



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

MÁSTER DE ENERGÍAS RENOVABLES

Diseño de sistemas fotovoltaicos flotantes de desalación y bombeo para regadío.

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Autor: Kristian Alarcón Olsson
Director: Antonio Urbina Yeregui

Cartagena, 04/10/2019



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Contenido

1.	Introducción	3
2.	Estado del Arte	4
2.1	.Sistemas solares fotovoltaicos	4
2.1.1	Estado de la energía fotovoltaica.....	4
2.1.2	Alternativas Tecnológicas.....	6
2.1.3	Aplicaciones y proyectos industriales	10
2.2	.Sistemas de desalación	14
2.2.1	Estado de los sistemas de desalación	14
2.2.2	Alternativas Tecnológicas.....	15
3.	Objetivos	20
4.	Metodología	21
5.	Selección de la localización del estudio	23
6.	Sistema de Desalación.....	26
6.1	.Análisis del mercado y selección de los sistemas de desalación.....	26
6.2	.Obtención de la generación de agua para regadío mensual y anual.....	26
7.	Sistema Flotante.....	28
7.1	.Obtención de los datos medioambientales.	28
7.2	.Análisis del mercado y selección de los sistemas flotantes fotovoltaicos o simplemente flotantes.	34
8.	Sistema Fotovoltaico (PV)	36
8.1	.Obtención de los datos medio ambientales.	36
8.2	.Análisis del mercado, selección de los sistemas PV y cálculo de la generación eléctrica máxima o bruta de los paneles.	39
9.	Sistema Completo	43
9.1	Sistema Seleccionado.....	43
9.2	Prediseño del sistema y dimensionamiento	43
9.3	Estimación de las necesidades y tipo de cableado	48
9.4	Balance energético neto o completo	50
9.5	Reducción de Evaporación	53
9.6	Evaluación de costes	54
10.	Conclusión	62
	Bibliografía	64
	ANEXO I: Base de datos de la Desaladoras	66
	ANEXO II: Datos Medio Ambientales del Embalse de La Pedrera.....	66
	ANEXO III: Catálogos e Información de los Sistemas Flotantes	98

ANEXO IV: Datos Medio Ambientales de los paneles fotovoltaicos	101
ANEXO V: Catálogo del panel fotovoltaico y del inversor	108
ANEXO VI: Características del Subsistema	113
ANEXO VII: Irradiación de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera	116
ANEXO VIII: Producción eléctrica de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera	116
ANEXO IX: Estudio económico de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera.	117

1. Introducción

En este trabajo de fin de master se realizará un estudio de la instalación de un sistema fotovoltaico flotante para la generación de electricidad y su posterior uso, concretamente en este trabajo la energía eléctrica creada a través del sistema fotovoltaico se empleará para un sistema de desalación y filtración del agua salada para luego emplearla para el regadío.

Este trabajo fue planteado debido a la gran necesidad de agua dulce en los lugares más áridos del planeta, y otros que están en vía de desertificación y son climas considerados “semiáridos”, como lo es la región de Murcia. En estos lugares el agua dulce es un recurso muy limitado y sus precipitaciones anuales son muy bajas, y todo esto para una zona donde hay una gran industria agrícola. Para la transformación de agua salada a agua dulce se necesita la aportación de algún tipo de energía, actualmente se hace a través de una energía calorífica o energía eléctrica o un mix de ambas, en el caso de este trabajo se empleará la conversión a través de la energía eléctrica producida por un sistema fotovoltaico.

¿Y por qué flotante?, uno de los grandes inconvenientes de la energía solar fotovoltaica es la gran ocupación de terreno que tiene, este problema se puede solventar implementando los sistemas fotovoltaicos flotando sobre el agua, lo que conlleva varias ventajas como se verá en el trabajo.

La estructura de la presente memoria es la siguiente: tras una detallada descripción del estado del arte de sistemas fotovoltaicos flotantes se describirá la metodología detallada con una enumeración de las tareas a realizar. A continuación se presentan dos bloques de resultados: un primer bloque orientado al estudio del sistema de flotación y su instalación en zonas costeras, el segundo bloque se centra en el diseño del sistema fotovoltaico flotante. Finalmente, ambos bloques se combinan en el cálculo generación-demanda de energía eléctrica, incluyendo una aproximación al análisis de costes. El trabajo concluye con la presentación de las conclusiones.

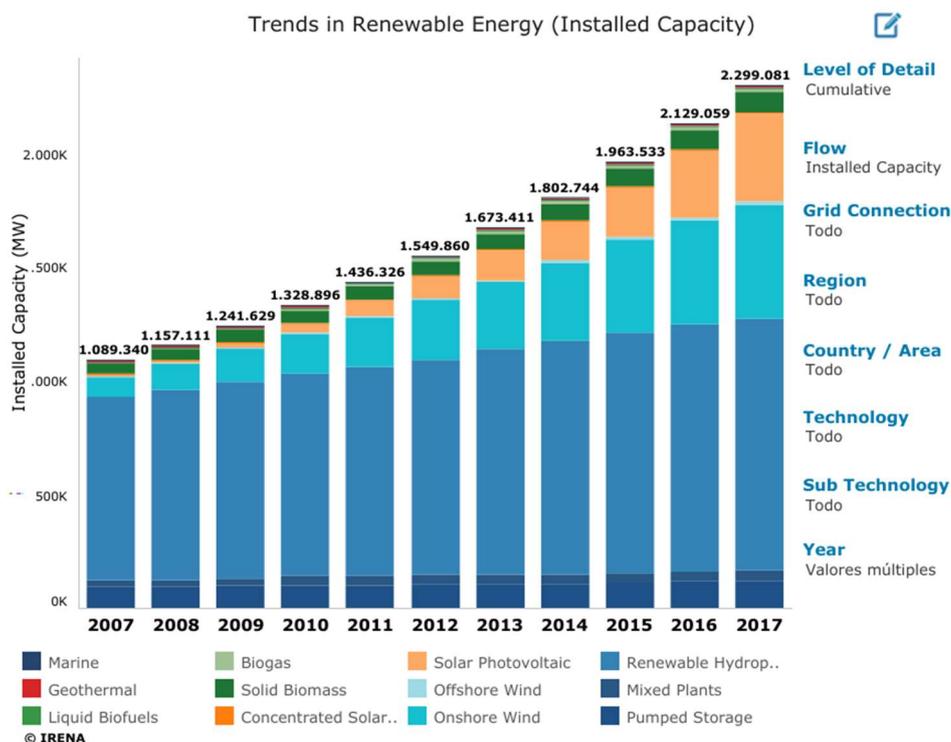
2. Estado del Arte

En el estado del arte de este trabajo se introducirán los avances tecnológicos, el estado actual y los conceptos básicos tanto de los sistemas fotovoltaico y sus diferentes aplicaciones como de los sistemas de desalación que existen actualmente en el mercado.

2.1 .Sistemas solares fotovoltaicos

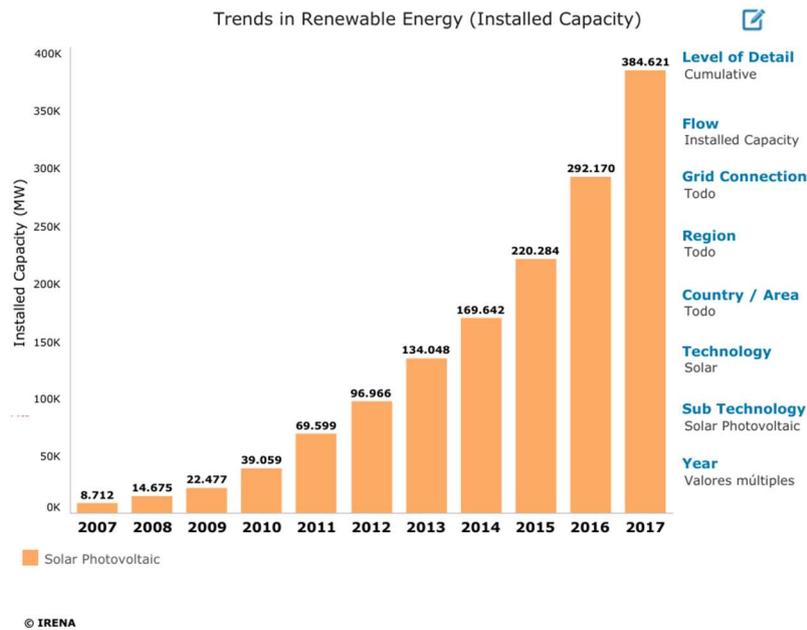
2.1.1 Estado de la energía fotovoltaica

En la actualidad existe una gran revolución energética mundial, a consecuencia del calentamiento global (efecto de las grandes contaminaciones en el último siglo) y una vez mayor demanda de energía eléctrica mundial (actualmente se ronda los 11TW, pero se estima que para el 2050 se necesitara 30TW) (T.M. Razykov, 2011), a consecuencia de estas causas las instituciones internacionales tomaron cartas en el asunto, aplicando leyes, reglas y metas a todos los países del planeta para poder atenuar la contaminación y los efectos del cambio climático. Uno de estos cambios es el aumento del uso de las energías más limpias (que contaminan menos) concretamente las energías renovables. (Europe, 2018)



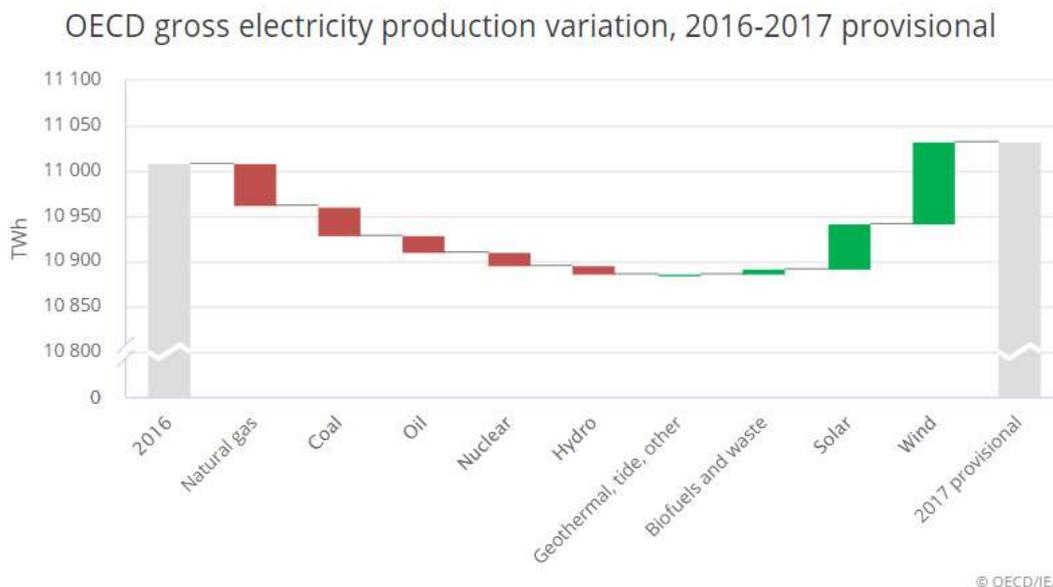
Gráfica 1: Tendencia de las Energías renovables. Fuente IRENA

Como se puede observar en la [Gráfica 1] el incremento de las energías renovables en la última década es significativa, en especial las energías eólicas y solares fotovoltaicas. La tendencia de la energía solar fotovoltaica se ve mejor en la [Gráfica 2], donde se observa que la potencia instalada ha pasado en solamente 10 años, de unos 9GW a superar los 380GW (un aumento de más del 4000%). (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE), 2019)



Gráfica 2: Tendencia de la capacidad instalada en el Mundo hasta 2017. Fuente IRENA

Por lo tanto para lograr ambos objetivos no solo será suficiente aumentar el uso de las energías más limpias, sino que hay que hacer que los sistemas actuales sean más eficientes, y con ello se logrará el aumento del uso de las energías más limpias y a su vez un decrecimiento de las energías más contaminantes, esta transformación se está produciendo actualmente en todo el planeta, como se puede ver en la [\[Gráfica 3\]](#) (IEA, 2018)



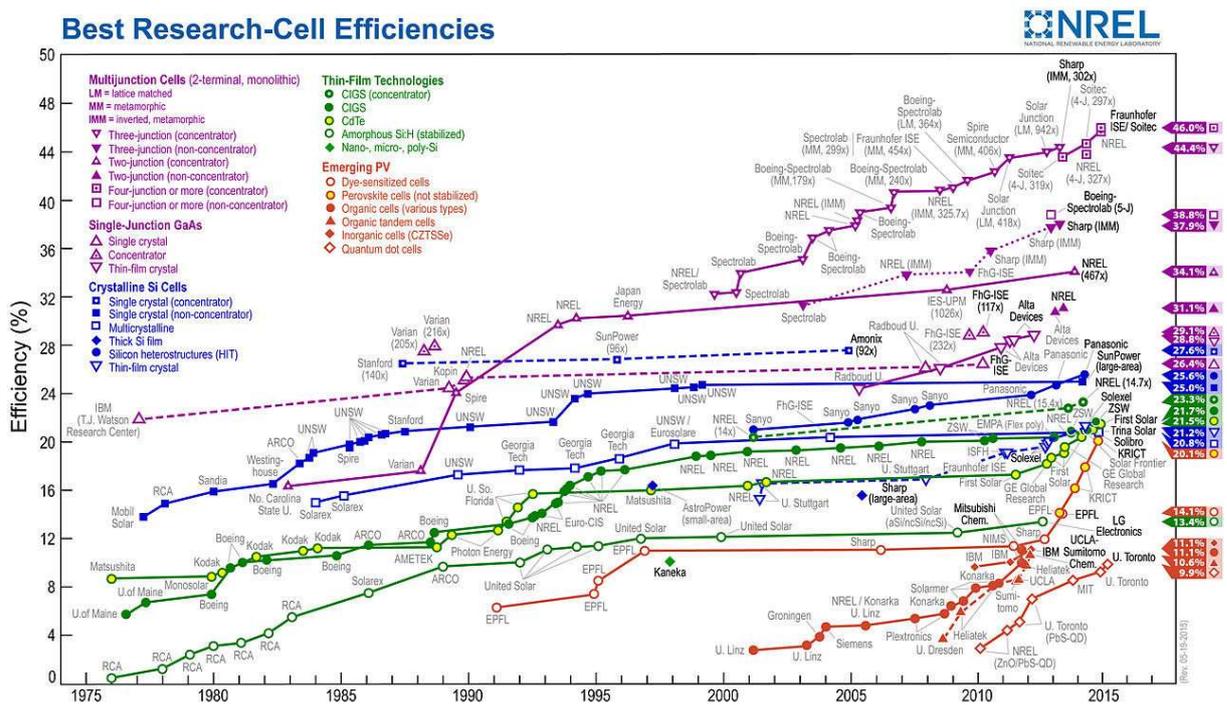
Gráfica 3: Variación de la producción eléctrica mundial (2016-2017). Fuente: IEA

Como se dijo con anterioridad el planeta necesita la instalación de energías más limpias, ¿pero porque se selecciona las tecnologías fotovoltaicas y no cualquier otra energía renovable?, (Mark Z. Jacobson, 2011) esto es debido a que la energía fotovoltaica solar ha sufrido una diversidad de cambios, en general por las siguientes causas: (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE), 2019)

- Aumento de la eficiencia de esta tecnología.
- Disminución del coste de los paneles solares fotovoltaicos
- Su versatilidad de aplicación, se pueden colocar tanto en lugares rurales como integración en edificios de ciudades.
- Facilidad de instalación, solo se necesita un lugar de instalación, un panel y un inversor.

2.1.2 Alternativas Tecnológicas

Debido al gran auge de las energías renovables limpias, la energía fotovoltaica solar ha experimentado un gran avance en sus tecnologías, tanto en la mejora del rendimiento de las tecnologías más convencionales como en la creación de nuevos materiales para la creación de paneles solares.



Gráfica 4: Eficiencia de las diferentes tecnologías fotovoltaicas a lo largo del tiempo. Fuente: NREL

En la [Gráfica 4] se puede ver todas las tecnologías que existen actualmente, y el gran incremento de la eficiencias de todas ellas en los últimos años, especialmente el gran avance de las últimas tecnologías emergentes, que en poco menos de una década han pasado de poco menos de 4% de eficiencia a una eficiencia de algo más del 10%.

Como se puede observar las tecnologías se ordenan en 4 grupos (en la [Gráfica 4] la podemos ver por sus diferentes colores). Estas tecnologías son las siguientes:

- Tecnologías de unión (Junction Cells) (T.M. Razykov, 2011) (Mark Z. Jacobson, 2011)

Se utilizan aleaciones de materiales de los grupos III y V de la Tabla Periódica para diseñar células fotovoltaica tipo “tándem” en las que mediante la ingeniería de bandas se conectan en serie de forma monolítica varias células, cada una con un gap de energía diferente. Las células fotovoltaicas tradicionales funcionan únicamente para una cierta longitud de onda, mientras que las células tándem de unión múltiple pueden aprovechar un mayor rango de longitud de onda, esto lo consigue por medio de la unión de diferentes materiales III-V semiconductores, formando una cadena de varias uniones p-n, y donde cada capa produce una corriente eléctrica

en respuesta de las diferentes longitudes de onda, de este modo se logra cubrir un mayor rango del espectro solar, logrando así mayores eficiencias.

Se obtienen eficiencias en la conversión de potencia muy altas, pero como esta tecnología es actualmente muy costosa, sus aplicaciones se limitan a los sectores de investigación y desarrollo y en los sectores aeroespaciales, donde la parte económica no es el factor más importante sino el peso de sus componentes.

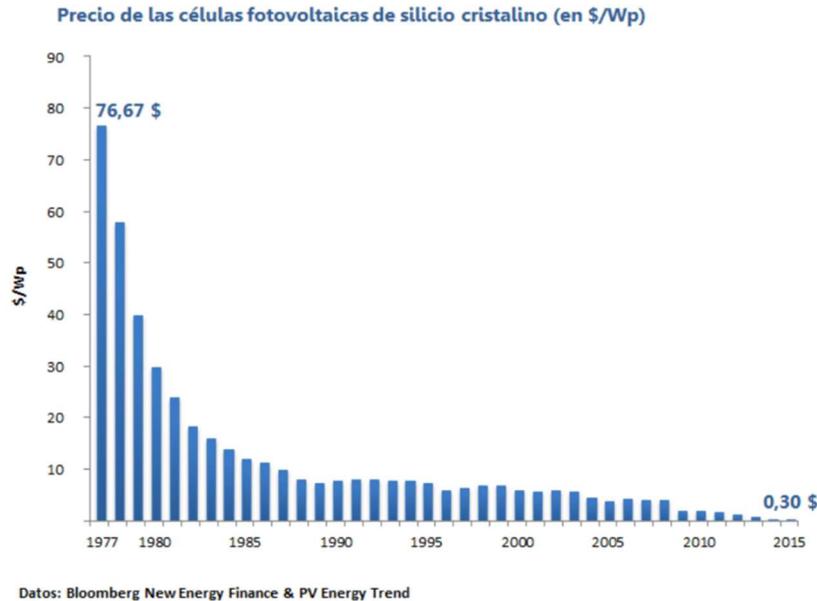
- Tecnologías emergentes PV (T.M. Razykov, 2011) (Mark Z. Jacobson, 2011)

Son las tecnologías más novedosas del sector, que están teniendo un gran avance en los últimos años, a consecuencia del gran aumento de la eficiencia de esta tecnología. Dentro de este grupo se destacan las células orgánicas, debido al bajo coste de producción de los semiconductores y su simple proceso de fabricación, en comparación con los otros grupos. En años recientes ha cobrado gran relevancia la tecnología basada en estructuras híbridas de perovskita, con eficiencias en conversión de potencia similares a las del silicio, pero con una estabilidad baja que limita notablemente su vida útil. Por ello, actualmente estas tecnologías se encuentran en fase de investigación experimental, aunque se haya logrado eficiencias altas, su estabilidad es baja, en el caso de las células poliméricas se alcanzan ya unos pocos años y hay empresas iniciando el camino de la comercialización por parte de empresas como Heliatek (Alemania) o Infinity PV (Dinamarca), para las células de perovskita, que comienzan a deteriorarse únicamente después de algunos meses, es necesario alcanzar mejoras tecnológicas antes de su comercialización. Un caso excepcional es la combinación de células de perovskita sobre células de silicio en conexión tándem, alcanzando eficiencias mayores de 25% y que podrían comercializarse pronto (Oxford PV Ltd. en Reino Unido)

- Tecnología fotovoltaica de silicio cristalino.(No para lámina delgada) (T.M. Razykov, 2011) (Mark Z. Jacobson, 2011)

Esta tecnología, tanto de silicio monocristalino como multicristalino, es líder del sector de las energías fotovoltaicas, debido en general por la madurez de esta tecnología, lo que implica que tiene un coste de producción reducido.

También sufrió un gran aumento de la demanda de este tipo de tecnología, principalmente por dos causas, el primero por la reducción del precio y mejora de los sistemas electrónicos, el cual implicó una reducción de los sistemas de control (lo mismo le ocurrió a la energía eólica) y la segunda causa, fue la gran caída del precio del silicio lo que implicó la reducción de los costes de producción. Debido a estas causas y la cada vez mayor demanda de energía eléctrica mundial y el calentamiento global, las políticas y economías mundiales han tenido que apostar por energías más limpias, de las cuales en los últimos años se destaca la energía solar fotovoltaica basada en paneles de silicio monocristalino o multicristalino, con una cuota de mercado superior al 80% y que se mantiene desde hace varios años.



Gráfica 5: Evolución de los precios de las células fotovoltaicas de silicio cristalino (\$/Wp)

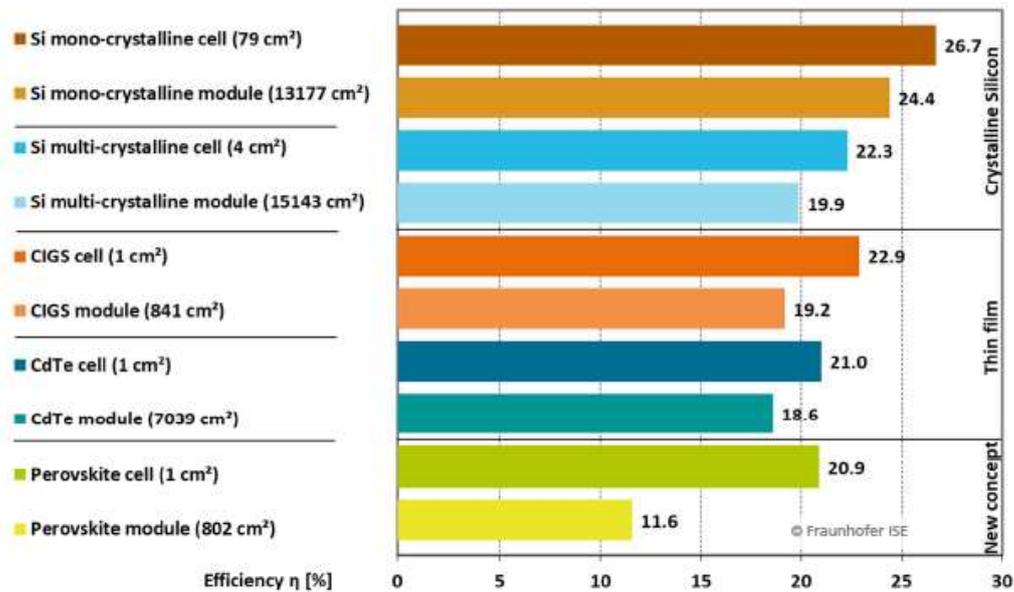
- Tecnología de lámina delgada (T.M. Razykov, 2011) (Mark Z. Jacobson, 2011)

Es la segunda tecnología fotovoltaica más empleada después de las tecnologías monocristalinas y multicristalinas de silicio [Gráfica 7]. Las grandes ventajas de estas tecnologías son su reducido grosor, lo que le hace muy flexible en su aplicación, y el poco material que se necesita para su producción, en comparación con las tecnologías de silicio tradicionales, este tipo de célula necesita muy poco material para obtener unos rendimientos aceptables.

Actualmente las que más se emplean son las láminas delgadas de CIGS (Cobre, Indio, Galio, Selenio) y las de CdTe (Telurio de Cadmio), ya que de las láminas delgadas son las que más eficiencia tienen hoy en día. También se suelen incluir las células de silicio amorfo en esta categoría.

- Comparación de los sistemas solares fotovoltaicos (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE), 2019)

En este apartado se realizará una pequeña comparación entre las diferentes tecnologías nombradas anteriormente, para así poder entender mejor porque se emplean unas tecnologías u otras. Para ellos se ha ido al informe de “Photovoltaics Report” del Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energía Solar de 2019, el cual compara la eficiencia de los diferentes tipos de tecnología (excepto las de unión, posiblemente debido a su alto coste de producción)

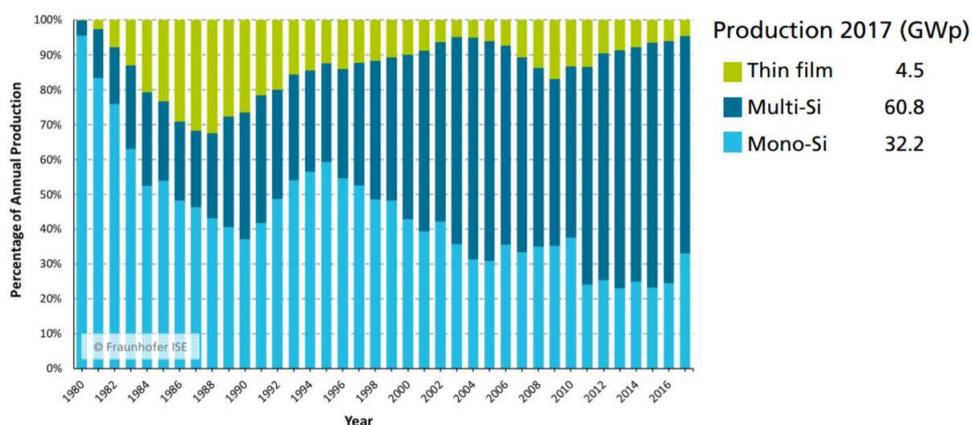


Gráfica 6: Mejor Célula de Laboratorio contra Mejor Modulo de Laboratorio

No todas las tecnologías que aparecen en la [Gráfica 6] se pueden encontrar en el mercado, sino que una gran mayoría de ellas están en fase experimental o en investigación, y lo mismo que su eficiencias, la mayoría tiene esas eficiencias en estados ideales, en un ambiente controlado y a una escala menor, que solo se consigue en los laboratorios.

Según el Fraunhofer, el récord de eficiencia que se ha obtenido es a través de paneles multiunión con concentradores de alta eficiencia y en un laboratorio, y es de un 46%. Para los demás tipos de células la eficiencia es: monocristalinas, 26,7%; multicristalinas, 22,3%; las de capa fina de tipo CIGS, 22,9% y de tipo CdTe, 21% (todas medidas en laboratorio). Las eficiencias en paneles de gran tamaño para cada una de las tecnologías caen ligeramente comparadas con las células de laboratorio.

En este trabajo no se va a analizar todos los tipos de células que existen sino solamente aquellas tecnologías fotovoltaicas que se emplean en el mercado actual. Según el informe de Fraunhofer "Photovoltaics report de 2019", el mercado actual está dominado por 3 tecnología fotovoltaicas, como se puede ver en la gráfica 2



Gráfica 7: Producción anual. Fuente: Photovoltaics Report de Fraunhofer (ISE) de 2019

2.1.3 Aplicaciones y proyectos industriales

Una de las grandes ventajas de las energías fotovoltaicas es su gran flexibilidad, es decir que se puede aplicar casi en cualquier zona del planeta. Actualmente la tecnología fotovoltaica se aplica en:

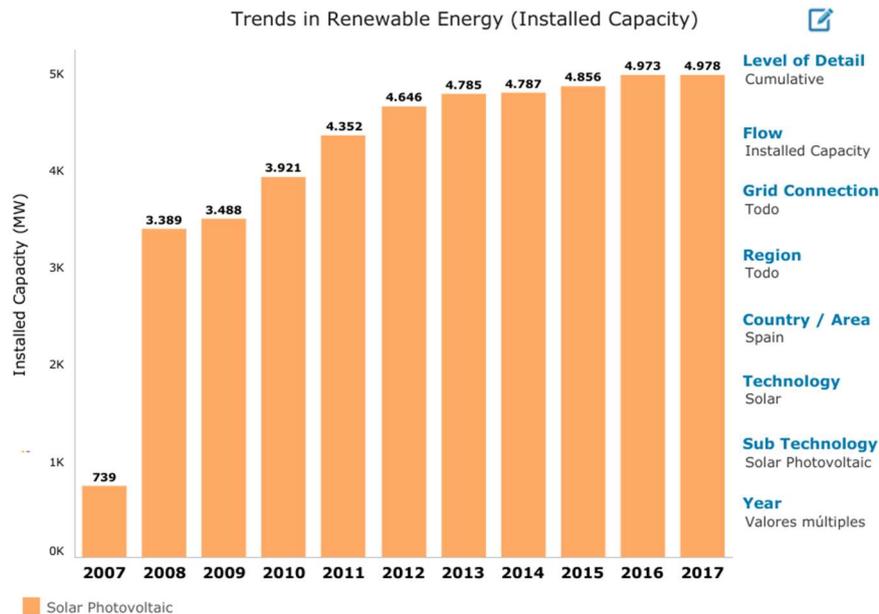
Montaje en Tierra, es la aplicación más empleada, concretamente los parques o huertos solares fotovoltaicos. Los parques solares en los últimos años han crecido drásticamente y aunque el aumento de la instalaciones de parques fotovoltaicos es mundial, China es actualmente el líder en este sector, en la última década ha pasado de 115MW en 2007 a 130.632MW en 2017 y desde 2013 lleva casi duplicándose la capacidad año a año (según la *IRENA*), además son los que actualmente tiene la planta fotovoltaica más grande del mundo, el *Tengger Desert Solar Park*, que una instalación de una capacidad de 1,5GWp de potencia y unos 43km² de superficie. (Alok Sahu, 2016) (*IRENA*, 2017)



Imagen 1: Tengger Desert Solar Park, región autónoma de Mongolia Interior (China) Fuente: Google Maps

Aunque para este año se espera la finalización de la nueva planta solar en “Benban Solar Park (Egipto)”, que ocupará el nuevo puesto de la planta solar fotovoltaica más grande del mundo, y se espera que tenga una potencia máxima de entre 1,6-2GWp para el 2019 (según el periódico “egypttoday”)

El marco fotovoltaico en España es algo diferente que el resto del mundo, tal como se puede ver en [Gráfica 8, este tipo de energía lleva estancada varios años, debido en general por la crisis económica que sufre y las malas políticas energéticas relacionadas con las energías fotovoltaicas, pero se espera que esta situación cambie en los próximos años, según el “Global Market Outlook for solar Power/ 2018-2022”, ya que tras la clarificación en la normativa, se espera un aumento de la producción de energía solar fotovoltaica de entre 4,3 - 30,6GW (escenario bajo y alto respectivamente).



Gráfica 8: Tendencia de la capacidad instalada en España hasta 2017. Fuente IRENA

Existen ya en marcha varios proyectos, en Murcia por ejemplo se espera que para el 2019 se ponga en funcionamiento su planta fotovoltaica de aproximadamente 500MWp en el término municipal de Mula y que ocupa unas 1000 hectáreas (aprox) (datos obtenidos de la empresa que ha realizado el proyecto “Grupocobra”)

Sobre tejados, consiste en poner placas fotovoltaicas sobre los tejados de los edificios (no residencias familiares). Este tipo de aplicación no es tan popular, por varias razones como puede ser: otros elementos que hay aquí (chimeneas, ventilación, etc.), la superficie del tejando no es plano, etc. (Alok Sahu, 2016)



Por encima de los ríos, consiste en una estructura que va de un lado al otro a lo ancho de un río o un canal y sobre ella se colocan las placas solares fotovoltaicas, este tipo de aplicación no son muy comunes debido a que el ancho de un río es variable a lo largo de él lo que implica que la estructura tendría



que ser variable a lo largo del río, además de la variación del calado del río a lo largo de un año, lo que significa una mayor dificultad de montaje y por lo tanto de coste. (Alok Sahu, 2016)

Aplicación “Offshore”, (Alok Sahu, 2016) consiste la construcción de una plataforma flotante sobre el agua, y sobre ella se coloca el sistema fotovoltaico. Esta aplicación es bastante nueva y existen pocos proyectos.

Este tipo de aplicación ha tenido un gran interés en los últimos años debido a los grandes problemas que las energías solares fotovoltaicas tiene con la ocupación de terreno. Esta complicación es especialmente inconveniente en lugares o países con una superficie limitada o ciudades muy grandes.

Las ventajas de las plantas solares flotantes u offshore son:

- Que no ocupan tierras, y por lo tanto tierras que se pueden emplear para otro fin.
- Instalación y desmantelamiento, estas centrales son más compactas que las de tierra y no tiene ninguna estructura fija a unos cimientos, por lo que las instalaciones pueden ser totalmente reversibles.
- Reducen las evaporaciones del mar o lagos en lugares áridos.
- Aumenta el rendimiento con comparación de las instalaciones terrestres, ya que la superficie del mar y los vientos son más fríos que en tierra lo que permite aumentar su rendimiento.
- El sistema de seguimiento del sol es más sencillo, ya que no necesita un complejo sistema mecánico de seguimiento como los paneles terrestres, sino que la propia plataforma flotante puede girarse con facilidad.

Todas estas ventajas hacen que hace varios años ya se investiga este tipo de aplicación, Japón por ejemplo es el país que más ha invertido en este tipo de aplicación, debido principalmente por la falta de terreno, según la revista “*pvbuzz*” Japón lidera este sector ya que tiene 73 de las 100 plantas flotantes solares más grandes del planeta y de los cuales el “*Yamakura Dam*” es el más grande de Japón con una potencia a de 13,7MW.

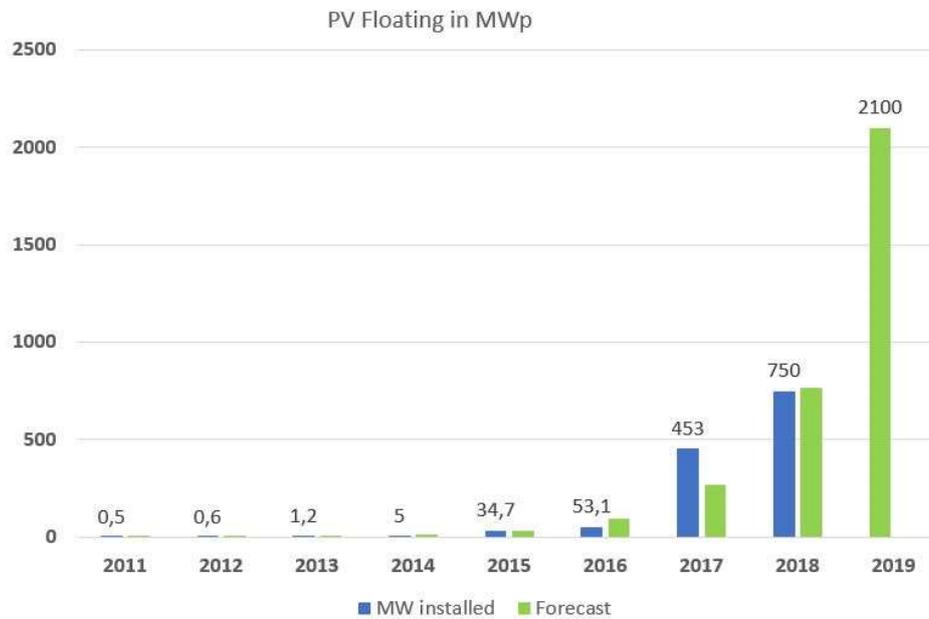
La instalación flotante solar más grande del mundo es la de Huainan en China [*Imagen 2*] con una potencia de 40MW.



Imagen 2: Planta solar fotovoltaica flotante en Huainan en China. Fuente: pvbuzz

El crecimiento de este tipo de plantas fotovoltaicas offshore o flotante es drástica, y se esperan nuevos proyectos por todo el planeta según el “World Bank Group and SERIS” se espera que la potencia instalada de esta aplicación se triplique con referencia a la de 2018 [Gráfica 9: Potencia pico instalada actual y lo que se prevé para el 2019. Fuente: “Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report,” World Bank Group and SERIS, Singapore, 2018.].

Como se puede observar que la potencia instalada en los dos últimos años ha pasado de 53,1 MW a 750 MW y se prevé que para 2019 habrá hasta 2100 MW



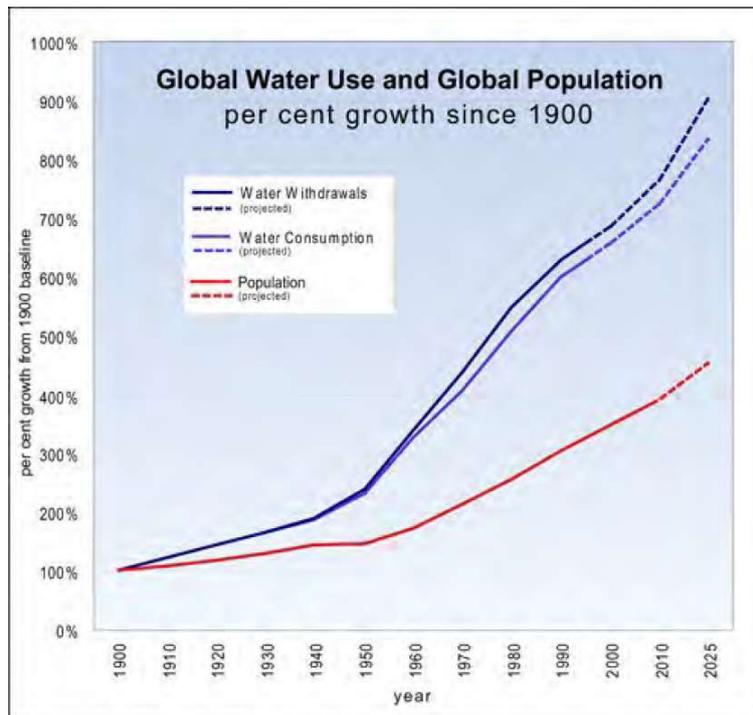
Gráfica 9: Potencia pico instalada actual y lo que se prevé para el 2019. Fuente: “Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report,” World Bank Group and SERIS, Singapore, 2018.

2.2 .Sistemas de desalación

2.2.1 Estado de los sistemas de desalación

En la actualidad existe una gran investigación y desarrollo en el sector de la desalación y purificación de aguas saladas o aguas sucias, debido principalmente a la escasez de agua dulce en el planeta.

Este problema se agrava si tenemos en cuenta que cada año somos más personas en el planeta, lo que provoca que esta escasez de agua se vuelva aún más crítica.

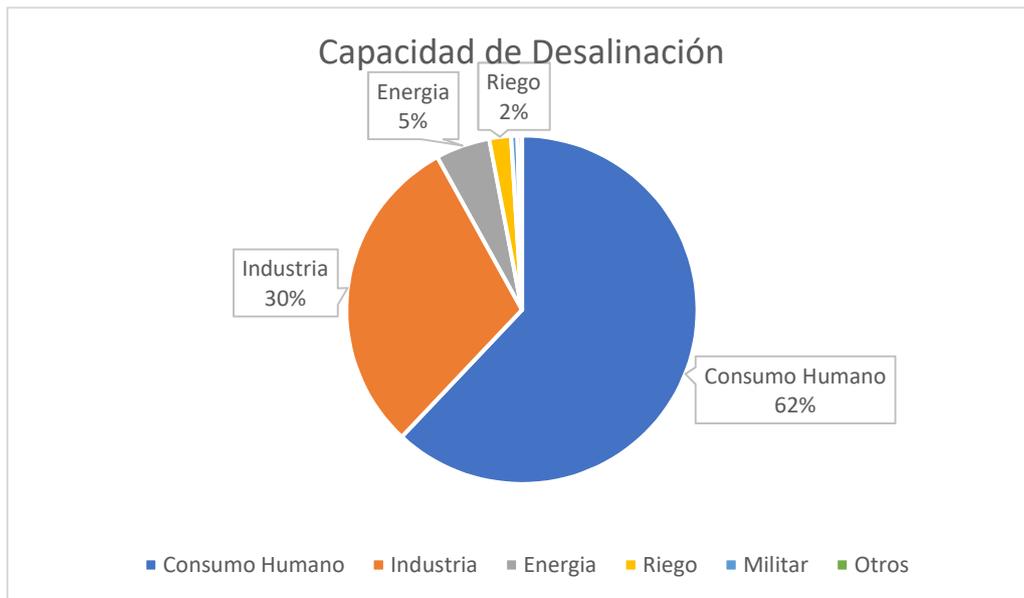


Gráfica 10: Proporcionalidad del aumento de la población y el aumento del consumo de agua. Fuente:

Igual que pasa con las tecnologías de paneles solares fotovoltaicos, las tecnologías de desalación también sufrieron un gran desarrollo y avance tecnológico en las últimas décadas, en general por las necesidades de obtener agua potable en las regiones más áridas del planeta.

La desalación consiste en la obtención de un porcentaje de agua dulce a partir del agua salada, es decir que en un proceso de desalación se obtiene una parte de agua dulce con una concentración baja de sal y luego otra parte de salmuera (con una gran concentración de sal).

En la actualidad hay una capacidad mundial de desalación de aproximadamente 96 millones m³/día, de los cuales el 48% los producen los países de Oriente Medio y el Norte de África. Los países que lideran la producción de agua dulce a través de la desalación son países como Arabia Saudí (15%), EEUU (11%), Emiratos Árabes (10%) y China (7,5%). En Europa, España es el líder en este sector con un 5,7% de la desalación global (R.Clayton, 2015)

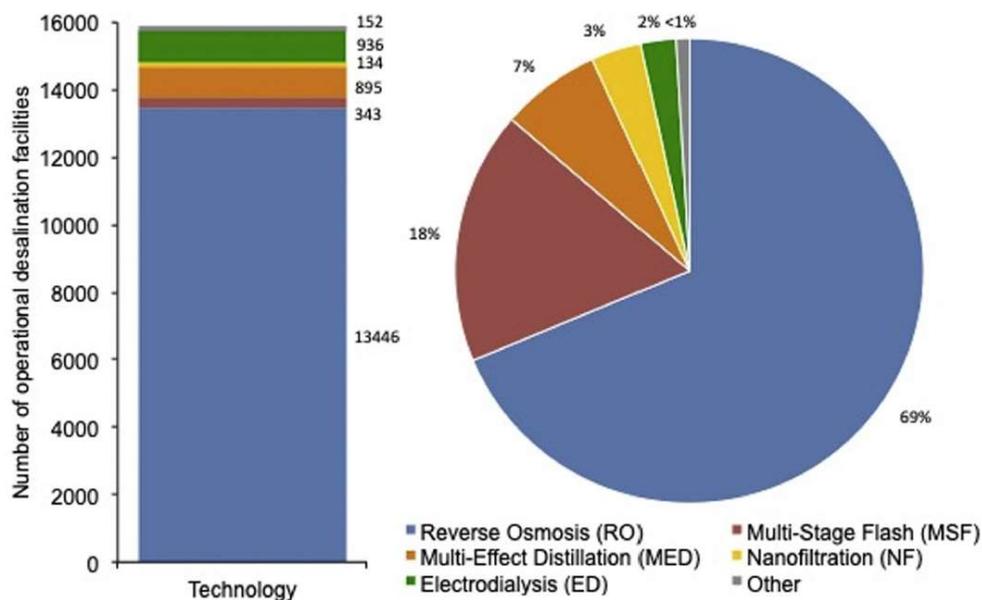


Gráfica 11: Propósitos del agua dulce obtenidos a través de la desalación. Fuente: (R. Clayton, 2015)

En la [Gráfica 11] se puede observar que más de la mitad de la producción de agua dulce a través de un sistema de desalación tiene como propósito el consumo humano y otra gran parte para la industria.

2.2.2 Alternativas Tecnológicas

Como se dijo en el [2.2.1], las tecnologías de desalación han sufrido un gran incremento en la instalación de estos sistemas. Existen una gran variedad de tecnologías que son capaces de convertir agua salada en agua dulce, como podemos ver a continuación:



Gráfica 12: Tecnologías empleadas para la desalación de aguas saladas. Fuente: (Edward Jones, 2019)

Se puede hacer una distinción en dos familias de las tecnologías que aparecen en [Gráfica 12], esta distinción se realiza en función de la aportación energética que necesitan los sistemas, en este caso en dos familias: Las que emplean una principalmente energía térmica y las que emplean energía eléctrica para su desalación

- Térmico

Consiste en aportar energía calorífica a una disolución salina, de modo que este aumente de temperatura hasta su punto de ebullición, logrando que el agua pase de su estado líquido a su forma de gas, de este modo el contenido de sal se queda en estado sólido y se logra separar el agua de su parte salina. Principalmente existen 3 métodos de conversión a través de la energía térmica y son:

Destilación instantánea de múltiples etapas (MSF: Multi-stage flash distillation) (Akili D. Khawaji, 2008)

Consiste en el principio de evaporación casi instantáneo de un fluido en estado líquido, que se logra reduciendo la presión por debajo de la presión de saturación del líquido a cierta temperatura para que pase a fase gaseosa (más eficiente que un sistema simple de evaporación por únicamente el aumento de temperatura).

Este método comienza con el precalentamiento del agua de mar (con un sistema externo, en general con un sistema de cogeneración). Luego el agua de mar precalentado a cierta temperatura entra en una etapa (cámaras), donde la presión es inferior a la de saturación a esa temperatura, esto provoca una vaporización inmediata o destello. El vapor producido es recolectado y condensado, el proceso se realiza varias veces o en varias etapas, reduciendo la presión en cada etapa (función de la temperatura de entrada del líquido) para al final obtener un agua dulce [Imagen 3]

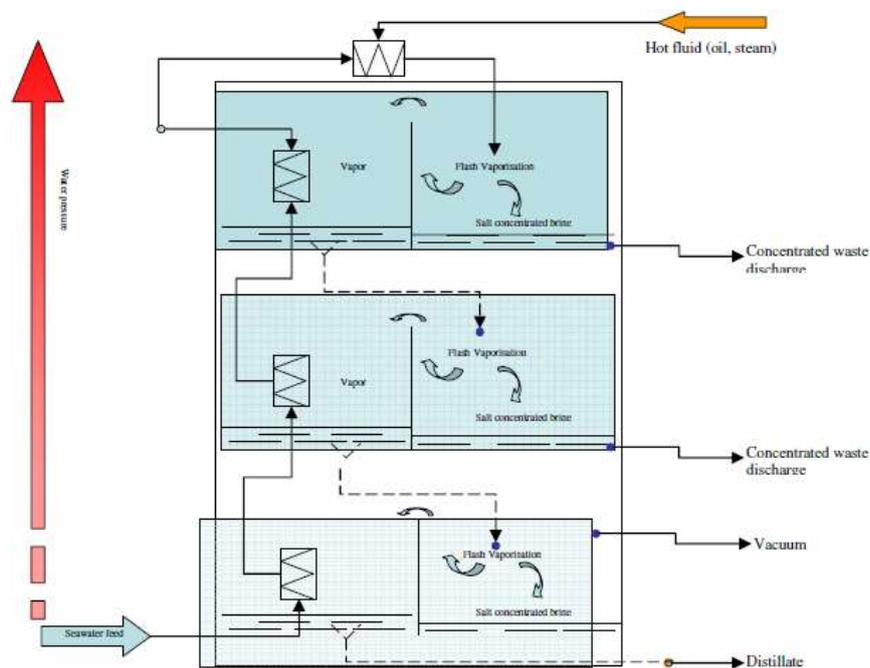


Imagen 3: Esquema del funcionamiento de un sistema de Destilación instantánea de múltiples etapas.
Fuente: Solar Energy for Water desalination (Compaina, 2012)

Destilación de efectos múltiples (MED: Multi Effect Distillation) (Akili D. Khawaji, 2008)
(Compaina, 2012)

Este método de desalación es bastante similar al MSF, pero con una gran diferencia en el método de evaporación del agua de mar. El MED es termodinámicamente más eficiente que el MSF, puesto que el método de evaporación del primer efecto no se realiza de modo “flash”, sino que el agua de mar se rocía sobre una superficie de tuberías a alta temperatura (como un intercambiador) que provoca que el agua de mar se evapore de manera rápida. El agua de mar evaporada pasa a un segundo efecto, donde intercambia calor de nuevo con otro circuito de agua de mar de modo que el vapor de agua se condensa y el agua de mar del segundo efecto se evapora. Este sistema de efectos se repite de modo limitado en función del rango de temperatura total disponible y a la diferencia de temperatura mínima admisible entre un efecto y el siguiente.

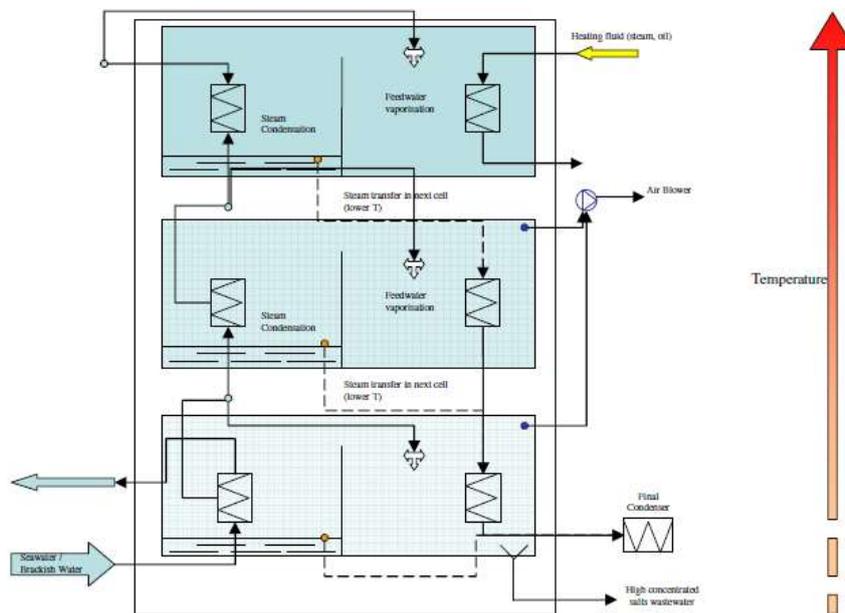


Imagen 4: Esquema del funcionamiento de un sistema de Destilación de múltiples etapas. Fuente: Solar Energy for Water desalination (Compaina, 2012)

- Eléctrico

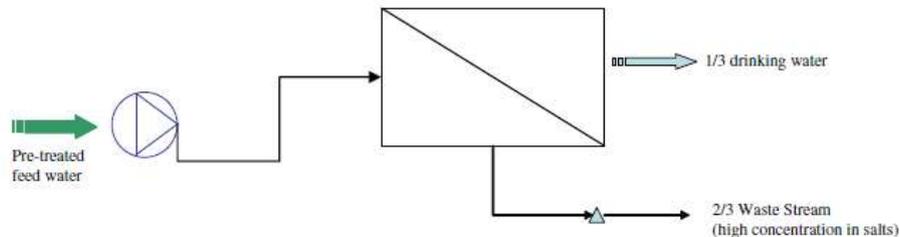
Consiste en la separación del agua de mar a través del aporte de energía eléctrica (no aumentando su temperatura). Este método de transformación ha sufrido un gran crecimiento en las últimas décadas. Existen principalmente 3 tecnologías que emplean energía eléctrica para la transformación de agua salada en agua dulce:

Osmosis inversa (RO: reverse osmosis) (Akili D. Khawaji, 2008)

Reside en la aplicación de presión sobre un volumen de agua de mar pretratada, de modo que la presión en el volumen de control supere la presión osmótica. Con esto se consigue que el agua de mar fluya en sentido contrario al flujo natural a través de la membrana, separando el agua salada en una parte de agua dulce y otra de salmuera, es muy importante controlar esta presión, ya que las membranas tienen una presión de funcionamiento.

El proceso no necesita una aportación calorífica, sino que el mayor consumo energético que tiene es la de la presurización del agua de mar de alimentación.

Este tipo de sistema necesita un pretratamiento del agua de mar antes de que llegue a las membranas, que consiste en general en una filtración a través de unas rejillas y centrifugado para eliminar cualquier sólido en suspensión, una cloración o descloración, una coagulación, adición de ácidos y varias filtraciones. *[Imagen 5]*



*Imagen 5: Esquema del funcionamiento de un sistema de Destilación por medio de una Osmosis Inversa.
Fuente: Solar Energy for Water desalination (Compaina, 2012)*

Membranas de Nanofiltración

Es muy similar a la de Osmosis inversa, se diferencian principalmente en que las presiones de trabajo en este tipo de filtros son menores y de que las membranas de nanofiltración no son capaces de filtrar o rechazar sales monovalentes y ácidos no disociados (la de osmosis inversa sí que puede hacerlo).

Electrodíálisis Reversible (ED: Electrodialysis) (OYOH, 2016)

Radica en la separación de los iones disueltos en el agua de mar por medio de membranas permeables selectivas y un campo magnético. Se hace circular un caudal de agua salada entre un campo magnético y entre este campo magnético se colocan unas membranas alternativamente (catiónicas y aniónicas), estas membranas fabricadas a partir de polímeros son capaces de transportar selectivamente iones con carga positiva o negativa y rechazar aquellos iones de carga opuesta. Con esta configuración se consigue mover los iones a las membranas, en el caso del agua de mar se mueve el Sodio (+) y el Cloro(-), de modo que se obtiene dos productos, una cantidad de agua desalinizada y otra rica en sales (salmuera)

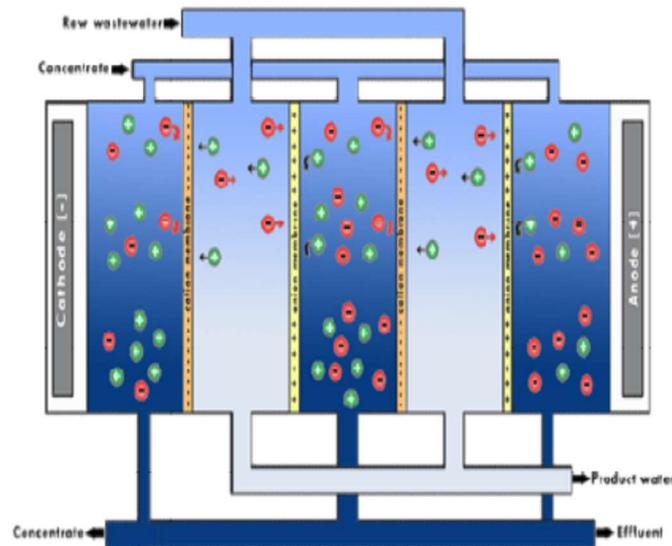


Imagen 6: Electrodialisis Reversible. Fuente: (OYOH, 2016)

- Comparación de los sistemas de desalación

En este apartado del trabajo, vamos a comparar los diferentes sistemas y ver cuál va a ser el más indicado para el trabajo planeado.

En primer lugar, no todos los sistemas de desalación planteados en el apartado [2.2.2] son indicados para el tratamiento de agua salada, es decir que no todas las tecnologías pueden desalar agua de mar con una concentración de sal tan grande.

Sea	Approximate Salinity in mg/l
Red Sea	40,000
Mediterranean Sea	38,000
Average seawater	35,000
Black Sea	18,000
Baltic Sea	8,000

Tabla 1: Salinidad de diferentes mares del planeta. Fuente: (R.Clayton, 2015)

Process	Concentration Range in mg/litre
Ion exchange	10 - 800
Reverse Osmosis	50 - 50,000
Electrodialysis	200 - 10,000
Distillation processes	20,000 - 100,000

Tabla 2: Rango de trabajo de las diferentes tecnologías de desalación en función de la concentración de salinidad. Fuente: (R.Clayton, 2015)

En nuestro caso, el trabajo se ha planteado en una localización con las propiedades de salinidad similares al del Mar Mediterráneo, por lo tanto, nuestra salinidad rondará los 38.000 mg/l. (R.Clayton, 2015) [Tabla 1]

Con este valor vamos a la [Tabla 2] y se puede ver que para esta concentración están indicados dos tecnologías, la de osmosis inversa y la de destilación (los procesos térmicos).

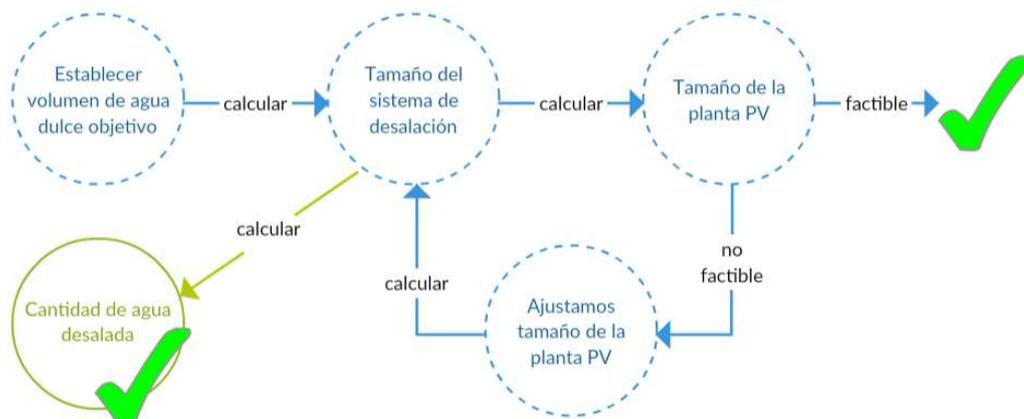
Con estos datos y los de la [Gráfica 12], se puede hacer ya en este punto la selección del método de desalación que emplearemos en el trabajo, que será el de la Osmosis Inversa, ya que es la tecnología que más se emplea en la actualidad debido a su menor consumo de energía, versatilidad de uso y su buena combinación con las energías renovables como la fotovoltaica o eólica (Compaina, 2012)

3. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo Fin de Master es el **diseño de un sistema fotovoltaico flotante versátil**, el cual sea aplicable tanto para trabajar en localizaciones marítimas, lagos o embalses, y que a partir de allí generar una energía eléctrica para cualquier uso. En el trabajo el uso que se le va a hacer a la energía eléctrica es **para alimentar un sistema de desalación y bombeo**, pero eso es la actividad que se ha elegido aquí, porque también podría funcionar como:

- Sistema Aislado, para alimentar una vivienda o localización cerca del mar o un lago
- Para verterlo a la red, por ejemplo, si se quiere disminuir la evaporación de los embalses, la plataforma o barcaza del sistema disminuiría esta evaporización y al tener el sistema fotovoltaico por encima, la electricidad generada se podría vender.
- Si se le instala un sistema de purificación o recogida de residuos, el sistema podría funcionar como una limpiadora de mares.

El sistema del trabajo se intentará diseñar de modo que el sistema de desalación sea totalmente abastecido a través del sistema de placas solares fotovoltaicas y de modo que sea sostenible, para ello se calculará en primer lugar una generación de agua dulce objetivo, a partir de la cual se establecerán las dimensiones del sistema de desalación, lo que a su vez determinará la generación de energía eléctrica necesaria. Este proceso será un proceso iterativo, teniendo en cuenta las limitaciones derivadas del impacto ambiental de la instalación ya que no podemos invadir toda la superficie del mar con paneles solares, ya que de algún modo u otro esto afectará al ecosistema del mar.



4. Metodología

En este apartado se exponen cuáles son los pasos a seguir para el desarrollo del TFM, esta metodología puede ser variada en el curso del trabajo.

El objetivo es realizar el diseño de un sistema fotovoltaico flotante para generar energía eléctrica que se utilice en sistemas de desalación y bombeo de agua. Para el cálculo del sistema fotovoltaico se seleccionará una localización en la región de Murcia, y a partir de allí se calculará la dimensiones óptimas de nuestro sistema flotante y posteriormente la obtención del número de paneles fotovoltaicos que se pueden colocar en la barcaza flotante. Una vez establecidos las dimensiones del sistema flotante y el número de paneles solares fotovoltaicos, se calculará la capacidad de producción eléctrica de los paneles, en función de los datos de irradiancia y temperatura para la localidad geográfica donde se instale el sistema.

Una vez determinado la producción de los paneles se realizará una instalación de un sistema de desalación y bombeo en función de la producción que se tenga y de este modo obtener un sistema totalmente limpio en su operación.

La metodología para cada una de las etapas del trabajo se detalla a continuación:

1. Realizar un estudio geográfico de la zona costera de Murcia para elegir uno o varios lugares de estudio para posteriormente seleccionar el más idóneo para su estudio de instalación.
2. Buscar vía Internet diferentes empresas que sean capaces de proporcionar el sistema de desalación más adecuado.
3. Obtención del volumen de desalación demandado.
4. Los datos ambientales se obtendrán a través del IH Cantabria y puertos del estado, para obtener datos de la altura media de olas y altura significativa.
5. Buscar vía Internet diferentes empresas capaces de proporcionar un sistema flotante con paneles solares, en caso de no encontrarlo se buscará solamente el sistema flotante individual.
6. Los datos ambientales se obtendrán a través del PVGIS, datos como irradiación mensual y anual, ángulo óptimo, etc.
7. En el caso de no haber encontrado una empresa que sea capaz de proporcionar un sistema flotante con paneles solares, se realizará una búsqueda de alguna empresa capaz de proporcionar unos paneles adecuados para un medio salino. Realizar la estimación del tamaño de la planta y la generación eléctrica de los paneles solares fotovoltaicos siguiendo el proceso del IDAE.
8. Análisis de los resultados obtenidos en todos los sistemas.
9. Realizar un prediseño, disposición y dimensionamiento de los componentes principales del proyecto, a través de sketch up, AutoCAD o Catia.
10. Realizar una estimación del cableado necesario para el sistema.
11. Realizar un balance energético: la energía eléctrica neta que recibe el sistema de desalación después de todas las pérdidas y consumos anteriores, según el IDAE.
12. Calcular cual va a ser la generación de agua dulce del sistema en función de la energía eléctrica que llega al sistema de desalación, este cálculo se realizará por medio de algún método proporcionado por el fabricante o por medios de cálculos empíricos.
13. Realizar un Excel para la estimación aproximada del coste del sistema.
14. Realizar propuestas de diferentes alternativas del sistema: Diferentes localizaciones, diferentes actividades, etc.

15. Una vez terminado el trabajo sacar unas conclusiones y evaluar el trabajo en sí mismo.
16. Terminar los últimos detalles del trabajo y escribir la memoria escrita.
17. Preparar la defensa oral del trabajo.

5. Selección de la localización del estudio

Como se ha mencionado en el apartado 3, debido a la poca información y aplicación de este tipo de tecnología se intentará proporcionar varias alternativas en cada apartado. En este caso se han seleccionado tres emplazamientos totalmente diferentes en cuanto a características medioambientales, disposición de medios, etc.

a. Estudio de un sistema flotante para la desaladora de Escombreras de Cartagena
Latitud/Longitud: 37,560/-0,960

Esta localización se ha elegido debido a que en este lugar ya existe una desaladora que proporciona agua para el consumo y regadío para el campo de Cartagena, y por lo tanto la inversión inicial será inferior ya que el sistema de desalación ya está funcionando, además de que con esta planta flotante se fomentará las energías renovables y la adaptación y mitigación del cambio climático.

El sistema flotante en este caso se proyectará en el mar como se puede apreciar en la [\[Imagen 7\]](#), donde la planta flotante tendrá un menor impacto en el tráfico marítimo del puerto de Cartagena.

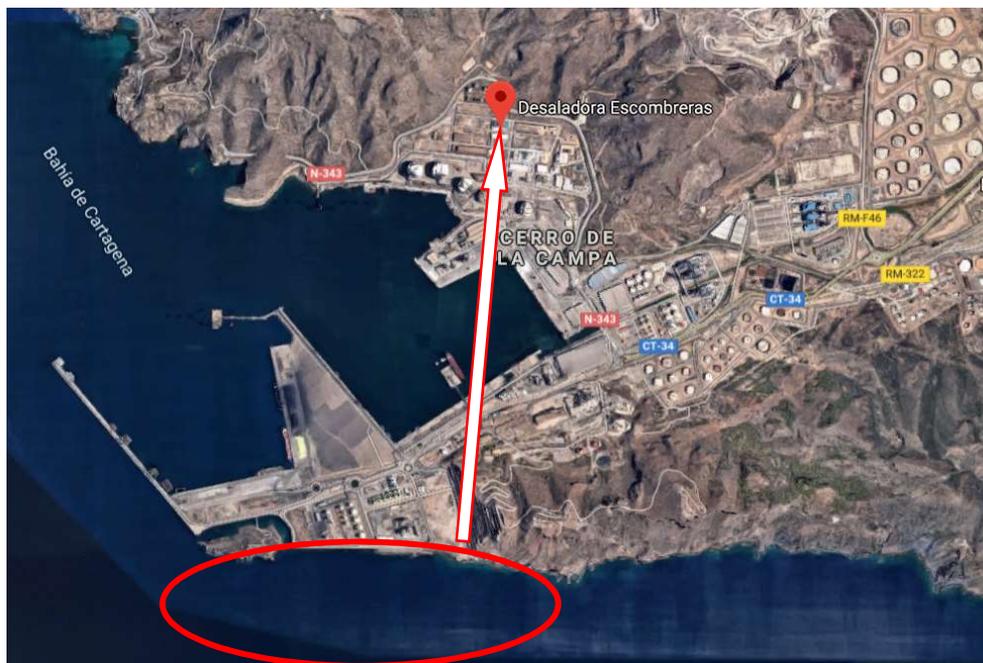


Imagen 7: Localización seleccionada para proyectar el sistema flotante fotovoltaico en la Costa de Cartagena cerca de la desaladora de Escombreras. Fuente: Google Maps

b. Estudio de un sistema flotante para la desaladora de Acuamed en Torrevieja
Latitud/Longitud: 37,974/-0,678

Aunque este caso sea muy similar a la situación anterior, será muy interesante estudiar ambos casos ya que los tamaños de las desaladoras son diferentes, y su impacto visual en el caso del de Torrevieja es mucho mayor, ya que está muy cerca de una playa transitada.

La localización que se plantea en el trabajo es el de la [\[Imagen 8\]](#).



Imagen 8: Localización seleccionada para proyectar el sistema flotante fotovoltaico en la Costa de Torrevieja cerca de la desaladora de Torrevieja. Fuente: Google Maps

c. Estudio de un sistema flotante para el Embalse de la Pedrera en Alicante
 Latitud/Longitud: 38,022/-0,871.

Esta tercera localización se ha seleccionado debido a su tamaño, ya que es el segundo embalse más grande de los pertenecientes a la “Confederación Hidrográfica del Segura” después del embalse de Cenajo (según el Ministerio para la transición ecológica ([Confederación Hidrográfica del Segura, s.f.](#)), pero el embalse de la Pedrera se encuentra más cerca del mar, lo que implica mayor facilidad para la instalación de la planta desaladora en este lugar. Además de que existe tanto la opción de realizar una nueva desaladora o conectarlo a la red o directamente a la desaladora de Torrevieja que se encuentra a unos kilómetros al Este del embalse.

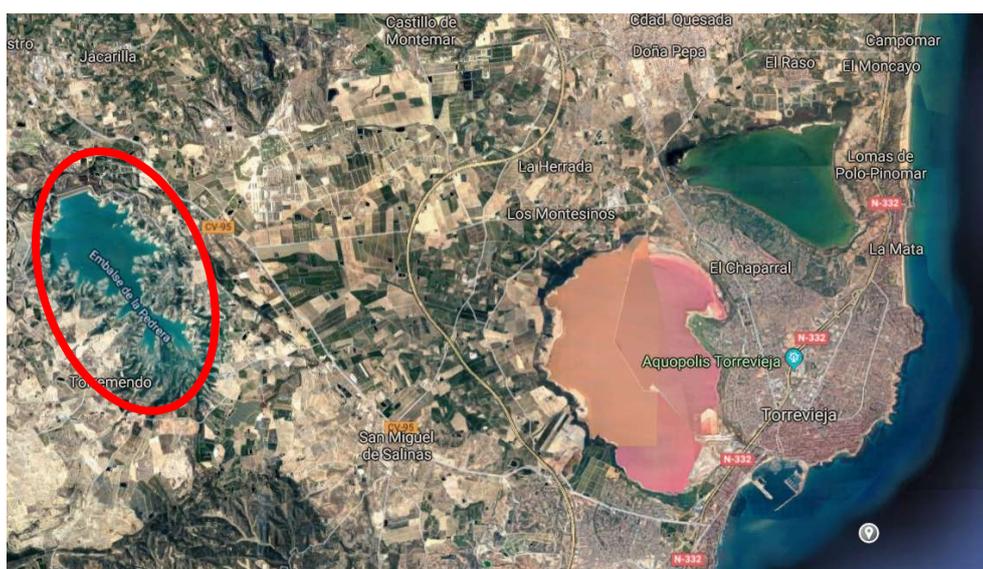


Imagen 9: Localización seleccionada para proyectar el sistema flotante fotovoltaico en el Embalse de La Pedrera. Fuente: Google Maps

El embalse de la Pedrera es un humedal artificial construido en 1980, la construcción se realizó sobre el cauce de la rambla Alcorista. Puede llegar a almacenar hasta 246,9 hm³ de agua a lo largo de una superficie de 1.272 hectáreas. El embalse regula las aguas provenientes del canal del trasvase Tajo - Segura y distribuye principalmente el caudal para el riego a los cultivos del Campo de Cartagena y también de algunos núcleos urbanos. ([Concejalía de Medio Ambiente de Orihuela, s.f.](#))

6. Sistema de Desalación

En este apartado vamos a establecer las características y propiedades de la planta desaladora que se tiene o que se quiera proyectar. Para ellos se ha realizado un estudio de las diversas tecnologías que existen en el mercado para la desalación de agua salada.

En el punto [2.2.2], se determina que la tecnología de Osmosis Inversa era la opción más ideal para nuestra localización, ya que trabajaremos con agua del Mar Mediterráneo, y también porque es la tecnología que actualmente se está implementando más para la desalación de agua de mar.

6.1 .Análisis del mercado y selección de los sistemas de desalación.

En el caso de la alternativa 5a y 5b, al ser instalaciones ya terminadas y que están funcionando, solo proporcionaremos las características de los sistemas de desalación ya en marcha.

En el caso de 5c, este llevará la misma instalación de desalación por Osmosis inversa similares a los ya vistos, pero para determinar la cantidad de agua desalada y necesidades energéticas para realizarlo, se buscarán plantas desaladoras cercanas y de similares características para realizar una regresión lineal que establezca una relación entre el consumo de energía con la cantidad de agua desalada.

6.2 .Obtención de la generación de agua para regadío mensual y anual.

Para la obtención de la cantidad de agua dulce que se produce en cada caso planteado, se estudiará los tres casos de manera individual.

a. Estudio de un sistema flotante para una desaladora de Escombreras de Cartagena

En este caso la producción de agua se tomará a partir de los datos del [\(INFORME DE EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS. CONTRATO PROGRAMA 2018\)](#).

Agua suministrada	16,87	hm3
Consumo específico ¹	4,41	kWh/m3
Consumo Total	74,412	GWh

Tabla 3: Datos de la desaladora de Escombreras. Fuente: (INFORME DE EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS. CONTRATO PROGRAMA 2018)

De este informe establecemos que la generación de agua al año es de 16.873.467m3 y para ello consumo un total de 74,411 GWh.

b. Estudio de un sistema flotante para la desaladora de Acuamed en Torrevieja

Los datos de la producción de agua de esta desaladora, nos lo facilita el “Informe Anual de Acuamed”, que es un informe elaborado por Acuamed y apoyado por el Ministerio de transición ecológica. En él se proporciona información de varias desaladoras de España y las conexiones entre embalses y desaladoras.

Agua suministrada	44,26	hm3
Consumo específico¹	3,33	kWh/m3
Consumo Total	147,4	GWh

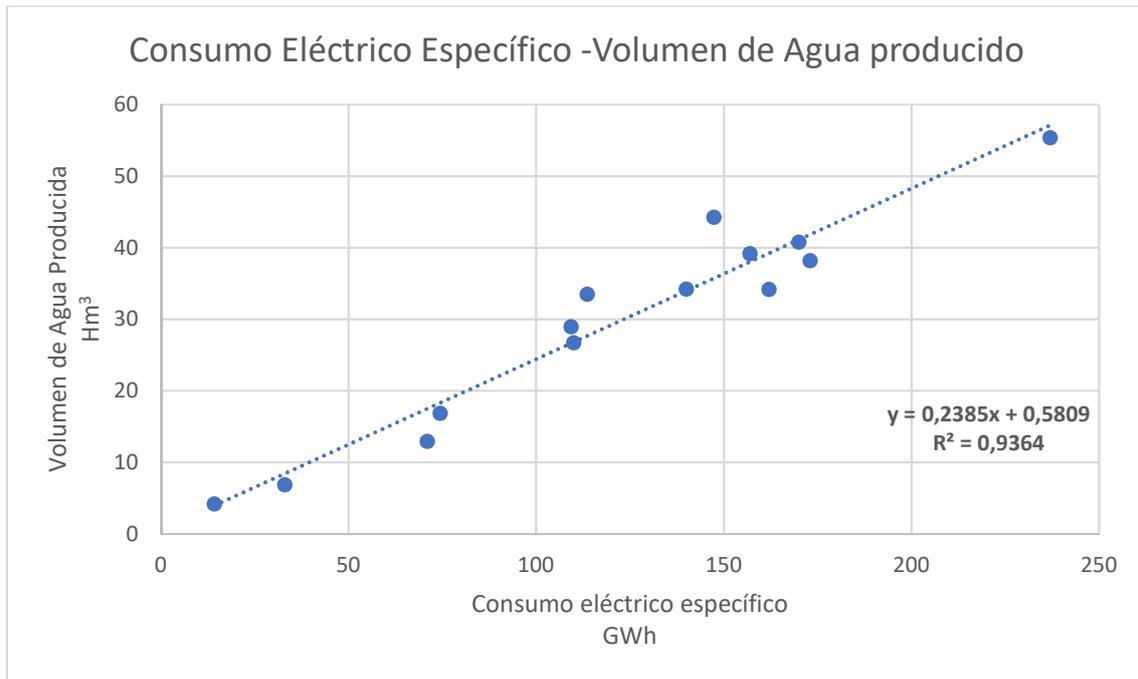
Tabla 4: Datos de la desaladora de Torrevieja. Fuente: (Memoria Acuamed 2015, 2016 y 2017)

¹ incluyendo el consumo correspondiente a la elevación de agua al depósito de regulación

c. *Estudio de un sistema flotante para el Embalse de la Pedrera en Alicante.*

El parámetro limitante en este caso es la superficie de agua que se puede emplear para proyectar el sistema flotante. Por lo tanto no se establecerá una cantidad de agua desalada, sino que se realiza una base de datos de las desaladoras más cercanas al emplazamiento seleccionado y con estos datos establecer una relación entre la energía producida y la cantidad de agua que se puede desalar.

La base de datos esta realizada con varias desaladoras, todas ellas con un sistema de Osmosis Inversa, todo los datos se encuentran en el [ANEXO I: Base de datos de la Desaladoras].



Gráfica 13: Relación lineal entre el Consumo específico de un planta desaladora con el Volumen de Agua de produce. Fuente: (Memoria Acuamed 2015, 2016 y 2017) y (INFORME DE EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS. CONTRATO PROGRAMA 2018)

,donde “x” representan la cantidad de energía eléctrica que una planta desaladora necesita para producir una cantidad “y” de agua dulce.

Como se puede apreciar en la [Gráfica 13] existe una relación lineal entre ambos parámetros, puesto que el coeficiente de determinación (R^2) es aproximadamente la 1, y por lo tanto se deduce que no hay una economía de escala, es decir que aunque la producción de agua dulce de una desalador sea mayor, sus costes energéticos por unidad producida no se reducirán.

Establecemos que nuestra planta desaladora en este caso comprenderá la siguiente relación:

$$y = 0,2385x + 0,5809$$

7. Sistema Flotante

En este apartado determinaremos el sistema flotante más adecuado para nuestro trabajo. Para ello se obtiene los datos medio ambientales de cada localización que se está estudiando y de este modo poder seleccionar el sistema flotante más adecuado para cada caso.

7.1. Obtención de los datos medioambientales.

Los datos de los cuerpos de agua de cada localización son distintos, ya que por ejemplo en el caso que estén situado en el medio del mar necesitaremos la altura media de las olas.

a. Estudio de un sistema flotante para una desaladora de Escombreras de Cartagena

En este emplazamiento es importante determinar la altura media de oleaje. Esta información se puede obtener a través de la página oficial del estado español "Puertos del Estado", en ella se puede seleccionar la boya o punto SIMAR más cercana a nuestra localización seleccionada y obtener los datos que se necesiten.

En nuestro caso el punto más cercano es el Punto SIMAR 611041018 y 20720990 [Imagen 10], que se encuentra un poco al sur de nuestra localización. ([Puertos del Estado, s.f.](#))



Imagen 10: Localización de los puntos de SIMAR 611041018 y 20720990 en la Costa de Cartagena.

Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

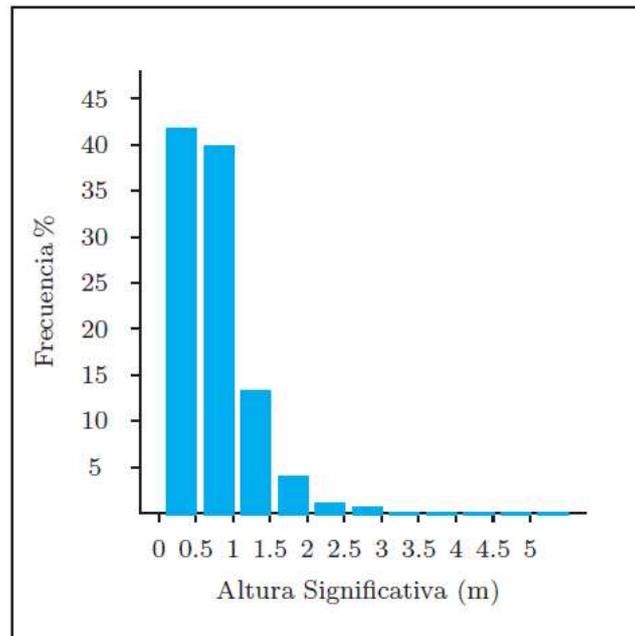
Al seleccionar el punto se puede obtener datos históricos como Oleaje, viento, temperatura del agua, corrientes, salinidad, nivel del mar, agitación, presión atmosférica y temperatura del aire.

En nuestro caso los datos que se necesitan para nuestro sistema flotante son la de oleaje, viento, temperatura del agua y temperatura del aire.

- Altura Significativa

“Es uno de los parámetros más representativos del oleaje. La altura significativa representa la altura de las olas que un observador experimentado apreciaría a simple vista en el punto de medida (no desde la costa), que equivale aproximadamente la altura media del tercio de olas más altas.” Fuente: (Puertos del Estado, s.f.)

Como se puede apreciar en la [Gráfica 14 y Tabla 5], la cantidad de olas en esta localización para que sea inferior a 1,5 metros es mayor del 92%, esto significa que únicamente el 8% de las olas superan los 1,5 metros, y por lo tanto es una buena localización para proyectar un sistema flotante, como ya se verá más adelante nuestro sistema es capaz de aguantar hasta los 1,5 metros de ola.



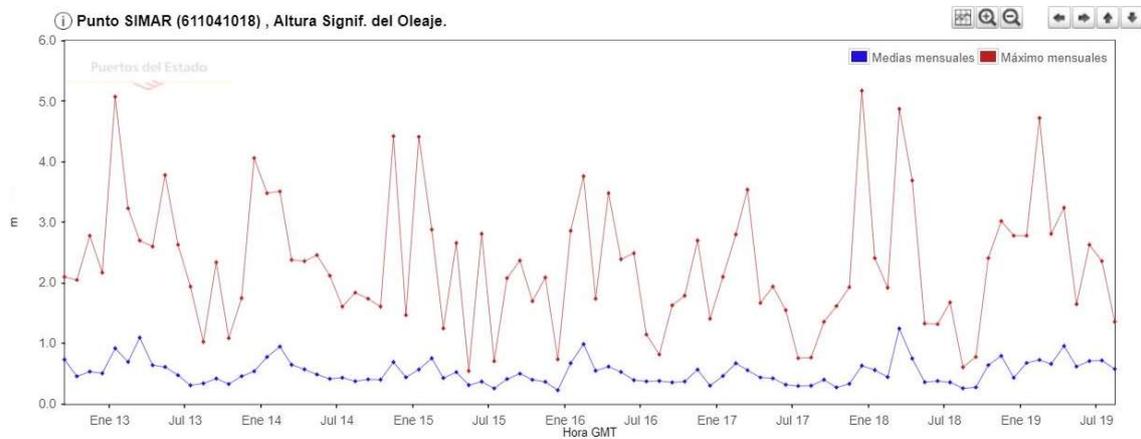
Gráfica 14: La frecuencia que tienen las distintas Alturas Significativas de las olas en la Costa de Cartagena. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.397	7.529	13.996	8.796	5.783	5.998	3.494	1.866	1.626	0.563	50.048
1.0	-	-	0.263	2.898	7.824	7.249	5.564	3.825	1.870	1.004	0.570	31.069
1.5	-	-	-	0.066	1.241	3.788	2.898	1.645	1.187	0.796	0.230	11.851
2.0	-	-	-	-	0.031	1.072	1.497	1.080	0.467	0.331	0.209	4.687
2.5	-	-	-	-	-	0.049	0.451	0.589	0.202	0.157	0.160	1.608
3.0	-	-	-	-	-	-	0.061	0.174	0.129	0.066	0.038	0.467
3.5	-	-	-	-	-	-	0.007	0.061	0.033	0.061	0.021	0.183
4.0	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.023	0.021	0.009	0.059
4.5	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.007	-	0.002	0.014
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	0.009
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.005
Total	-	0.397	7.791	16.960	17.892	17.941	16.477	10.877	5.785	4.065	1.814	100 %

Tabla 5: El periodo que tienen las distintas Alturas Significativas de las olas en la Costa de Cartagena. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

También será importante establecer los valores máximos históricos de altura significativa de ola, ya que en caso de que sean muy elevadas pueden hacer que esta zona no sea la más adecuada.

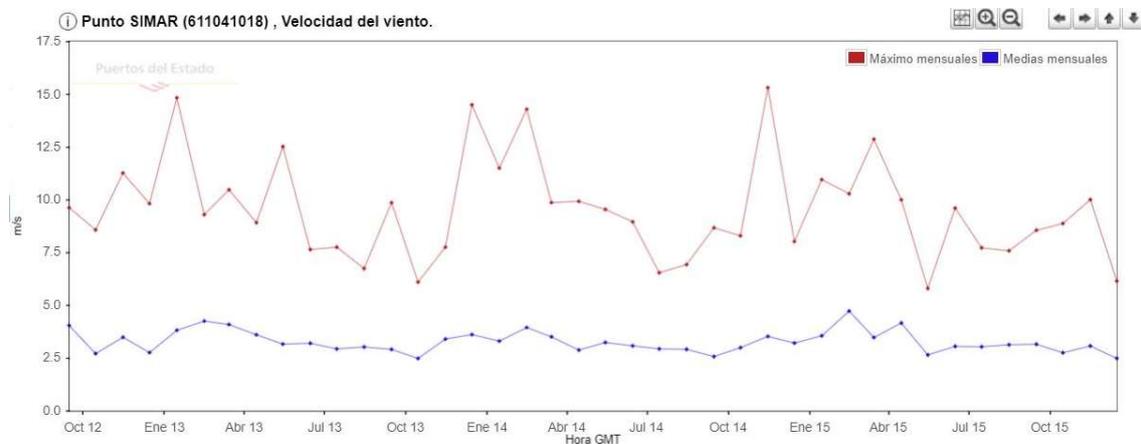
Para ello, en la misma página web se puede conseguir las gráficas de series temporales histórica de la altura significativa de las olas, tanto la máxima, media y mínima [Gráfica 15], donde se puede apreciar que la altura máxima histórica del punto es de 5,17 metros.



Gráfica 15: Registro de las Alturas Significativas del oleaje en la Costa de Cartagena desde 2013 hasta 2019 del punto SIMAR 611041018, donde la máxima cota registrada ocurrió en el año 2018. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

- Velocidad del Viento

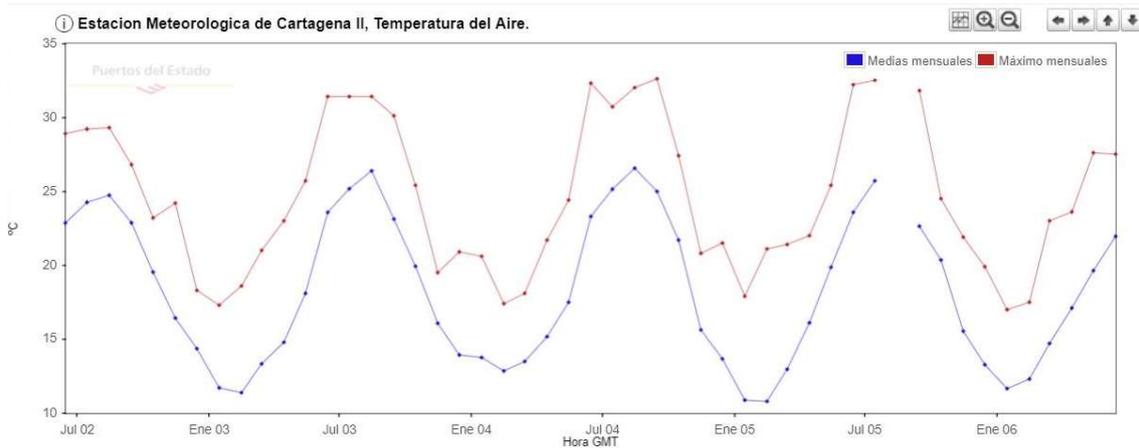
La velocidad máxima producida es de 15,3 m/s, esto se registró a finales de 2014 [Gráfica 16]



Gráfica 16: Registro de las Velocidades del Viento en la Costa de Cartagena desde 2013 hasta 2015 del punto SIMAR 611041018, donde la máxima velocidad registrada ocurrió en el año 2014. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

- Temperatura del aire

La mayor temperatura registrada desde 2001 al 2006 (que es lo que nos permite la página), es de 32,6°C. [Gráfica 17]



Gráfica 17: Registro de las Temperaturas del Aire en la Costa de Cartagena desde 2001 hasta 2006 de la Estación Meteorológica de Cartagena II, donde la temperatura máxima registrada ocurrió en el año 2004.
Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

b. Estudio de un sistema flotante para la desaladora de Acuamed en Torrevieja

En este caso los datos de interés son los mismos que en el apartado 7.1a.

Los puntos de SIMAR son 2076095, que está localizado al Sur de nuestro emplazamiento [Imagen 11].

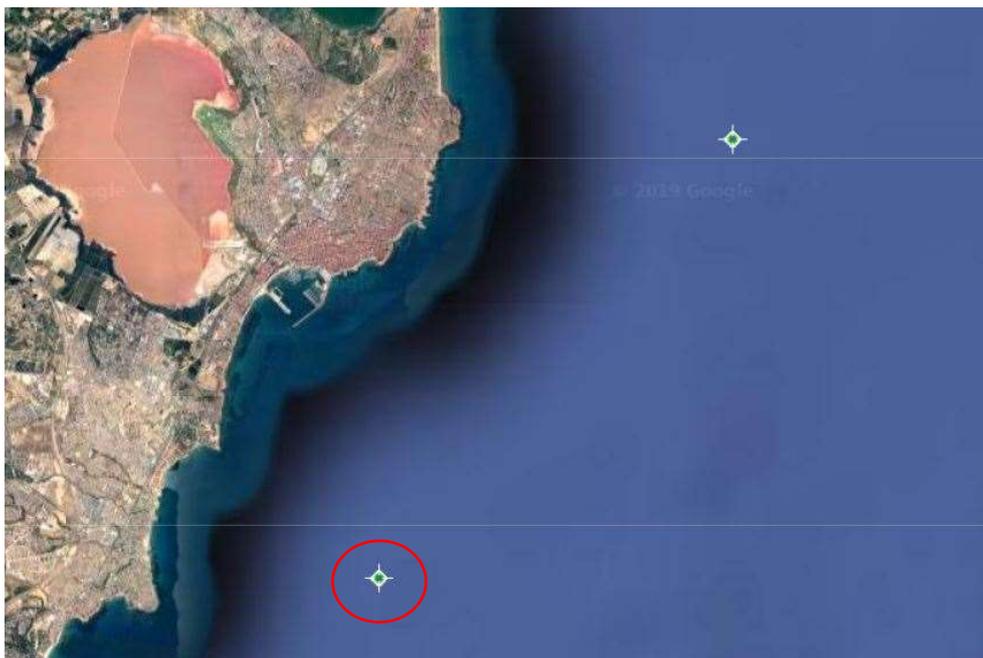
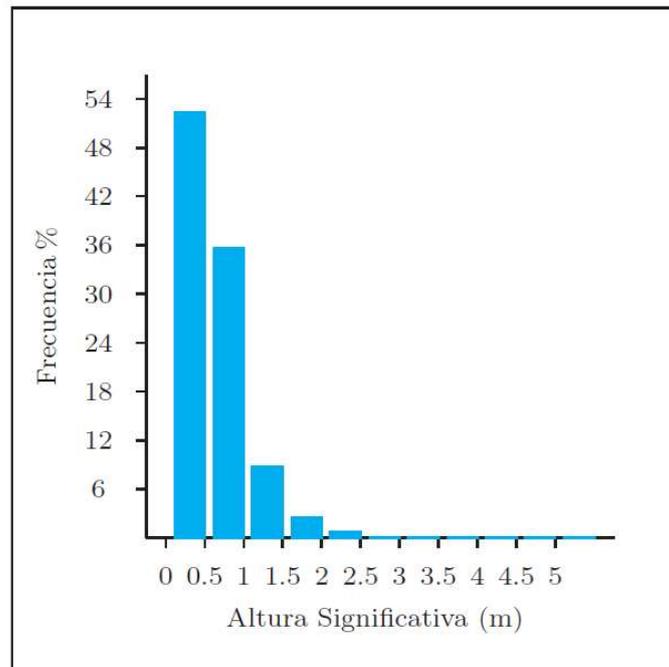


Imagen 11: Localización del punto de SIMAR 2076095 en la Costa de Torrevieja. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

- **Altura Significativa**

En esta localización la cantidad de olas significativas inferiores a los 1,5 metros es del 96,7%, lo que significa que solo el 3,3% de las olas superan el 1,5 metros, y por lo tanto también es una buena zona para colocar un sistema flotante. [Gráfica 18 y Tabla 6]

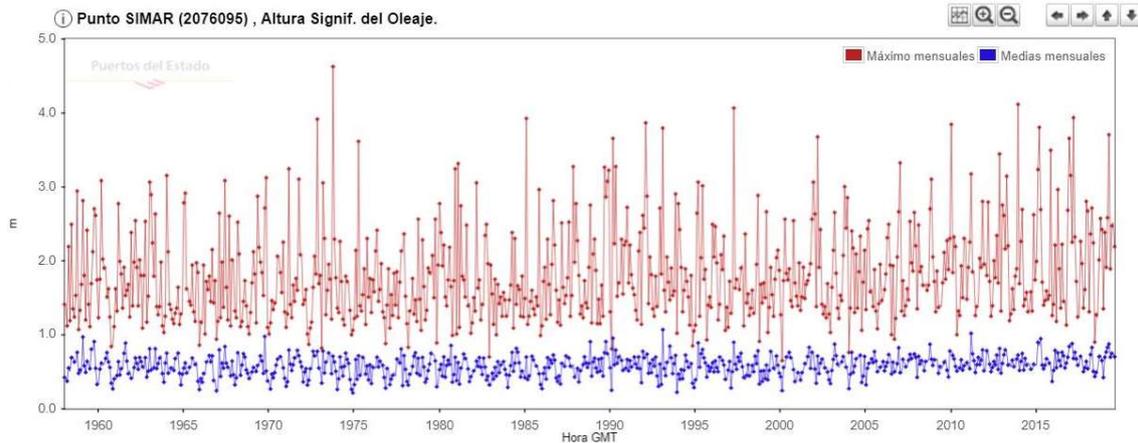


Gráfica 18: La frecuencia que tienen las distintas Alturas Significativas de las olas en la Costa de Torre Vieja. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.220	4.940	10.418	11.818	10.020	7.649	4.245	2.117	0.794	0.166	52.388
1.0	-	-	0.232	2.057	7.771	13.035	6.764	2.762	1.494	1.036	0.503	35.652
1.5	-	-	-	0.028	0.270	2.723	3.891	1.016	0.489	0.245	0.203	8.865
2.0	-	-	-	-	-	0.088	0.905	0.751	0.223	0.131	0.038	2.137
2.5	-	-	-	-	-	-	0.082	0.318	0.149	0.075	0.017	0.642
3.0	-	-	-	-	-	-	-	0.068	0.091	0.050	0.015	0.225
3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.021	0.027	0.012	0.066
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.016	0.002	0.023
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	0.220	5.171	12.503	19.859	25.867	19.291	9.165	4.591	2.376	0.958	100 %

Tabla 6: El periodo que tienen las distintas Alturas Significativas de las olas en la Costa de Torre Vieja. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

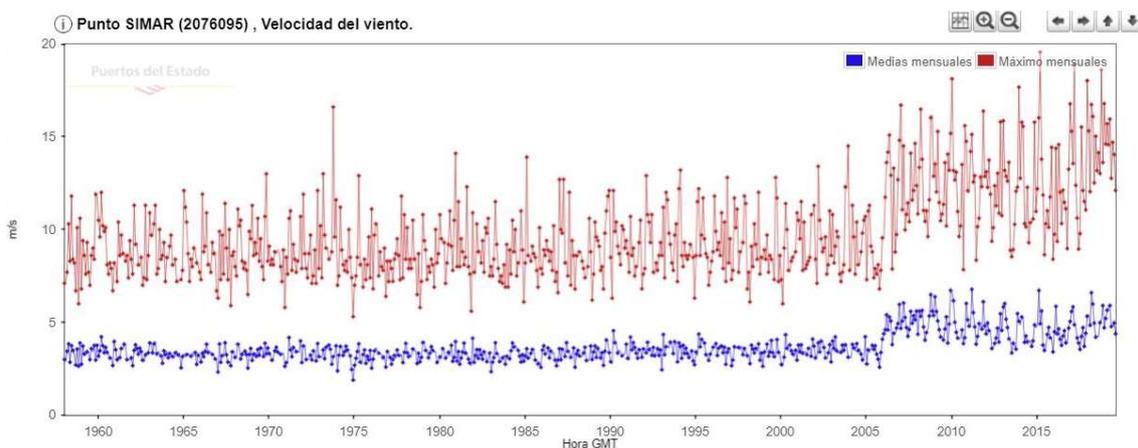
Las mayores velocidades histórica registradas fue en los 70, con una altura de 4,62 metros. [Gráfica 19]



Gráfica 19: Registro de las Alturas Significativas del oleaje en la Costa de Torrevieja desde 1960 hasta 2015 del punto SIMAR 2076095, donde la máxima cota registrada ocurrió en el año 1974. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/por>

- Velocidad del Viento

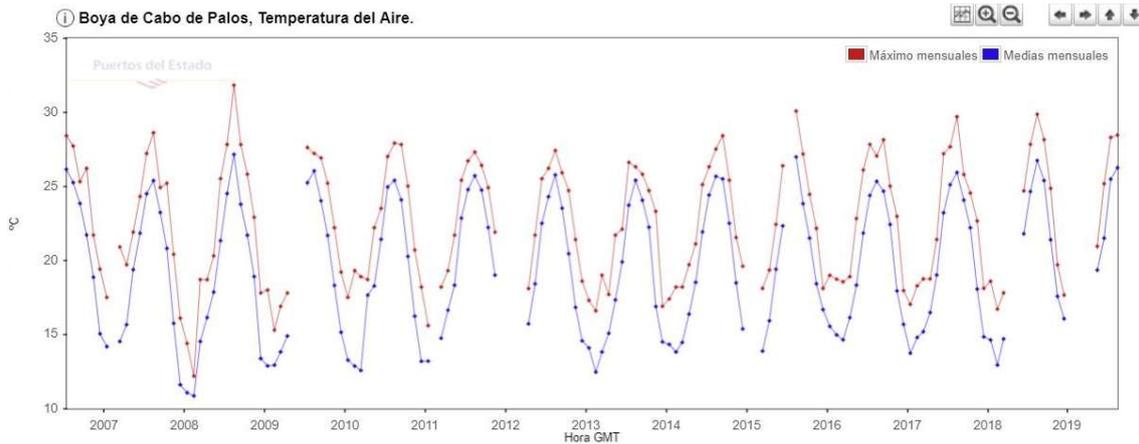
La velocidad máxima producida es de 19,56 m/s, esto se registró en el 2015. [Gráfica 20]



Gráfica 20: Registro de las Velocidades del Viento en la Costa de Torrevieja desde 1960 hasta 2015 del punto SIMAR 2076095, donde la máxima cota registrada ocurrió en el año 1974. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/por>

- Temperatura del aire

La mayor temperatura registrada desde 2007 al 2019 (que es lo que nos permite la página), es de 31,8°C. [Gráfica 21]



Gráfica 21: Registro de las Temperaturas del Aire en la Costa de Torrevieja desde 2007 hasta 2019 la Boya de Cabo de Palos, donde la máxima cota registrada ocurrió en el año 2008. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/por>

c. Estudio de un sistema flotante para el Embalse de la Pedrera en Alicante.

En el caso del embalse necesitaremos los datos de superficie que se puede ocupar por un sistema flotante, es decir la superficie mínima histórica del embalse, así se asegura que el sistema flotante siempre tenga un cuerpo de agua debajo suya.

Estos valores se pueden obtener a través de la página web del ministerio para la transición ecológica de “Confederación Hidrográfica del segura O.A”. En esta página se facilitan los datos de Aportación diaria (m3), desagüe diario (m3), etc. Uno de los parámetros que también nos proporciona es la superficie diaria del embalse, se pueden obtener datos hasta 1994, de aquí se obtiene la superficie mínima registrada, que ocurrió el 2 de Junio de 1995 donde se registró una superficie del embalse de 3.194.296m², por lo tanto este será nuestra área máxima para la ocupación del sistema flotante. (Confederación Hidrográfica del Segura, s.f.)

Otro valor que se necesita es la temperatura máxima del embalse, en este caso seleccionaremos los registros de los últimos 5 años, ya que este parámetro no es un valor que varía mucho en sus máximos. En este caso en el embalse se registró un máxima temperatura de 43^aC, todos estos datos se encuentran en el [ANEXO II: Datos Medio Ambientales del Embalse de La Pedrera].

7.2. Análisis del mercado y selección de los sistemas flotantes fotovoltaicos o simplemente flotantes.

Actualmente no existen muchas empresas que proporcionen este tipo de tecnología, ya que es un producto bastante nuevo en el sector de las energías.

Se ha realizado la búsqueda del producto tanto en el sector nacional como en el internacional, y se ha encontrado muchas dificultades de obtener información de estos sistemas, pero al final se ha seleccionado la empresa “Isifloating”, debido a que es la empresa que más datos nos ha ofrecido y porque es una empresa localizada en alicante, y por lo tanto cerca de cualquiera de los emplazamientos elegidos en el trabajo.

La empresa nos proporciona datos del producto tales como, materiales, dimensiones, modos de sujeción, datos de funcionamiento (velocidad máxima de viento, rango de temperaturas y altura de olas máxima que soportan), etc. Todas las dimensiones y características de los

flotadores se encuentran en el [ANEXO III: Catálogos e Información de los Sistemas Flotantes], a continuación se puede apreciar en [Imagen 12] la forma de los distintos flotadores.

Key components of Isifloating 4.0

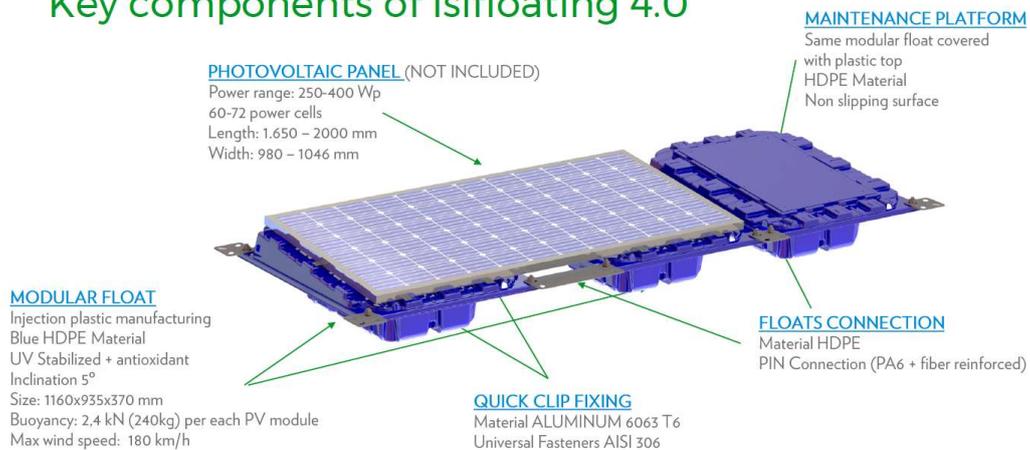


Imagen 12: Dimensiones y forma del sistema flotante, donde se observa los flotadores donde ira colocado el panel fotovoltaico y el flotador para operaciones de mantenimiento. Fuente: Catalogo de Isifloating.

También proporciona datos del incremento de producción de estos sistemas y la reducción de evaporación al aplicar los sistemas flotantes sobre una superficie de agua, estos datos son:

- La producción eléctrica a través de los paneles solares fotovoltaicos es de un 10-15% mayor que las aplicaciones tradicionales sobre tierra
- La reducción de evaporización con estos sistemas puede ser de aproximadamente el 80%

Todos los datos vienen en el [ANEXO III: Catálogos e Información de los Sistemas Flotantes], de allí se obtienen los siguientes valores que son los que se emplearán para el desarrollo del trabajo

- Dimensiones: dependerá del panel solar instalado pero va de los 1,65-2 metros de ancho por panel y 0,935 metros para la plataforma de paso de personal. De largo y alto son de 1,16 metros y 0,37 metros respectivamente.
- El ángulo de inclinación del panel será de 5°.
- El empuje que aguanta cada flotador es de 240kg.
- La velocidad máxima que soporta es de 180km/h.
- Rango de temperaturas de funcionamiento son de -20°C a +60°C.
- Soporta hasta una altura de olas de 1,5m.
- Producción eléctrica mayor, de un 10-15% mayor.
- La reducción de la evaporización será de un 80%.

8. Sistema Fotovoltaico (PV)

En este apartado se determinarán las condiciones ambientales al que estarán sometidos los paneles solares fotovoltaicos. También se calculará la cantidad de energía eléctrica bruta que los paneles fotovoltaicos son capaces de producir en las localizaciones seleccionadas.

8.1. Obtención de los datos medio ambientales.

Aquí se obtendrá los valores medio ambientales que se necesitarán para el posterior cálculo de la energía eléctrica producida de los paneles. Los valores que se emplean para el cálculo son el de la Irradiación que reciben los paneles a una inclinación fijada de 5° en la localización seleccionada. También se necesitará la temperatura media diaria, ya que a través de este dato se podrá calcular la pérdidas debidas al aumento de temperatura de los paneles fotovoltaicos.

Todos estos datos se obtienen a través de PVGIS. Para obtener estos datos tenemos que seleccionar en el mapa nuestra localización, posteriormente seleccionar la opción “*Monthly Data*”, luego introducir el rango de años de datos que se requiera y por último seleccionar los resultados que se quieran obtener de irradiaciones y temperaturas. Finalizado este paso se le da a “Visualizar Resultados” y descargamos el informe, el informe están adjuntados en él [*ANEXO IV: Datos Medio Ambientales de los paneles fotovoltaicos*].

Además de plasmar los datos obtenidos, se representará juntos todos los datos obtenido para poder evaluar la diferencia ambiental de cada escenario planteado.

Para la obtención de los datos ambientales

a. Estudio de un sistema flotante para una desaladora de Escombreras de Cartagena

	Irradiación horizontal	Irradiación para el ángulo de inclinación fijado	Temperatura media (de día)
Mes	kWh/m ² /mes	kWh/m ² /mes	°C
Ene	83,2	93,4	12,7
Feb	101	109	13,1
Mar	166	176	13,4
Abr	190	196	15,8
May	230	233	18,3
Jun	242	243	23,1
Jul	236	238	24,8
Ago	223	228	24,4
Sep	175	183	23,2
Oct	126	135	19,7
Nov	91,6	102	15
Dic	63,1	71,1	12,2
Total	1926,9	2007,5	17,975

Tabla 7: Datos de Irradiación y Temperatura de la zona de Escombreras de Cartagena. Fuente: PVGIS

b. Estudio de un sistema flotante para la desaladora de Acuamed en Torrevieja

	Irradiación horizontal	Irradiación para el ángulo de inclinación fijado	Temperatura media (de día)
Mes	kWh/m ² /mes	kWh/m ² /mes	°C
Ene	74,5	83,1	15,1

Feb	94,5	102	15,1
Mar	155	164	14,8
Abr	178	183	16,2
May	213	216	18,4
Jun	238	239	22
Jul	235	236	24,3
Ago	217	222	24,8
Sep	167	175	24,5
Oct	120	129	21,9
Nov	82,6	91,5	17,8
Dic	60,1	67,6	14,9
Total	1834,7	1908,2	19,15

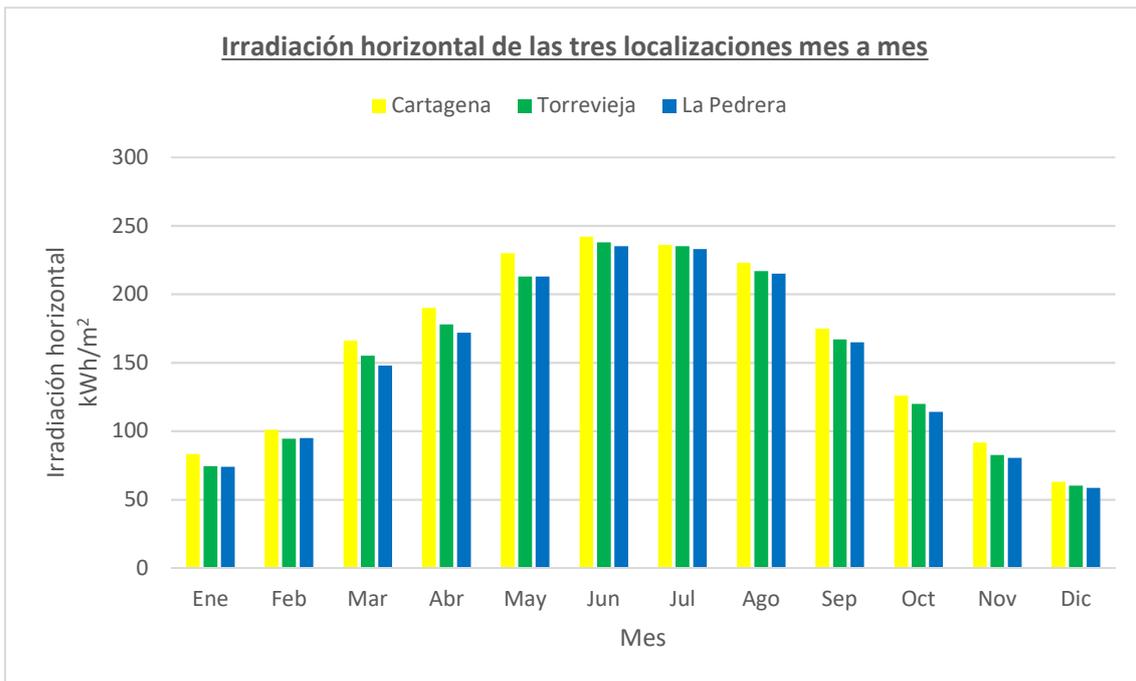
Tabla 8: Datos de Irradiación y Temperatura de la zona del Puerto de Torrevieja. Fuente: PVGIS

c. Estudio de un sistema flotante para el Embalse de la Pedrera en Alicante.

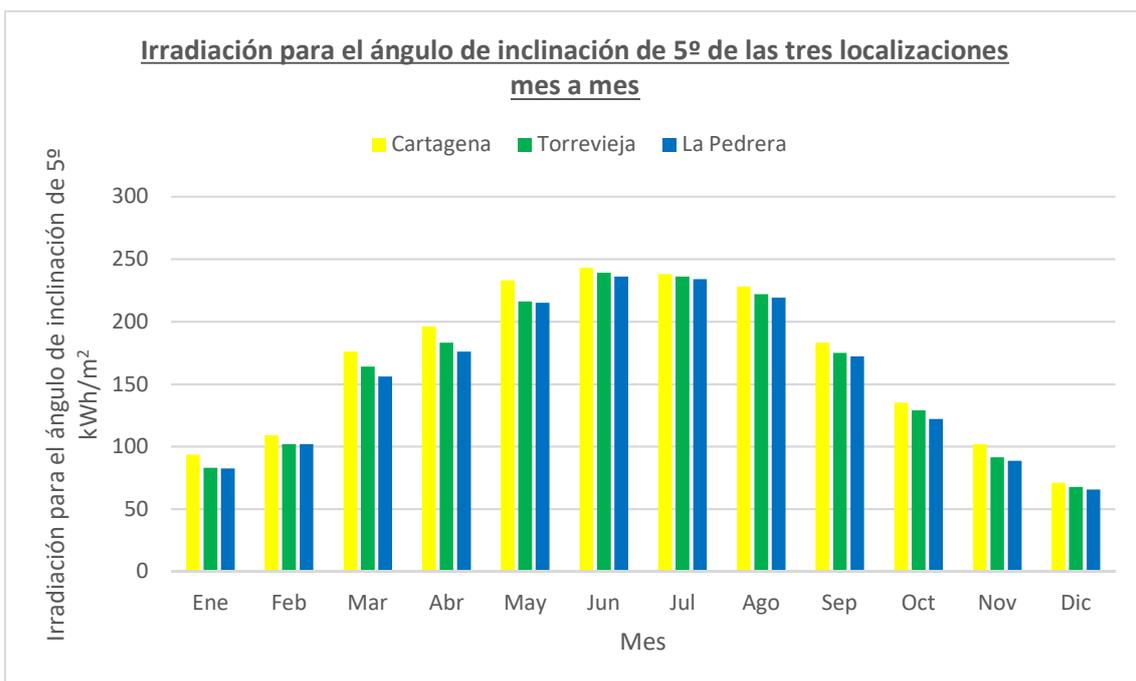
	Irradiación horizontal	Irradiación para el ángulo de inclinación fijado	Temperatura media (de día)
Mes	kWh/m ² /mes	kWh/m ² /mes	°C
Ene	73,9	82,5	13,8
Feb	94,9	102	14,2
Mar	148	156	14,4
Abr	172	176	16,6
May	213	215	19,1
Jun	235	236	23,8
Jul	233	234	25,7
Ago	215	219	25,4
Sep	165	172	24,4
Oct	114	122	20,9
Nov	80,4	88,6	16,2
Dic	58,5	65,7	13,3
Total	1802,7	1868,8	17,875

Tabla 9: Datos de Irradiación y Temperatura de la zona del Embalse de La Pedrera. Fuente: PVGIS

Ahora aquí al final se incluirá tres gráficas que resuman los datos para las tres localizaciones: una gráfica para la irradiación media mensual tanto para el caso de una posición horizontal como para el ángulo fijo del panel a 5º y la otra para las temperaturas, de modo que se pueda apreciar las pequeñas diferencias entre las localidades.

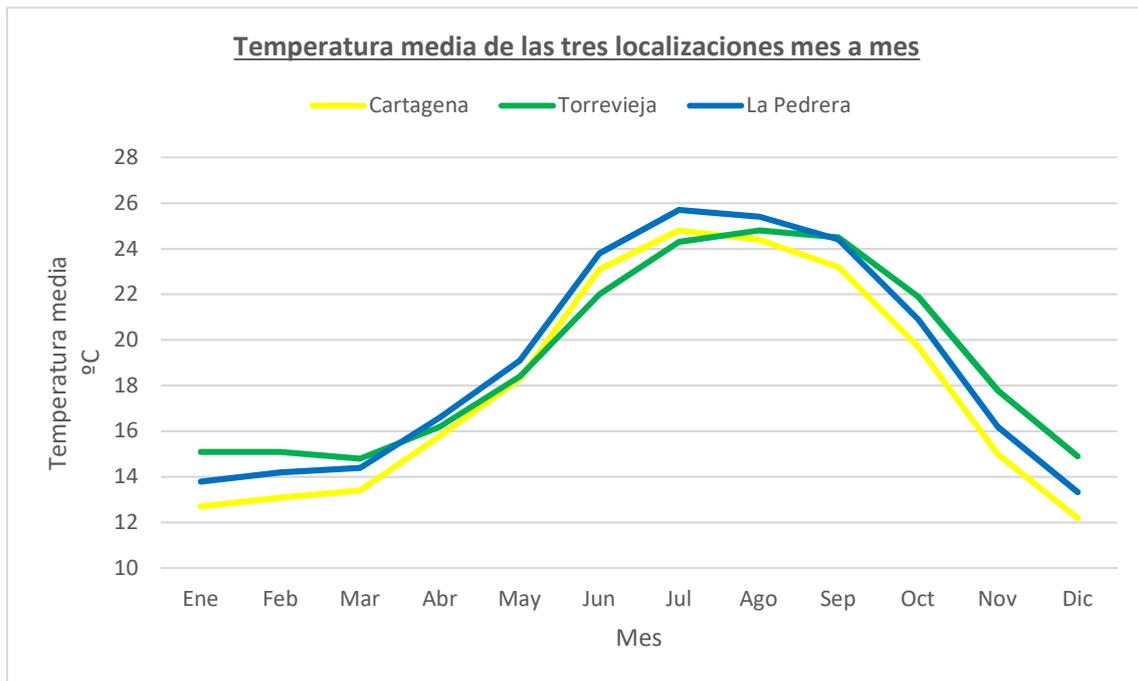


Gráfica 22: Irradiación media horizontal de las tres localizaciones representadas mes a mes. Fuente: PVGIS.



Gráfica 23: Irradiación media para un ángulo de inclinación fijo de 5º de las tres localizaciones representadas mes a mes. Fuente: PVGIS.

Como se puede apreciar en las [Gráfica 22 y Gráfica 23] la irradiaciones medias son bastante similares en las tres localizaciones durante todo el año, aunque cabe destacar que las irradiaciones medias en Cartagena son mayores que el resto durante todo el año y las del Embalse son las más bajas.



Gráfica 24: Temperatura media de las tres localizaciones representadas mes a mes. Fuente: PVGIS.

En cuanto a las temperaturas, Cartagena tiene las más bajas desde Agosto hasta Mayo, lo cual implica que tendrá la menor pérdida por temperatura durante diez meses al año, mientras que en Torrevieja se obtienen las mayores temperaturas desde Septiembre hasta Marzo es decir durante 7 meses. En el Embalse se obtienen las mayores temperaturas de Abril a Agosto, es decir que tendrá las mayores pérdidas por temperatura en los meses que hay mayor irradiación.

8.2. Análisis del mercado, selección de los sistemas PV y cálculo de la generación eléctrica máxima o bruta de los paneles.

Actualmente existen en el mercado varias empresas que realizan sistemas fotovoltaicos flotantes, pero el problema radica en que la mayoría de ellas únicamente te proporciona el sistema flotante y no incluyen la instalación completa con los paneles solares y cableado.

Para el trabajo se ha seleccionado un panel solar a través ([Autosolar, s.f.](#)), que es un distribuidor de sistemas solares fotovoltaicos, el panel elegido es el "WS 325 Aditya Series Poly" de la marca *Waaree*, sus características se hallan en el [ANEXO V: Catálogo del panel fotovoltaico y del inversor]. Se ha seleccionado este panel debido a que en sus especificaciones nos indica que tiene protección contra la niebla salina, el cual será una propiedad buena para el medio en donde se encuentran nuestras plantas flotantes fotovoltaicas. Las características del panel son las siguientes:

- Potencia pico de **325 Wp**.
- Dimensiones de 1,96 x 0,99 x 0,042m, que son medidas que entran en las dimensiones de nuestro sistema flotante.
- Un peso de 22,5 kg.

Seleccionado ya el panel del trabajo, se puede estimar a través de PVGIS la potencia bruta o máxima de un panel solar proyectado en cada localización.

Para ello se vuelve a PVGIS donde seleccionado ya la localización en este caso nos vamos a la opción de "Grid Connected", donde introduciremos el tipo de panel solar fotovoltaico empleado,

en nuestro caso un “*Crystalline silicon*”. También colocamos el ángulo de inclinación de 5° y orientado hacia el sur (“*Azimuth*”=0). Por último introducimos la potencia de nuestro panel seleccionado de 0,325kWp, y se considera que las pérdidas son nulas, ya que para realizar una comprobación no será necesarias ya que serán las mismas en todas las localizaciones elegidas.

Establecidas estas condiciones de trabajo se obtiene las siguientes producciones anuales de los paneles:

Escombreras Cartagena	571	kWh
Puerto Torrevieja	576	kWh
Embalse de la Pedrera	549	kWh

Tabla 10: Energía producida por un panel fotovoltaico de 350Wp con una inclinación de 5° en las diferentes localizaciones seleccionadas en el trabajo. Fuente: PVGIS

Como se puede apreciar, para las mismas condiciones de funcionamiento el Puerto de Torrevieja es la mejor localización para colocar los paneles ya que es donde más energía se puede producir.

A partir de estos datos se puede realizar una estimación del tamaño de la planta para cada caso, teniendo en cuenta las siguientes características de operación:

- ✓ Las **pérdidas totales** de una planta fotovoltaico en tierra son de **entono al 20%** y para el trabajo como estimación inicial se establecerá que las pérdidas totales de una planta fotovoltaica flotante son iguales al de uno en tierra
- ✓ Se establece que la **producción de los paneles solares en un sistema flotante es de un 10% mayor que en tierra**, debido al efecto refrigerante del agua donde flota, esta refrigeración se traduce en una menor pérdida por temperatura y por lo tanto una mayor producción. Este valor viene dado por el fabricante de los artefactos flotantes, que estima que este aumento de la producción va de un 10% a 15% [*ANEXO III: Catálogos e Información de los Sistemas Flotantes*]. También se ha obtenido este valor a través del (Marco Rosa-Clot, 2017), nos dice que un sistema flotante es capaz de aumentar la producción hasta un 10%.
- ✓ El área a proyectar es la suma de las áreas del Flotador donde va el panel que son de 2,32m² (2m de largo y 1,16 de ancho) más el del Flotador de Mantenimiento que es de 1,085m² (0,935m de largo y 1,16 de ancho).

Con estos parámetros seleccionados, se puede llegar a **estimar los tamaños mínimos necesarios de nuestras plantas flotantes fotovoltaicas para cubrir la demanda total de energía de las desaladoras**, el de Cartagena será de 0,493km² y el de Torrevieja de 0,968 km², lo que equivale a 78 y 153 campos de futbol respectivamente.

	Consumo anual GWh	Potencia de 1 panel kWh	Pérdidas Totales (20%-10%)	Producción de un panel kWh	Numero paneles	Área necesaria (m2)
Cartagena	74,41	571	10%	513,9	144.795	492.968,06
Torrevieja	147,4	576	10%	518,4	284.337	968.051,77

Tabla 11: Estimación de los tamaños de las plantas en función de la demanda de energía eléctrica total de las desaladoras.

A continuación se puede apreciar aproximadamente cual sería el tamaño de estas instalación. [*Imagen 13 e Imagen 14*]



Imagen 13: Tamaño estimado de la planta flotante fotovoltaica en el caso de proyectarlo en Cartagena y alimentar la desaladora de Escombreras. Fuente: Google Maps

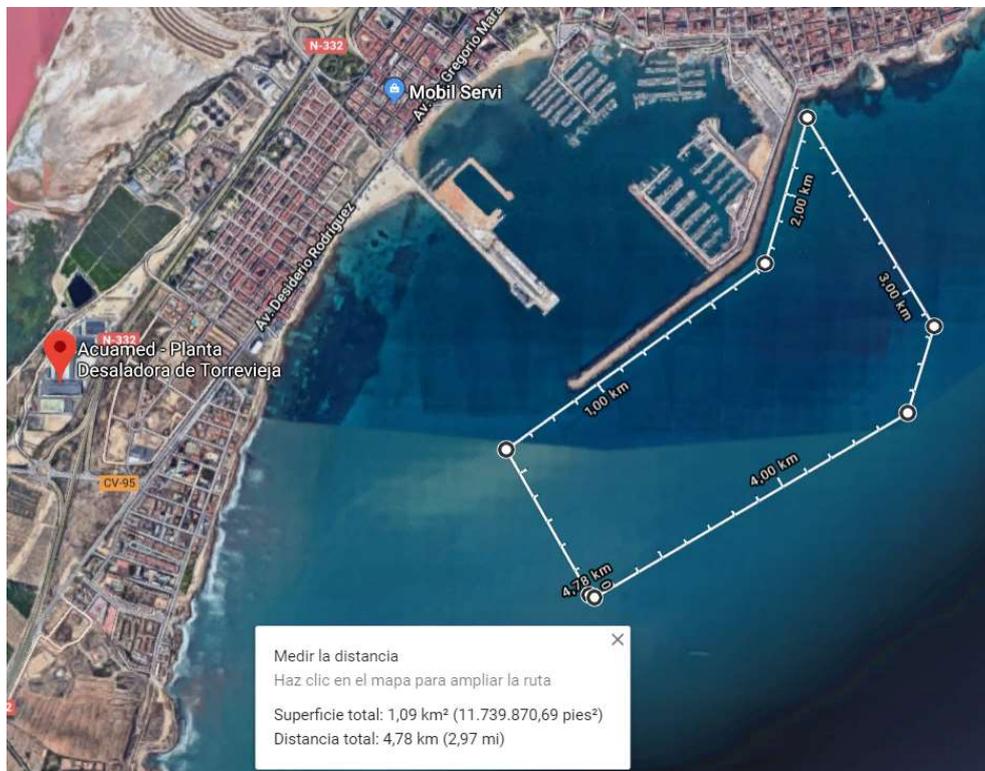


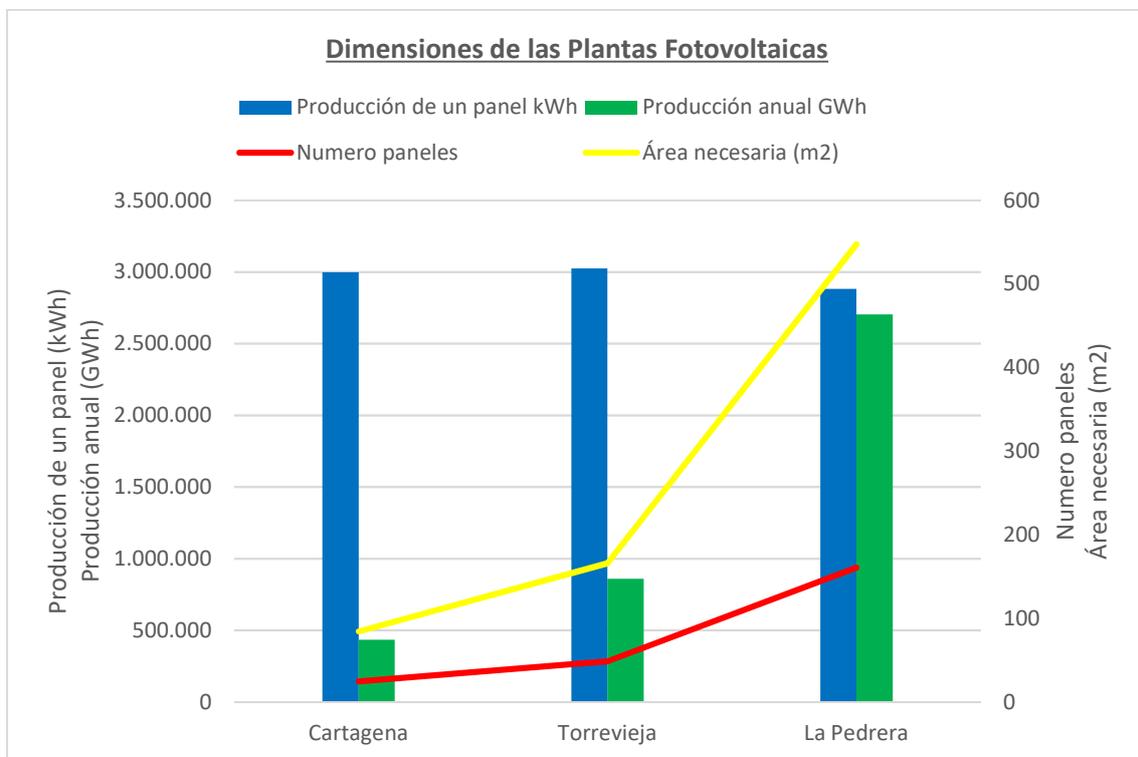
Imagen 14: Tamaño estimado de la planta flotante fotovoltaica en el caso de proyectarlo en Torre Vieja y alimentar la desaladora de Torre Vieja. Fuente: Google Maps

En el caso del embalse ya tenemos un tamaño máximo del sistema flotante, y por lo tanto se puede estimar la energía bruta que se puede obtener en un año. La producción anual en este caso es de 463,58GWh al año. [Tabla 12].

	Área necesaria (m ²)	Numero paneles	Potencia de 1 panel kWh	Pérdidas Totales (20%-10%)	Producción de un panel kWh	Producción anual GWh
Embalse	3.194.296	938.230	549	10%	494,1	463,58

Tabla 12: Estimación de la producción máxima de la planta en función del tamaño del Embalse de la Pedrera.

A continuación se representa las dimensiones de cada planta fotovoltaica [Gráfica 25], donde se puede apreciar por ejemplo que se puede producir tres veces la cantidad de eléctrica que demanda anualmente la planta desaladora de Torre Vieja en el Embalse de La Pedrera.



Gráfica 25: Dimensiones de las plantas fotovoltaicas en las tres localizaciones seleccionadas. También se aportan los datos de producción de energía eléctrica de un panel fotovoltaico, la producción anual y el número de paneles de cada localización.

9. Sistema Completo

En este apartado se analizará los datos obtenidos en los puntos anteriores, para así seleccionar en primer lugar la localización más ideal para instalar el sistema flotante fotovoltaico.

Una vez seleccionado la localización se realiza un prediseño y dimensionado del sistema, un estudio de los sistemas auxiliares y del cableado, un balance energético más específico y completo y el coste del proyecto.

9.1 Sistema Seleccionado

En este punto del trabajo se presenta la elección de la localización para instalar el sistema flotante fotovoltaico. El lugar más idóneo es en el Embalse de la Pedrera debido a las siguientes causas:

- ❖ Ningún Tráfico Marítimo, tanto las zonas costeras de Cartagena y de Torrevieja son lugares con mucho tránsito marítimo, y el proyectar aquí la planta fotovoltaica puede atraer complicaciones, este problema no lo tiene el embalse ya que aquí no hay circulación de naves o barcos
- ❖ No tiene Impacto Visual, las costas de Torrevieja son zonas con mucho turismo y mueve una gran economía en esta ciudad, el intentar establecer el sistema flotante aquí, tiene el problema que influya negativamente sobre el turismo.
- ❖ No tiene oleaje, Como se ya se vio en la descripciones del artefacto flotante, este soportaba hasta olas de hasta 1,5m, y aunque el 92% de las olas en Cartagena y el 96,7% de las olas en Torrevieja era n inferiores a los 1,5m, las alturas máximas registradas son de 5,17m y 4,62m respectivamente, lo que implica que puede ocurrir que las olas lleguen a ser más de 3 veces superiores que las que nos limita el fabricante, y por lo tanto se tendría que realizar unas pruebas de mar más específicas para este tipo de instalación para poder asegurar el correcto funcionamiento del sistema. Este problema no lo tenemos con el embalse, ya que aquí prácticamente no hay oleaje.
- ❖ Temperatura, aunque la temperatura en el Embalse es algo mayor que en las zonas costeras (provoca una disminución de la eficiencia de los paneles), todas las localizaciones están dentro de los rangos límites establecidos por el fabricante.
- ❖ Reducción de evaporización de agua dulce, en los dos casos de establecer el sistema flotante en el mar sí que reduce la evaporización de agua de mar, que es un resultado ecológico pero no económico. En el caso del Embalse la reducción de la evaporización provocaría tanto resultados ecológicos como económicos, ya que al reducir la evaporación del embalse se reducirá las necesidades de transvases y/o cantidad de agua desalada de la desaladoras.

9.2 Prediseño del sistema y dimensionamiento

En este apartado se realizará un prediseño del sistema flotante fotovoltaico en el Embalse de la Pedrera. Para ello se determina en primer lugar cual va a ser el tamaño de la instalación y en segundo lugar determinar cómo van a ser las conexiones en serie y en paralelo de la instalación.

1. Selección del Tamaño de la Instalación

En primer lugar se establece cuál va a ser la producción eléctrica objetivo, la producción de 412 GWh anuales sería la meta final del embalse, que sería cubrir . Para que el cálculo del trabajo y para que las dimensiones de la instalación no sean excesivamente grandes se seleccionará una producción inferior, en este caso se ha elegido una producción de 75GWh anuales, que es un buen valor inicial puesto con esta producción se podría suministrar el 100% de la demanda energética de una planta desaladora similar a la desaladora de Cartagena (74,41 GWh anuales), en el caso de instalar una nueva desaladora, o proporcionar la mitad de la demanda energética anual de la desaladora de Torrevieja (147,4 GWh anuales), en el caso de alimentar generar electricidad directamente a la planta desaladora

En todo caso, si posteriormente se quiera aumentar la instalación fotovoltaica flotante, existe la posibilidad de hacerlo, ya que este tipo de articulo flotante se le puede seguir instalando más flotadores (el propio fabricante lo vende de ese modo)

Con el dato de la producción eléctrica anual se puede estimar aproximadamente el tamaño de nuestra instalación [tabla], donde se aprecia que es algo superior a los 500.000m²

	Consumo anual GWh	Potencia de 1 panel kWh	Pérdidas Totales (20%-10%)	Producción de un panel kWh	Numero paneles	Área necesaria (km2)
Embalse seleccionado	75	549	10%	494,1	151.792	0,523

2. Selección del Inversor

La planta fotovoltaica al tener más de 150.000 paneles con una potencia pico de 325Wp por panel, lo que implica que la planta tiene una potencia pico superior a los 48MWp. Esta gran potencia pico se traduce en la necesidad de instalar varios inversores a lo largo del sistema flotante. Como no se ha seleccionado todo el área del Embalse, con el pensamiento de que en un futuro la instalación se pueda ampliar, hay que realizar una configuración de paneles con inversores de manera inteligente.

En el trabajo se ha dividido el área proyectado de los paneles en varios subsistemas de cierta cantidad de potencia, es decir que la instalación está configurada por varios subsistemas en función del inversor instalado para cada subsistema.

Para la selección del inversor se ha elegido la marca INGECON® SUN 100T, ya que en su catálogo tienen inversores que funcionan con varios rangos de potencia, desde los 53kW hasta los 110kW [*ANEXO V: Catálogo del panel fotovoltaico y del inversor*].

Se empieza por determinar el número de paneles en serie en uno de los subsistemas, para ello se dividió el **límite máximo de la tensión de entrada del inversor**, que viene en la hojas de características del inversor(Anexo), y que en este caso es de 1100V, entre la **tensión de circuito abierto del panel fotovoltaico** (dato de las características del panel [*ANEXO V: Catálogo del panel fotovoltaico y del inversor*]), también se le ha aplicado un **factor de seguridad** de 1,2, para asegurar que la instalación función en caso de que se produzcan picos de tensión. Por lo tanto el subsistema puede albergar en total 20,21 paneles en serie, como un panel no se puede dividir se instalará **20 paneles en serie** de modo que cumpla todos los requisitos implementados. [*ANEXO VI: Características del Subsistema*]

Para calcular el número de ristras realizará exactamente lo mismo, pero con la **corriente límite de entrada del inversor**, que es de 185A y la **corriente de corto circuitos del panel fotovoltaico**, que es de 9,55A. En este caso nos sale teniendo en cuenta el factor de seguridad, unos 16,14 de ristras en paralelo, y que por lo tanto el subsistema se les instalarán 16 ristras en paralelo. Todos estos cálculos se encuentran en el [\[ANEXO VI: Características del Subsistema\]](#).

Una vez determinados estos dos valores, ya se puede conocer el número de paneles de los subsistemas, que en este caso será de **320 paneles por subsistema** y una **potencia de pico de 104kWp**. Por lo tanto el inversor más adecuado es el de potencia nominal de 105kWp. Todos estos cálculos se encuentran también en el [\[ANEXO VI: Características del Subsistema\]](#).

Determinados estas dos características de la instalación se pretenderá realizar un diseño de uno de los subsistemas en una escala de 1:1 en el programa de Catia V5 donde se establecerá:

- ❖ Los artefactos flotantes, se ha diseñado tanto el flotador donde va el panel fotovoltaico como el de mantenimiento (las dimensiones de estos objetos nos lo proporcionan el fabricante), los flotadores grises son los de mantenimiento y los amarillos son donde van los paneles fotovoltaicos como se puede observar en la [\[Imagen 15\]](#).

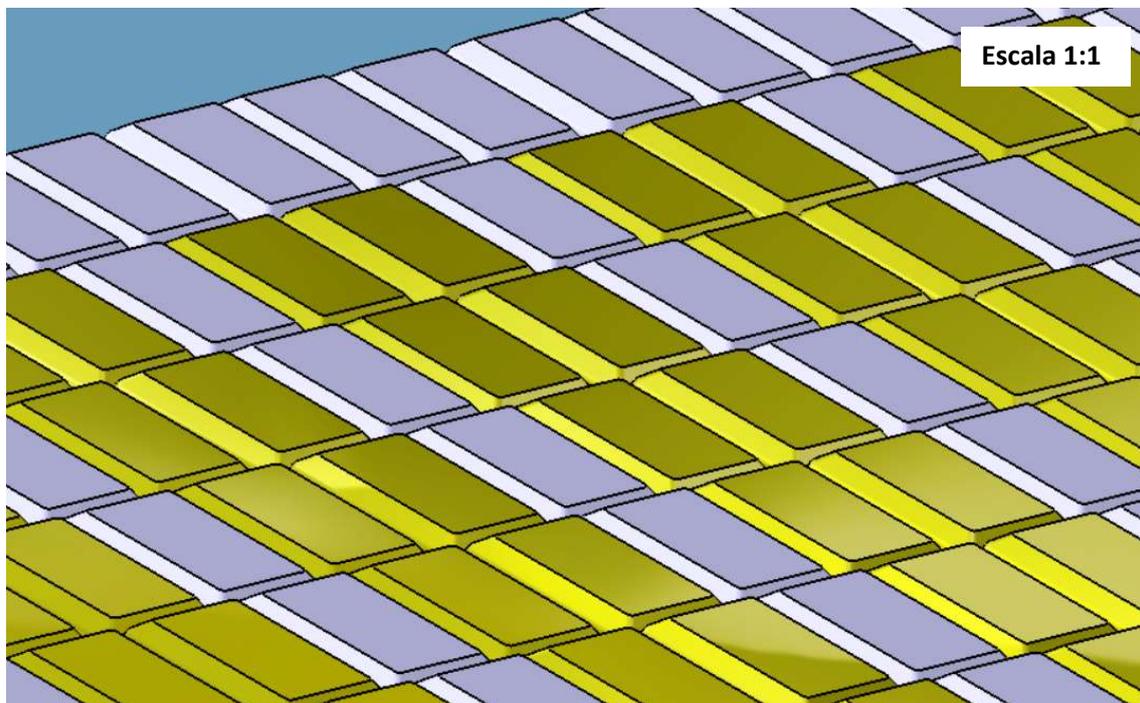


Imagen 15: Representación de los flotadores de la Planta flotante fotovoltaica, donde los paneles fotovoltaicos van sobre los flotadores amarillos y los grises son los de mantenimiento. Fuente: Catia V5

- ❖ Subsistema Completo, como se puede apreciar en [Imagen 16] se ha añadido los sistemas fotovoltaicos sobre los flotadores, también se ha localizado un lugar para el inversor, y de este modo se ha logrado dimensionar por completo el subsistema.

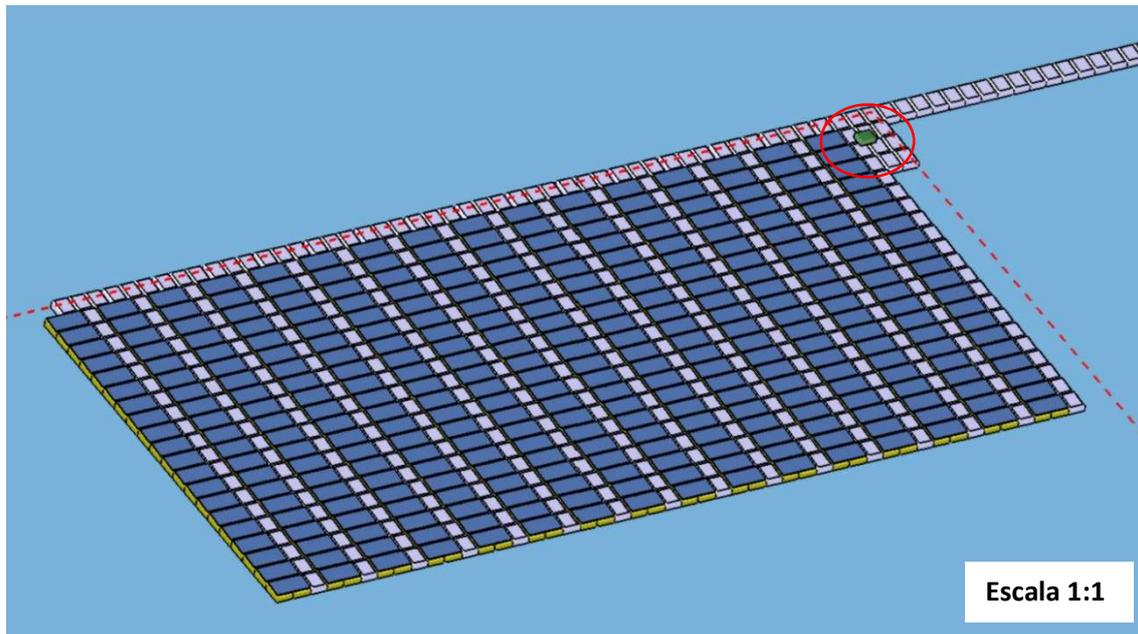


Imagen 16: Representación de un subsistema de la Planta flotante fotovoltaica, donde se aprecia los paneles, los flotadores y en el círculo rojo es el inversor del subsistema. Fuente: Catia V5

El subsistema por lo tanto tiene las siguientes características:

Sistema Fotovoltaico

Número total de paneles	320	
Número de paneles en serie (en cada ristra), N_s:	20	
Numero de ristras en paralelo, N_p:	16	
Potencia Pico	104.000	Wp

Características del Inversor

Potencia nominal	105.000	W
Voltaje limite (input)	1100	V
Corriente limite (input)	185	A
Voltaje limite (output AC)	400	V
Corriente limite (output AC)	145	A
Eficiencia (máxima):	99,1	
Eficiencia (Europea):	98,5	

Dimensiones del Sistema

Numero de flotadores totales	968	
Longitud total	48,83	m
Ancho Total	24,36	m
Área total	1189,4988	m ²

- ❖ Acceso a la instalación y conexión a tierra, también se le ha proyectado al sistema un acceso a la instalación, que es sencillamente unos flotadores conectados entre sí hasta la orilla del embalse. Estos flotadores también servirán como guía para el cableado de todo el sistema:

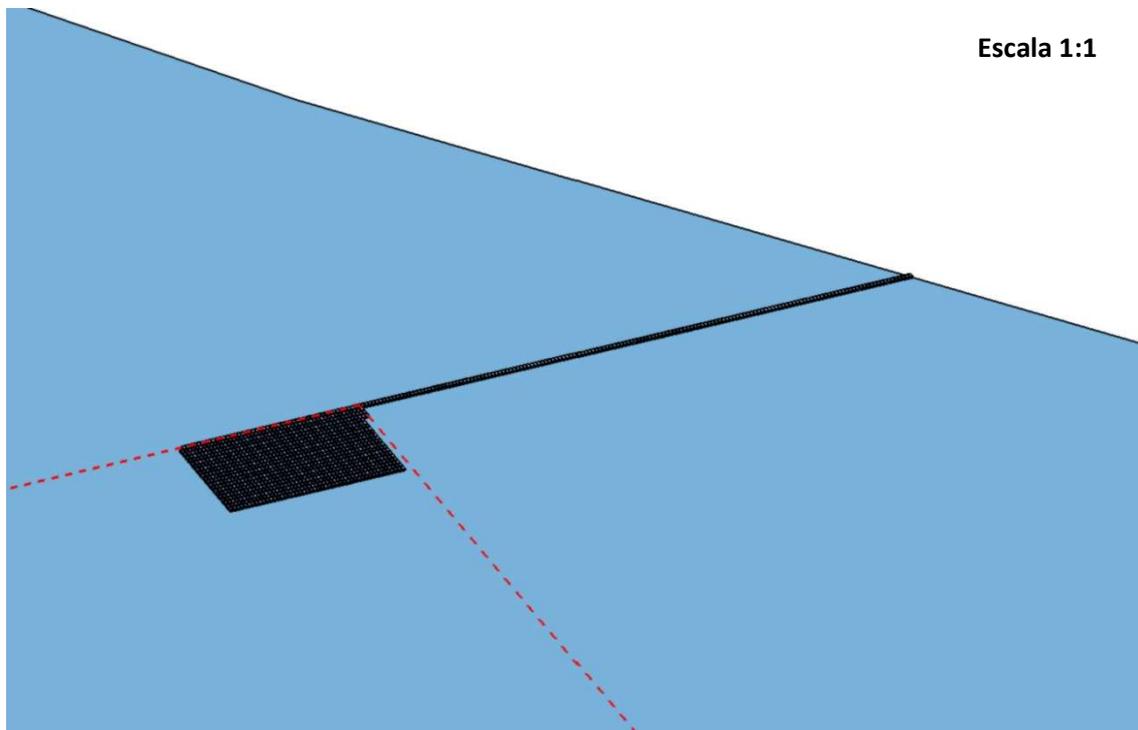


Imagen 17: Representación del subsistema de la Planta flotante fotovoltaica que tiene el acceso hacia la instalación desde Tierra. Fuente: Catia V5

- ❖ Sistema Completo, a través de Google Maps se ha obtenido el contorno o forma del embalse, el cual se ha escalado en el programa de Catia V5 hasta semejarlo a su tamaño natural. Además de ver el contorno del embalse también se puede apreciar el tamaño seleccionado para proyectar el sistema flotante.

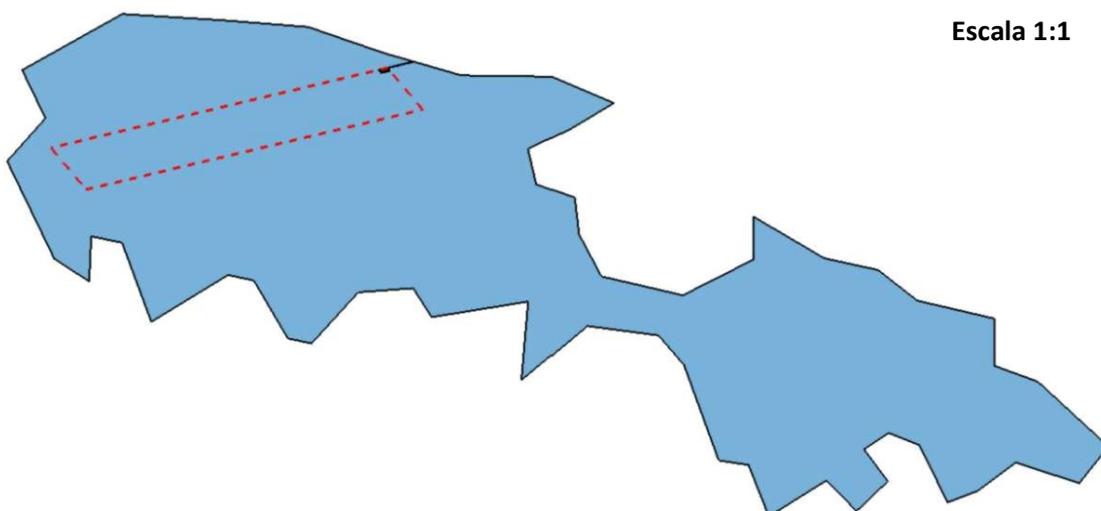


Imagen 18: Representación la Planta flotante fotovoltaica sobre el Embalse de La Pedrera. Fuente: Catia V5

Conocido el tamaño de uno de los subsistemas, con los datos del número de paneles de un subsistema y la cantidad de paneles necesarios para producir los 75GWh (apartado 9.2-1), se puede realizar una estimación de la cantidad de subsistemas que se necesita.

Obtenido este valor se establece cuantos subsistemas irán a lo ancho, en este caso se ha seleccionado 14, y con este valor automáticamente se establece cuantos pueden ir a lo largo de la zona ocupada por el sistema flotante.

Conocido el número de subsistemas que irán a lo ancho y a lo largo se calcula el área total del sistema, y se vuelve a calcular de nuevo la cantidad de paneles del sistema, en este caso al final se instalarán 152.320 paneles (algo superior a los 151.792 seleccionados en el apartado 9.2-1), y como la cantidad de paneles es algo mayor la producción estimada es también algo mayor de los 75GWh, de unos 75,261GWh.

El sistema completo por lo tanto tiene las siguientes características:

Numero de subsistemas a lo ancho seleccionado	14	
Ancho total	341,04	m
Numero de subsistemas a lo largo seleccionado	34	
Largo total	1.660,22	m
Área total	566.201,43	m ²
Numero de subsistemas	476	
Numero de flotadores de los subsistemas	460.768	
Flotadores de Conexión	156	
Numero de flotadores Totales	460.924	
Numero de paneles totales	152.320	
Potencia pico	49.504	kW
Estimación de la Producción bruta total	83,624	GWh
Estimación de la Producción Neta	75,261	GWh

9.3 Estimación de las necesidades y tipo de cableado

En este apartado lo que se pretende es obtener las dimensiones o características de los cables que operarán en el sistema. Para ello se calculará en primer lugar la longitud de cableado en cada tramo y luego las secciones de estos cables.

Es importante mencionar que al ser un zona flotante hay que tomar medidas de seguridad adicionales, conforme a la normativa para instalaciones eléctricas en zonas húmedas. Doble aislamiento, tomas de tierra, etc.

Para el cálculo de la longitud de cable que necesita la instalación, se usará el programa de Catia V5 para medir la distancia que existe entre cada panel, entre las ristras y el inversor y la distancia del inversor hasta el punto de toma de tierra, es decir hasta el armario contador.

Como hemos visto en otros sistemas flotantes, estos se mueven mucho debido al viento y a las variaciones de cotas de un embalse, debido a esto todas las estimaciones de longitud de cableado se ha multiplicado por 2, para asegurarnos de que en ningún momento el cable sufra ninguna fuerza de tracción de modo que nunca pueda llegar a romperse ni dañar el panel.

En el caso de las secciones de cableado, estas se obtendrán en función de la intensidad de corriente que circulará por el cable según la siguiente tabla:

0.5 mm ²	(3A)
0.75 mm ²	(8A)
1 mm ²	(10.5A)
1.5 mm ²	(13A)
2.5 mm ²	(18A)
4 mm ²	(24A)
6 mm ²	(31A)
10 mm ²	(42A)
16 mm ²	(56A)
25 mm ²	(73A)
35 mm ²	(89A)
50 mm ²	(108A)
70 mm ²	
95 mm ²	
120 mm ²	
150 mm ²	
185 mm ²	
240 mm ²	
300 mm ²	
400 mm ²	
500 mm ²	
630 mm ²	
800 mm ²	
1000 mm ²	

Tabla 13: Norma internacional para secciones de cables eléctricos (IEC 60228).

También conviene aumentar un poco esta sección obtenida a través de la [Tabla 13] para reducir las pérdidas de cableado. Aunque la normativa autorice esta sección, en sistemas fotovoltaicos muchas veces se sobredimensiona, pues el coste adicional se ve compensado por la reducción de pérdidas.

El sistema de cableado esta dividió en 3 diferentes tramos, y que son los siguientes:

- **Tramo 1:** Es la distancia entre módulos fotovoltaicos conectado en serie y hasta el punto de conexión de todas las ristras en serie de cada subsistema. En este caso se ha calculado que cada subsistema tiene en total 320 metros de cableado .

Por este cable circulará como máximo una corriente eléctrica de 9,55A, que es la intensidad de corto circuito del panel, y será la misma a lo largo de todo el cableado en estos tramos ya que están conectados en serie y por lo tanto instalaremos un cableado de 1mm², pero como se dijo antes merece la pena sobredimensionarlo y seleccionamos una sección de 1,5mm².

- **Tramo 2:** Es la distancia desde el final de cada fila en serie de módulos fotovoltaicos hasta el punto de conexión del inversor correspondiente a cada subsistema. Cada serie de módulos fotovoltaicos se distancia entre si 3,5 metros y la primera serían otros 3,5 metros hasta el inversor. Asumiendo estos valores se estima que la necesidad total de cableado es de 952 metros.

En este caso estos cables están conectados en paralelo y por tanto la intensidad que vaya a circular por aquí dependerá del número de cables en paralelo. En los subsistemas son 16 ristras por cada serie y por lo tanto la intensidad que va en su interior va a ser 16 veces la intensidad de corto circuito, un total de 152,8A. Según la (tabla) se necesitará una sección mínima de cableado de 120mm², y seleccionaremos una sección de 150mm².

- **Tramo 3:** El último tramo es la distancia desde el inversor hasta el punto de conexión en tierra donde va hacia el armario contador. Como se vio en el apartado 9.2 la conexión a tierra está al Este de la instalación, y por lo tanto la longitud desde el inversor de cada subsistema hasta el punto de conexión será diferente para cada subsistema.

Para calcular la longitud de cableado en este caso primero se estimó que la necesidad de cableado de la primera serie de inversores (los 14 más cercanos a la costa), será de unos 400 metros, luego la distancia de inversor a inversor a lo largo del sistema (Este a Oeste) es de unos 48,83 metros. Si se suma el total de longitud de cableado se consigue 879.66 metros

En este tramo de cableado podrá circular como máximo la intensidad de cortocircuito del inversor, que es de 145A . Por lo tanto según la esta sección de este cableado será igual que el anterior, de 150 mm².

Todo estos cálculos se hallan en el [\[ANEXO VI: Características del Subsistema\]](#).

9.4 Balance energético neto o completo

Hasta este punto del trabajo solo se ha obtenido aproximadamente la producción eléctrica bruta del sistema, pero ahora se va a realizar un cálculo de la producción aproximada de la producción neta del sistema, para ello hay que establecer cuáles van a ser las pérdidas de la instalación por mes. Esta pérdida se le denomina “Performance Ratio” (PR), el PR está compuesto por varios parámetros. Estos parámetros se calcularán según los guías del IDAE y son los siguientes

1) Pérdida por temperatura

Las pérdidas por temperatura se pueden determinar con la siguiente ecuación:

$$R_T = 100 - k_L \cdot (T_C - 25)$$

,donde:

- **(k_L)**, **coeficiente lineal** (nos lo proporciona el fabricante del módulo fotovoltaico).
- **(T_C)**, **temperatura de la célula fotovoltaica**, el cual depende de la temperatura ambiental (dato del apartado 8.1 c).

Para determinar la temperatura de la célula se empleará la siguiente ecuación:

$$T_C = T_a + \frac{(T_C - 20)}{800} \cdot I$$

,donde:

- **NOCT** (facilitado por el fabricante)
- **I**, **irradiancia estándar** (I=1 kW/m²),

Se obtienen estos valores y se obtiene los porcentajes de perdidas debidas a la temperatura de las células fotovoltaicas:

	Temperatura ambiente	Temperatura de la célula	Pérdidas temperatura
	°C	°C	%
Ene	13,8	46,3	92
Feb	14,2	46,7	92
Mar	14,4	46,9	92
Abr	16,6	49,1	91
May	19,1	51,6	90
Jun	23,8	56,3	88
Jul	25,7	58,2	87
Ago	25,4	57,9	87
Sep	24,4	56,9	88
Oct	20,9	53,4	89
Nov	16,2	48,7	91
Dic	13,3	45,8	92

Tabla 14: Temperatura Ambiental, Temperatura de la Célula y las pérdidas debidas a las temperatura de la célula en cada mes

2) Pérdida por cableado

Este valor se puede determinar de la siguiente ecuación:

$$P_c = I^2 \cdot R$$

,donde:

- **(I), intensidad de fotocorriente**, cuyo valor es proporcionado por el fabricante.
- **(R), resistencia** el cual es obtiene de la siguiente ecuación:

Para determinar el valor de la resistencia se usará la siguiente ecuación:

$$R = \rho_{Cu} + \frac{L}{S}$$

,donde:

- **(ρ_{Cu})**, es la resistividad, cuyo valor es de $1,71 \cdot 10^{-8}$.
- **(L)**, la longitud del cable, el cual se estimó en el apartado 9.3
- **(S)** es la sección, el cual se estimó en el apartado 9.3

Se determina estos valores y se pueden calcular las Pérdidas de cada tramo (los tramos a los que nos referimos son los que se han nombrado en el apartado 9.3). Los tramos 1 y 2 son iguales en todos los subsistemas, por ello se calcularán por igual y lo multiplicamos por el número de subsistemas (anexo)

En el caso de las pérdidas del tramo 3, este se hace por separado para cada fila de subsistema de Este a Oeste, es decir los 39 subsistemas que van a lo largo del sistema. Como la pérdida es diferente en función de la distancia al punto de tierra, la pérdida total se considera que será la media de todos los subsistemas.

Como se aprecia en la (Tablas), se ha calculado la potencia que se ha perdido en estos tramos, y luego se calcula que porcentaje representa de la producción bruta del sistema

Pérdidas Tramo 1	1,58E+05	W
Pérdidas Tramo 2	1206133,72	W
Pérdidas Tramo 3	5406,19	W
Pérdidas totales	1369908,31	W
Rendimiento Cableado	97,23	%

Tabla 15: Pérdidas de cada Tramo del Subsistema y Pérdida total expresando en pérdida de potencia. De ese valor se calcula el rendimiento del cableado.

- 3) Pérdida por suciedad → Se ha considerado que este valor de 1% para los meses que más llueve y del 3% en los meses donde menos llueve, según (Weatherspark, s.f.).
- 4) Pérdida por dispersión → Se ha considerado que este valor es fijo, de 3%
- 5) Pérdida por la eficacia de los algoritmos de seguimiento del punto de máxima potencia, por interconexiones entre módulos y otros → Se ha considerado de 0%
- 6) Pérdida del inversor → Este dato es proporcionado por el fabricante y es del 5%.
- 7) Pérdida por otras causas → En este caso no serán unas pérdidas, sino una ganancia de producción, esta energía extra que se gana gracias a la colocación de los paneles sobre el mar, ya que el mar consigue que la temperatura de la célula no sea tan alta. → Se ha considerado de 10%

Considerando todas estas pérdidas, se obtienen los siguientes Performance Ratio:

	R_T	R_{cab}	R_{pol}	R_{dis}	R_{mpp}	R_{inv}	R_{otros}	PR
Ene	91,81	97,23	99,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,929
Feb	91,66	97,23	99,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,927
Mar	91,58	97,23	99,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,927
Abr	90,73	97,23	99,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,918
May	89,77	97,23	97,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,890
Jun	87,97	97,23	97,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,872
Jul	87,23	97,23	97,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,865
Ago	87,35	97,23	97,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,866
Sep	87,73	97,23	99,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,888
Oct	89,08	97,23	99,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,901
Nov	90,89	97,23	99,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,920
Dic	92,00	97,23	99,00	97,00	100,00	98,50	110,00	0,931

Tabla 16: Resumen de todas las pérdidas de la planta, que al final se resumen en una pérdida total llamada "Performance Ratio"

Determinado las pérdidas de nuestra subsistema con los datos obtenidos en el apartado 8.1 de "Irradiación para el ángulo de inclinación fijado(G_t)" se calcula la "Productividad de Referencia ($Y_{R,t}$)" que se expresa en horas equivalentes de irradiación solar en condiciones estándar (I_{STD}) que es de $1\text{kW}/\text{m}^2$, y se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Y_{R,t} = \frac{G_t}{I_{STD}}$$

Conocidos la Potencia pico de los paneles, el número de paneles, las horas equivalentes de funcionamiento y las pérdidas determinadas se puede calcular la energía que genera dicho subsistema con la siguiente ecuación:

$$E_t = P_{nom,G} \cdot Y_{R,t} \cdot PR$$

Y para finalizar se calculó la potencia de la planta multiplicando esta energía unitaria de cada subsistema por los 476 subsistemas y se obtiene la energía total que puede producir nuestra planta flotante fotovoltaica. Nuestra planta tiene en este caso una producción total anual de 82.752,46MWh/año, este cálculo se encuentra en el [\[ANEXO VIII: Producción eléctrica de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera\]](#).

9.5 Reducción de Evaporación

Al proyectar un sistema flotante sobre una superficie de masa de agua, lo que se consigue es que se reduzca la evaporación de agua debido a la reducción de la temperatura de la superficie de agua.

Según el fabricante con su sistema se logra una reducción del **80% de la evaporación** [\[ANEXO III: Catálogos e Información de los Sistemas Flotantes\]](#), que se tomará como un valor realista, ya que según él [\(Marco Rosa-Clot, 2017\)](#) la reducción de la evaporación es **superior al 75%** cuando a un cuerpo de agua se les coloca un sistema flotante fotovoltaico en su superficie.

En primer lugar es importante recordar que **nuestro sistema flotante fotovoltaico no cubre toda la superficie del embalse**, y por lo tanto solo reducirá la evaporización de un porcentaje del embalse, por ello se calculará el porcentaje que cubre la planta fotovoltaica respecto al total. Para obtener la totalidad de la superficie del embalse lo que se hace es acceder a la página de la “Confederación Hidrográfica del Segura” perteneciente al “Ministerio para la transición ecológica”. Dentro de esta página si se va al apartado de “Control y Análisis”, luego al de “Estadísticas Hidrológicas” y por último a “Visor de series de Embalses”, se puede obtener este valor del siguiente modo:

- Seleccionar el parámetro de “Superficie diaria”
- Seleccionar el punto que quieres consultar, en este caso el Embalse de La Pedrera.
- Seleccionar la fecha a consultar, en el trabajo se ha seleccionado un periodo de 4 años, es decir la evaporización diaria que el embalse tiene desde el 2015 hasta el 2018

Una vez seleccionado estos valores, la página web te permite descargarte los datos en formato Excel, todos estos datos están en el [\[ANEXO II: Datos Medio Ambientales del Embalse de La Pedrera\]](#). Luego se ha calculado la superficie media anual a partir de los datos de superficie diaria.

Por último lugar se calcula el porcentaje que ocupa el sistema flotante fotovoltaico, calculado en el apartado 9.2, respecto al área media total anual. Como se puede ver en la [\[Tabla 17\]](#):

Año	Número de Días	Superficie media anual (Ha)	Superficie de la Instalación(m ²)	Porcentaje de la Instalación
2015	365	928,418	566.201,43	6%
2016	366	698,494	566.201,43	8%
2017	365	567,563	566.201,43	10%
2018	365	480,653	566.201,43	12%

Tabla 17: Superficie media anual de agua en hectáreas del Embalse de La Pedrera, Superficie de la Planta flotante fotovoltaica y el porcentaje que la planta flotante ocupa en el Embalse.

En segundo lugar se obtiene la totalidad de la evaporación del embalse por lo que se accederá de nuevo a la misma página de “Confederación Hidrográfica del Segura” para obtener los datos de “Evaporación diaria” del embalse, y se suman todos.

Para finalizar se multiplica este porcentaje por la evaporación media anual y por el 80%, y así se obtiene la cantidad de agua que se evita por evaporación.

Año	Porcentaje de la Instalación	Evaporación total anual (m ³)	Evaporación total anual área de la planta (m ³)	Cantidad de Evaporación (m ³)
2015	6%	19.149.879	1.167.867,048	934.293,639
2016	8%	15.451.650	1.252.516,108	1.002.012,887
2017	10%	11.948.112	1.191.944,270	953.555,416
2018	12%	11.219.974	1.321.693,550	1.057.354,840
Media			1.233.505,244	986.804,195

Tabla 18: Nos representa la evaporación total anual del Embalse de la Pedrera, el porcentaje de evaporación que la planta puede evitar en función de la ocupación de la planta y la cantidad real de evaporación que evita (80%)

Como se puede apreciar [Tabla 18] la “Evaporación total anual de la planta” es bastante constante a lo largo de 2015 – 2018, y por ello se realiza una estimación como la media de los últimos 4 años, y se logra ahorrar **986.804,195 toneladas de agua**. (Confederación Hidrográfica del Segura, s.f.)

9.6 Evaluación de costes

En este apartado se calculará la rentabilidad de la instalación, para ellos se planteará varios escenarios de funcionamiento para realizar una comparación entre ellas y observar cual es el más idóneo. Los 2 escenarios son:

- a) **Vender directamente a Red**, en este escenario los beneficios vendrían por la venta de la electricidad producida a la compañía eléctrica.
- b) **Acoplara la producción eléctrica directamente con la desalador a de Torre Vieja**, en este caso la electricidad producida irá directamente a la planta desaladora de Torre Vieja, causando un consumo menor de la electricidad de la red y por lo tanto los beneficios vendrían dados por la bajada de la factura eléctrica de la planta desaladora.

Los dos escenarios tienen tanto valores comunes como individuales, por ello a continuación se expondrán en primer lugar los valores que tienen en común y luego en cada caso concreto se presentarán los valores individualizados.

Comenzamos con los **costes de la instalación** que tienen en común los dos casos, que constan de todos los costes materiales de la instalación desde la planta flotante hasta el cuadro de conexión que se encuentra en el margen del Embalse, como se puede ver en la [Tabla 19]:

Partida	Ud.	Concepto	Precio unitario	Precio final
Capítulo 1: Instalación Solar Fotovoltaica Flotante				
1.1	152.320	Panel Waaree Multi 72 Cells		37.485.952,00 €
		Material (€/panel)	246,10	
1.2	476	Inversor-Ingeteam-Ingecon-3Play-100tl		4.353.015,24 €
		Material (€/inversor)	9.144,99	
1.3.1	152.320	Conjunto FV flotadores para modulo fotovoltaicos, compuesto por DOS flotadores encajables ISIFLOATING HDPE-UV, incluidos uniones tornillería de flotadores, grapas y tornillería para fijación de módulos.		12.967.001,60 €
		Material (€/conjunto)	85,13	
1.3.2	156.284	Conjunto pasarela flotadores, compuesto por UN flotadores encajables ISIFLOATING HDPE-UV, con una tapa HDPE de 10mm de espesor acabado antideslizante, incluidos uniones y tornillos de flotadores.		11.558.764,64 €
		Material (€/conjunto)	73,96	
1.4.1	152.320	Cableado de Sección 1,5mm		38.080,00 €
		Material (€/m)	0,25	
1.4.2	455.452	Cableado de Sección 150mm		8.025.064,24 €
		Material (€/m)	17,62	
1.5	199	Mano de Obra		990.813,04 €
		Material de Mano de Obra de un Oficial de Instalador de Captador Solar (€/hora persona)	19,11	
		Material de Mano de Obra de un Ayudante de Instalador de Captador Solar (€/hora persona)	17,5	
		Horas	136,00	
Coste Final				75.418.690,76 €

Tabla 19: Costes Iniciales comunes para los escenarios propuestos donde se incluyen los costes de los paneles, inversores, artefactos flotantes y mano de obra.

Los costes de los paneles, inversores y flotadores de la [Tabla 19] nos los proporciona los fabricantes de cada elemento. Los costes de cableado y mano de obra se han obtenido a través de la página de (Generador de precios, s.f.), que establece que para una instalación fotovoltaica se necesita un Oficial de Instalador y un Ayudante.

Las horas de trabajo se han seleccionado con los datos que nos proporciona el fabricante de los artefactos flotantes [ANEXO III: Catálogos e Información de los Sistemas Flotantes], donde nos dice que un equipo de 4 personas es capaz de instalar 1MW en 17 días. Con este dato el criterio que se ha seguido es que nuestra planta se instale lo antes posible y por ello se quiere que el proyecto este instalado en 17 días (136 horas, que son 8 horas diarias). Sabiendo la cantidad de horas y la potencia a instalar (nuestra planta es de 49,504MWp) se obtiene la cantidad de Operadores, que en nuestro caso son **199 operadores**.

A estos costes se les añade unos **costes de mantenimiento**, que son costes anuales para mantener el correcto funcionamiento de la planta, este coste se establecerá **como el 1% del coste de la instalación**.

También se introducirá unos valores de **Amortizaciones** sobre el inmovilizado, este se realiza siguiendo el método de “*amortización lineal para la cuantificación de la depreciación efectiva de un determinado inmovilizado*” en base a los coeficientes máximos publicados en el BOE², atendiendo al tipo de inmovilizado que se trate, al no disponer de aplicación de inventario integrada con la contabilidad.

Según la tabla para centrales renovables se puede depreciar hasta un 7% durante un periodo máximo de 30 años. En nuestro trabajo se ha seleccionado el máximo de 7% y por lo tanto como se puede ver en el [ANEXO IX: *Estudio económico de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera*] se puede depreciar el **7% durante 14 años** y el último tiene lo que falta para llegar a la inversión inicial.

No solamente tienen costes en común sino también beneficios, como son las ganancias provocadas por la **disminución de evaporación del embalse**, lo cual significa que se necesita trasvasar, depurar o desalar menos cantidad de agua. En este trabajo se ha decidido que lo que se hará es disminuir la necesidades de transvase, aunque sea la fuente más barata también es la más polémica. Estos datos se consiguen en la página web de “*trasvasetajosegura*”, donde se publica que el precio de venta de **agua trasvasada a partir del Febrero de 2019 es de 0,29€/m³**. (Trasvase Tajo-Segura, s.f.)

Esto implica según los cálculos del apartado 9.5, que se obtendrá un beneficio de **289.173,217€** debidos a la disminución de la evaporización del embalse. Este beneficio se añade al final en el “*Cash Flow*”, como se puede ver en el [ANEXO IX: *Estudio económico de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera*], ya que no es un beneficio o ingreso tal cual, es una disminución de las necesidades hídricas y por lo tanto un menor coste.

Para el estudio económico se ha establecido una **vida útil** de la planta de **25 años**, ya que son los años de garantía que se tiene con los paneles fotovoltaicos. Para los cálculos del estudio económico hay que establecer algunos **parámetros económicos** que son comunes en los tres escenarios, estos parámetros son:

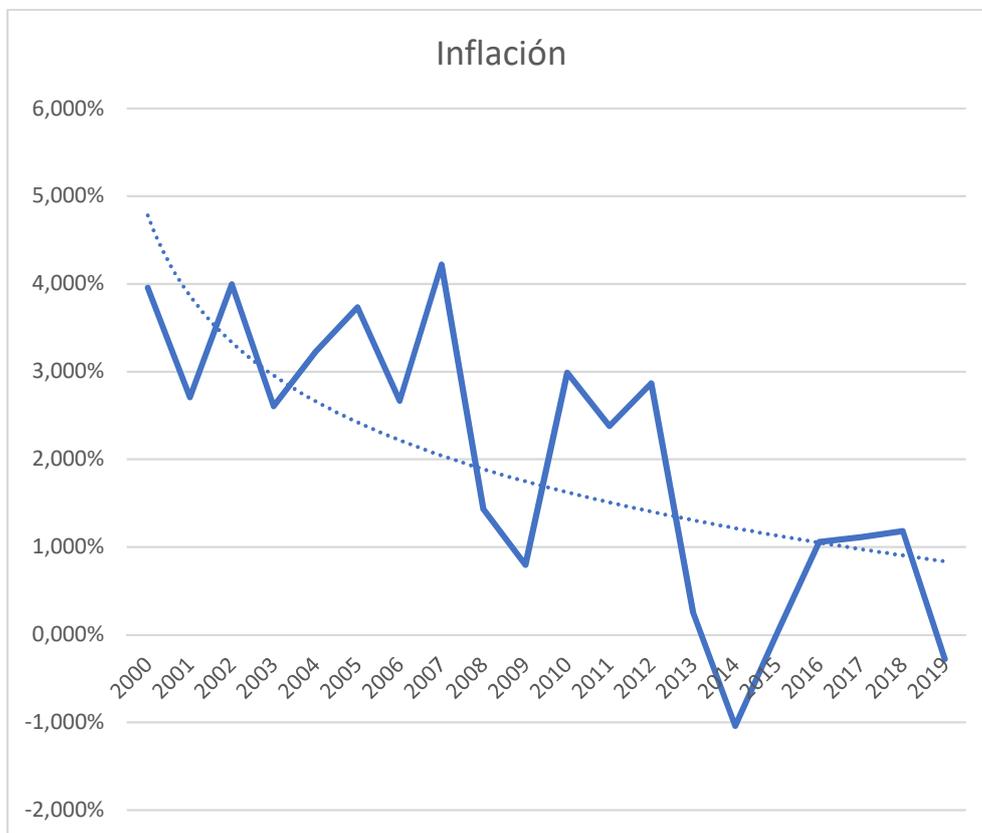
- **Tasa de Inflación (IPC)**, este valor varía de año en año. Para simplificar el cálculo se realizará una estimación de la tasa y se mantendrá constante durante los años de vida de la planta. La estimación se obtendrá con los datos históricos del IPC española (Global Rates, s.f.), de ella se ha sacado todo los valores [Tabla 20] y se ha realizado una línea de tendencia [Gráfica 26]. En esta gráfica se puede apreciar que el **IPC** para el 2019 se puede estimar como un **1%**.

Año	Inflación
2000	3,957%
2001	2,708%
2002	3,997%
2003	2,605%
2004	3,227%
2005	3,735%

² Ley 27/2014, de 27 de noviembre, del Impuesto sobre Sociedades.

2006	2,666%
2007	4,221%
2008	1,432%
2009	0,795%
2010	2,988%
2011	2,378%
2012	2,868%
2013	0,252%
2014	-1,041%
2015	0,017%
2016	1,057%
2017	1,112%
2018	1,183%
2019	-0,277%

Tabla 20: Tasa de Inflación media Española desde el 2000 hasta el 2019. Fuente: (Global Rates, s.f.)



Gráfica 26: Línea de tendencia del IPC Español desde el 2000 hasta el 2019. Fuente: (Global Rates, s.f.)

- En todos los caso se considera que los proyectos no están financiados con préstamos, es decir que **no se tiene ninguna tasa de interés.**

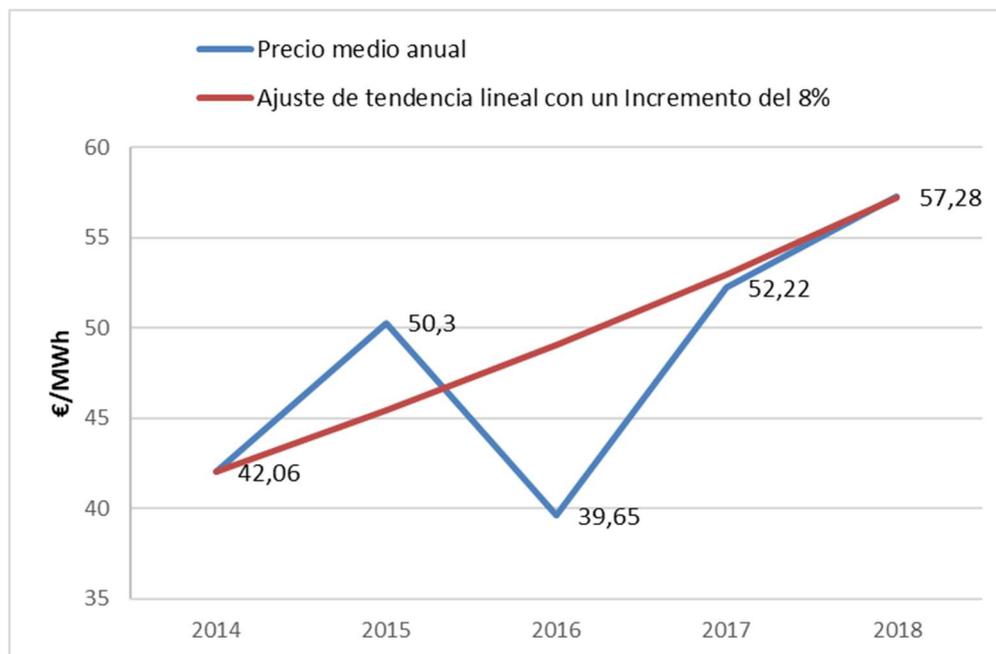
Seleccionados los valores en común, se comienza con los casos de estudio individualizados.

a) Vender directamente a Red.

En este escenario nos estableceríamos como empresa o sociedad que recibe beneficios a través de la vente de electricidad producida a la compañía eléctrica.

Los costes de la instalación para la **inversión inicial** serán únicamente los mencionados en la [Tabla 19], aunque se sabe que se tendría que añadir los costes de cableado y sus sistemas auxiliares para conectarse a la red, pero debido a la falta de información a la hora de buscar un punto de conexión no se han incluido costes extras por el cableado.

En cuanto a los **parámetros económicos** se tendrá que calcular el precio medio anual de la electricidad, estos se estiman a partir de los datos del precio medio diario de la energía de los últimos 5 años ofrecidos por la *Comisión Nacional de la Energía (CNE)* (*Comisión Nacional de la Energía, s.f.*), ente integrado en la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, organismo perteneciente al Ministerio de Economía y Competitividad desde el año 2013, los datos obtenidos se representan en la [Gráfica 27].



Gráfica 27: Precio Medio Anual de la electricidad en España y la recta de tendencia lineal de los precios, la cual tiene una media de incremento anual del 8%. Fuente: (Comisión Nacional de la Energía, s.f.)

Según nuestro análisis la tendencia de precios medios del mercado diario, se estima que tiene un incremento anual del 8% en el precio de la energía.

Por lo tanto, el **precio de la energía** que se considera para el primer año de la planta será el mismo que el de 2018, es decir de **57,28€/MWh**, pero con una **tasa de inflación eléctrica anual de un 8%** en los años sucesivos.

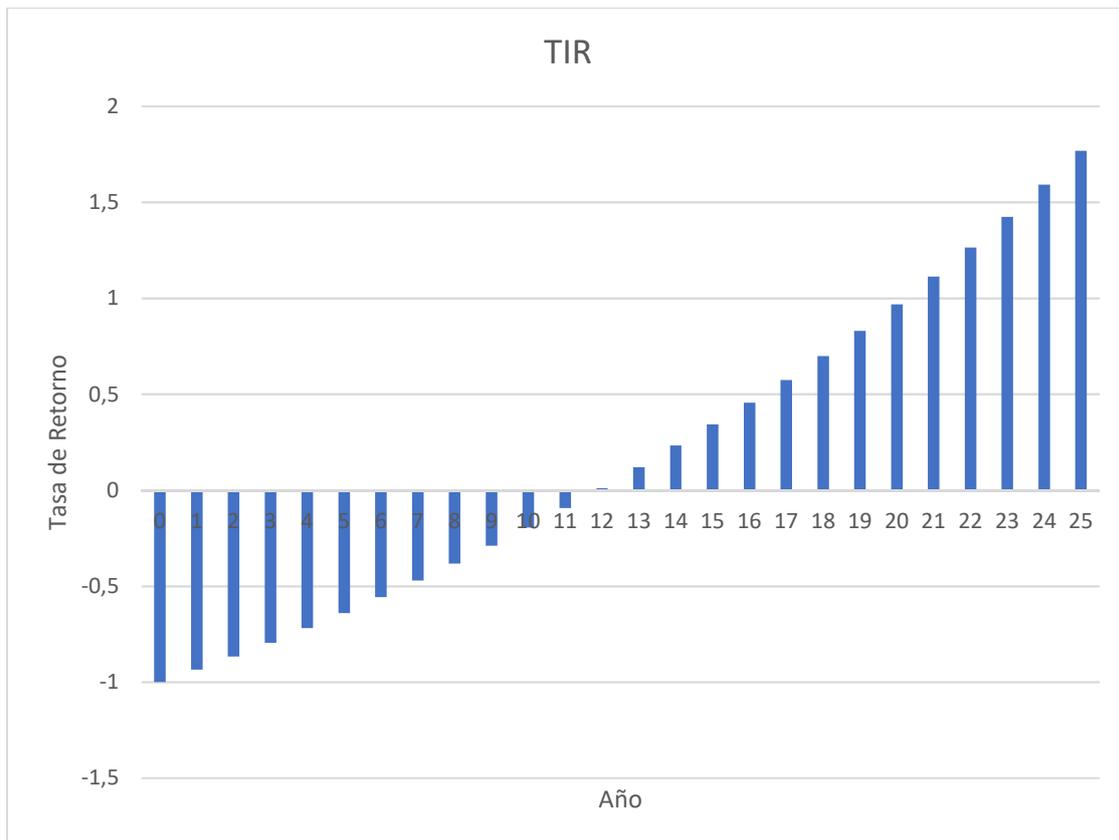
Por último a este análisis económico se le añade unos **Impuesto sobre el beneficio bruto**:

- **Peajes de acceso de energía eléctrica**³, que es **11,83€/MW** de la potencia disponible mensualmente, y la potencia disponible se calcula a partir de la potencia instalada por un coeficiente de disponibilidad, en nuestro caso al ser una tecnología solar se tiene una **disponibilidad del 11%** y por lo tanto se pagará un impuesto de **1,3046€/MW** al mes de la potencia disponible de nuestra planta.

³ Orden ETU/1282/2017, de 22 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2018.

- **Impuesto eléctrico**⁴, que nos dice que el impuesto sobre la producción de energía eléctrica es de un **7%**.
- **Impuestos de Sociedad**⁵, donde se establece que es de un 15% los dos primeros años donde se genere beneficios y después de eso el resto de los años serán del 25%.

Con estos valores seleccionados el estudio económico [*ANEXO IX: Estudio económico de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera*] en este primer caso de vender la totalidad de la electricidad producida a la red, nos daría una tasa de retorno de la inversión de **12 años**. [*Gráfica 28*]



Gráfica 28: Tasa de Retorno de la Inversión (TIR) de 12 años en el caso de vender la electricidad directamente a la compañía eléctrica.

b) Acoplara la producción eléctrica directamente con la desalador a de Torrevieja.

En este caso no sería necesario establecerse como sociedad, ya que no se está vendiendo la energía producida.

A la **inversión inicial** en este caso se le tendría que añadir el coste de la longitud de cableado necesario para llevar la energía eléctrica desde el Embalse de la Pedrera hasta la desaladora de Torrevieja. La longitud de cable que se necesita se estima que es la misma que la longitud de tubería que se necesita para llevar el agua desalada de la desaladora al Embalse, y por lo tanto será de 1,9km.

El coste de este cableado será el mismo que el del último tramo 3 de la instalación [Apartado 9.2] y por lo tanto se le añadirá a este tramo los **1,9km**. ([Adjudicación de los contratos de](#)

⁴ Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.

⁵ Ley 27/2014, de 27 de noviembre, del Impuesto sobre Sociedades.

construcción de las plantas desaladoras de Torrevieja (Alicante), Águilas/Guadalestín (Murcia) y Bajo Almanzora (Almería), 2006).

Los beneficios que se obtienen son debidos a la reducción de la factura eléctrica, por lo tanto para los **parámetros económicos** lo que se necesita es establecer los **precios de compra energética a la compañías eléctricas**.

Este valor se ha estimado como la media total de todo el año y nos da un precio **de 0,1233225 €/kWh**. (Tarifas Gas Luz, s.f.)

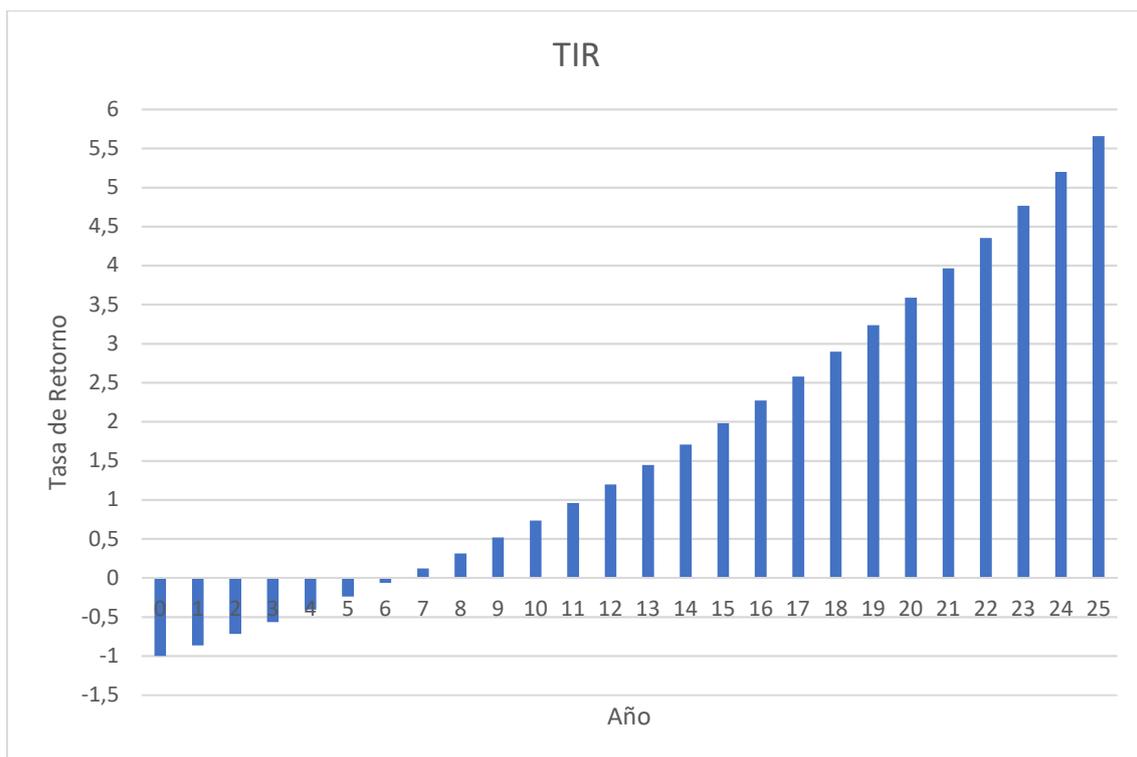
La **tasa de inflación eléctrica** en este caso se considera igual que en el caso anterior, es decir de un **8%**.

En este escenario no se tiene **Impuestos de sociedad** ya que la energía eléctrica producida la consumimos nosotros mismos y no será necesaria la formación de ninguna sociedad.

Tampoco se tiene **Impuestos eléctricos**, puesto que no se genera ningún tipo de ingreso.

El **peaje de acceso a generadores** será igual que en el caso anterior.

Establecidos estos valores nuestro estudio económico nos sale que el proyecto tiene una tasa de retorno de **7 años** [*ANEXO IX: Estudio económico de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera*], como se puede apreciar en la [*Gráfica 29*].



Gráfica 29: Tasa de Retorno de la Inversión (TIR) de 7 años en el caso de producir la electricidad directamente para la planta desaladora.

Para concluir este apartado comparamos los dos escenarios planteados para observar cual es el más idóneo, personalmente creo que el caso de “Conectar directamente la planta desaladora” debido principalmente por la mayor rentabilidad de este caso, como se vio la inversión inicial se retorna en únicamente 7 años a diferencia de los 12 en el caso de vender a la red. Los 12 años

estimados en el caso de vender a la red puede aumentar, debido a que no se ha incluido el cableado hasta el punto de conexión que no exigirá la Red Eléctrica Española.

10. Conclusión

Para comenzar la conclusión vamos a destacar en primer lugar que los sistemas fotovoltaicos flotantes se adaptan bien a un plan de desarrollo sostenible, ya que con él se logra un equilibrio bueno de desarrollo Económico, Social y Medio Ambiental de manera correcta puesto que es:

- Económicamente sostenible, como se vio en el apartado 9.6 en ambos casos la planta era económicamente viable, los años de retorno de la inversión rondan los 7 a los 12 años.
- Socialmente sostenible, la planta no afecta de ningún modo negativo sobre este punto, en todo caso solo de una manera positiva, ya que demandaría una cantidad de empleo importante tanto para su construcción como para su mantenimiento.
- Ambientalmente Sostenible, quizás sea el punto más crítico, ya que se tendría que realizar un buen estudio del impacto ambiental que la planta tiene sobre la fauna y flora.

Debido a sus dimensiones la planta puede afectar de manera negativa tanto en la vida de las aves que habitan en el embalse y/o los animales y vegetales que están debajo del agua, ya que al ocupar una superficie tan grande se impida el paso de la luz solar necesaria para que desarrollen de manera adecuada sus vidas debajo de la superficie del agua. Estos problemas se han intentado tener muy en cuenta en el desarrollo del trabajo, ¿cómo? alejando la planta de las costas del Embalse donde podría molestar a las aves que habitan este lugar. Tampoco se ha proyectado sobre todo el embalse para no crear demasiada sombra en el fondo del Embalse.

Pero hay que decir que este tipo de tecnología tiene un punto económico-ambiental muy positivo, generado por la reducción de evaporización de agua del Embalse gracias al sistema flotante fotovoltaico, como se puede apreciar en la [Tabla 17] se evita la evaporación media de 986.804m³ de agua, esto si se traduce a valores energéticos significa que por ejemplo se necesite 1702MWh menos al año para producir agua a través de una unidad desaladora, según la [Gráfica 13].

Teniendo en cuenta esto, las plantas flotantes fotovoltaicas sí que se adaptan bien al desarrollo sostenible, siempre que se haga un análisis de impacto ambiental adecuado en el lugar donde se vaya a proyectar la planta.

En segundo lugar diremos que este tipo de tecnología es perfecto para lugares áridos con grandes demandas de agua, como lo es la costa Sureste de España, ya que al ocupar una superficie de agua con este tipo de aplicación se consigue un doble efecto, producir electricidad y reducir la evaporación al mismo tiempo. Esto se observa durante el transcurso del trabajo, donde por ejemplo si seleccionamos el año de 2015, una ocupación del 6% de una planta flotante fotovoltaica de la superficie del Embalse de La Pedrera, podría suministrar a través de una desaladora que consumiera una energía de 75GWh al año y produjera un total del 18,468hm³ de agua desalada [Gráfica 13] y unos 0,934hm³ debidos a la disminución de evaporización, lo que nos daría en total 19,216hm³. Esta cantidad de agua implicaría el 1,126% de la demanda de agua total de la demarcación hidrográfica del Segura (DHS), según los datos del "PLAN HIDROLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN DEL SEGURA 2015/21" que dice que el consumo total de agua en el DHS en 2015 fue de 1.722,5hm³ o lo que es lo mismo el 10,46% de la demanda total de agua que se emplea para uso urbano.

En tercer lugar cabe destacar la gran versatilidad de esta tecnología, ya que además de proyectarlos sobre los grandes embalses donde se obtienen grandes plantas, también se

podrían colocar sobre pequeños embalses para alimentar los sistemas de bombeo de una plantación y a la vez reducir las evaporaciones de los propios embalses.

Para finalizar me gustaría plantear algunas vías de estudio que cuyos estudios podrían resultar interesante:

- ✓ **Estudio de la instalación de una nueva desaladora en la zona del embalse de La Pedrera**, con la energía producida del sistema flotante fotovoltaica se podría instalar una desaladora de unas características similares a la desaladora de Escombreras, de modo que fuera casi autosuficiente, ya que se tendría que ver si la producción eléctrica de la planta en los meses de invierno bastará para cubrir el consumo de la desaladora, que es cuando la planta flotante fotovoltaica produce menor cantidad de energía eléctrica.

Los costes-económicos aumentarían, no únicamente por el coste de la planta en sí mismo, sino que también por la construcción de nuevas canalizaciones para el sistema de toma-de mar y el sistema de evacuación de la salmuera producida.

También se tendría que realizar un estudio del impacto medio ambiental en el lugar, tanto de la construcción de la planta y sus canalizaciones, como para la salida de la salmuera, puesto que en esta zona ya existe una gran cantidad de desaladoras que vierten sus desechos de salmuera cerca de este lugar.

- ✓ **Instalar más plantas flotantes fotovoltaicas en otros Embalses de la DHS**, en este caso sería empezar a introducir este tipo de tecnología en otros embalses o pantanos de la región, para así lograr multiplicar tanto la producción eléctrica como la disminución de pérdida de agua dulce a través de la evaporación.

Bibliografía

- Adjudicación de los contratos de construcción de las plantas desaladoras de Torrevieja (Alicante), Águilas/Guadalentín (Murcia) y Bajo Almanzora (Almería)*. (2006). Obtenido de <https://docplayer.es/27492761-Planta-desaladora-de-torrevieja-alicante.html>
- Akili D. Khawaji, I. K.-M. (2008). Advances in seawater desalination technologies. *ScienceDirect*.
- Alok Sahu, N. K. (2016). Floating photovoltaic power plant: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Autosolar*. (s.f.). Obtenido de <https://autosolar.es/>
- Comisión Nacional de la Energía*. (s.f.). Obtenido de <https://www.cnmc.es/expedientes?t=precio+medio+anual&idambito=9&edit-submit-buscador-expedientes=Buscar&idtipoexp=All&hidprocedim=All>
- Compaina, P. (2012). Solar Energy for Water desalination. *sciencedirect*.
- Concejalía de Medio Ambiente de Orihuela*. (s.f.). Obtenido de <http://www.orihuela.es/via-publica-medio-ambiente-y-territorio/concejalía-de-medio-ambiente/espacios/embalse-de-la-pedreira/>
- Confederación Hidrográfica del Segura*. (s.f.). Obtenido de <https://www.chsegura.es/chs/cuenca/infraestructuras/embalses/index.html>
- Edward Jones, M. Q.-m. (2019). The state of desalination and brine production: A global outlook. *Science of the Total Environment*.
- Europe, S. P. (2018). *Global Market Outlook For Solar Power /2018 - 2022*.
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE), w. s. (2019). *PHOTOVOLTAICS REPORT*.
- Generador de precios*. (s.f.). Obtenido de <http://www.generadordeprecios.info/>
- Global Rates*. (s.f.). Obtenido de <https://es.global-rates.com/estadisticas-economicas/inflacion/inflacion.aspx>
- IEA. (2018). *IEA*. Recuperado el 0 de Abril de 2019, de <https://www.iea.org>
- (s.f.). *INFORME DE EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS. CONTRATO PROGRAMA 2018*. Obtenido de https://transparencia.carm.es/-/desaladora-de-escombreras-s-a-u-?p_p_state=maximized#s2
- IRENA. (2017). *IRENA*. (IRENA) Recuperado el 09 de abril de 2019, de <https://www.irena.org>
- Marco Rosa-Clot, G. M. (2017). Floating photovoltaic plants and wastewater basins: an Australian project. *Elsevier Ltd*, 11.
- Mark Z. Jacobson, M. A. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy Policy*.
- (s.f.). *Memoria Acuamed 2015, 2016 y 2017*.
- OYOH, T. D. (2016). DESALINATION IN WATER TREATMENT AND DESALINATION IN WATER TREATMENT AND. *Desalination in Water Treatment*.

Puertos del Estado. (s.f.). Obtenido de <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

R.Clayton. (2015). Desalination for water supply. *Foundation for Water Research.*

T.M. Razykov, C. F. (2011). *Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects.* Associate Editor Yogi Goswami.

Tarifas Gas Luz. (s.f.). Obtenido de <https://tarifasgasluz.com/faq/precio-kwh#evolucion-precio-kwh>

Trasvase Tajo-Segura. (s.f.). Obtenido de <https://www.trasvasetajosegura.org/tablon/56/nuevos-precios-del-agua>

Weatherspark. (s.f.). Obtenido de <https://es.weatherspark.com>

ANEXO I: Base de datos de la Desaladoras

	Volumen proyectado	año	Volumen Producido	Consumo eléctrico	Consumo específico
Desaladoras	hm ³ /año		hm ³	GWh	kWh/m ³
Dalias	30	2017	12,96	71	
		2016	6,9	33	4,83
Marbella	20	2017	5,72		
Carboneras	42	2017	39,21	157	4
		2016	34,25	140	4,1
		2015	26,76	110	4,1
El atabal Málaga	60,225	2017	39,4		
		2016	37,1		
		2015	35,7		
Valdeltisco Cartagena	48	2017	38,22	173	4,52
		2016	34,18	162	4,73
		2015	28,954642	109,29598	3,77
Torre vieja	80	2017	44,26	147,4	3,33
		2016	33,52	113,6	3,39
Águilas/Guadalestín	70	2017	55,4	237	4,27
		2016	40,8	170	4,16
Mutxamel	18,25	2016	6,6		
		2015	4,2	14,2	
Escombreras		2018	16,873467	74,4119895	4,41

ANEXO II: Datos Medio Ambientales del Embalse de La Pedrera

Fecha	Volumen diario (hm ³)	Superficie diaria (Ha)	Temperatura Máxima (°C)	Evaporación (m3)
01/01/2015	175,596	1030,3	17,5	38122
02/01/2015	175,799	1031	16,5	32994
03/01/2015	176,104	1032,1	14,5	78447
04/01/2015	176,307	1032,9	22	41318
05/01/2015	176,612	1034	17	19647
06/01/2015	176,917	1035,1	19	25880
07/01/2015	177,233	1036,3	15	20726
08/01/2015	177,128	1035,9	14	18647
09/01/2015	177,023	1035,5	14	43494
10/01/2015	176,917	1035,1	21,5	87992
11/01/2015	176,816	1034,8	22	54846
12/01/2015	176,816	1034,8	16	14487
13/01/2015	176,816	1034,8	22	36219
14/01/2015	176,714	1034,4	20,5	38275

15/01/2015	176,612	1034	20	36192
16/01/2015	176,511	1033,6	13	82696
17/01/2015	176,511	1033,6	14	62022
18/01/2015	176,409	1033,3	12	36166
19/01/2015	176,409	1033,3	9	51666
20/01/2015	176,409	1033,3	11,5	33066
21/01/2015	176,409	1033,3	14	42366
22/01/2015	176,307	1032,9	11,5	59911
23/01/2015	176,307	1032,9	13	72306
24/01/2015	176,206	1032,5	11,5	73313
25/01/2015	176,206	1032,5	18	54726
26/01/2015	176,206	1032,5	16	43368
27/01/2015	176,104	1032,1	17	58835
28/01/2015	176,104	1032,1	18	44384
29/01/2015	175,901	1031,4	20,5	63950
30/01/2015	175,799	1031	23,5	95890
31/01/2015	175,697	1030,6	13,5	77302
01/02/2015	175,494	1029,9	13	77246
02/02/2015	175,392	1029,5	15	45301
03/02/2015	175,392	1029,5	12	65893
04/02/2015	175,494	1029,9	10	82396
05/02/2015	175,494	1029,9	10	115354
06/02/2015	175,494	1029,9	11	56647
07/02/2015	175,494	1029,9	10,5	31928
08/02/2015	175,291	1029,1	13	51460
09/02/2015	175,291	1029,1	12	22642
10/02/2015	175,291	1029,1	11,5	22642
11/02/2015	175,291	1029,1	15,5	17496
12/02/2015	175,596	1030,3	11	11334
13/02/2015	175,799	1031	18	39181
14/02/2015	175,901	1031,4	19	55698
15/02/2015	175,901	1031,4	19,5	66013
16/02/2015	176,206	1032,5	19,5	49563
17/02/2015	176,612	1034	15	56874
18/02/2015	176,917	1035,1	15	43478
19/02/2015	177,233	1036,3	15	33162
20/02/2015	177,444	1037	16	23853
21/02/2015	177,339	1036,6	15	145137
22/02/2015	177,339	1036,6	17	134770
23/02/2015	177,655	1037,8	20	93404
24/02/2015	178,076	1039,3	17	139269
25/02/2015	178,076	1039,3	16,5	122640
26/02/2015	178,182	1039,6	22	120605
27/02/2015	178,182	1039,6	20	93573
28/02/2015	177,866	1038,5	20	64391
01/03/2015	177,444	1037	24	73632
02/03/2015	177,233	1036,3	28	77724

03/03/2015	177,023	1035,5	23	31067
04/03/2015	176,816	1034,8	21	40358
05/03/2015	176,409	1033,3	19	69233
06/03/2015	176,206	1032,5	18	55759
07/03/2015	175,799	1031	23	54647
08/03/2015	175,392	1029,5	17	22651
09/03/2015	175,088	1028,4	20,5	42166
10/03/2015	174,986	1028	20	29814
11/03/2015	174,579	1026,5	27,5	55435
12/03/2015	174,478	1026,1	28,5	54389
13/03/2015	174,376	1025,8	19	21542
14/03/2015	174,173	1025	13	10251
15/03/2015	173,969	1024,3	14	34827
16/03/2015	173,766	1023,5	16	32754
17/03/2015	173,461	1022,4	16	29651
18/03/2015	173,36	1022	13	14309
19/03/2015	173,665	1023,1	14,5	32742
20/03/2015	173,665	1023,1	16	19441
21/03/2015	173,36	1022	20	27596
22/03/2015	173,258	1021,6	18,5	14304
23/03/2015	173,969	1024,3	16	8195
24/03/2015	174,071	1024,6	15	14346
25/03/2015	173,969	1024,3	15	48143
26/03/2015	173,969	1024,3	15,5	75800
27/03/2015	174,071	1024,6	26	79927
28/03/2015	174,071	1024,6	27	67630
29/03/2015	174,173	1025	28,5	85081
30/03/2015	174,071	1024,6	30	131161
31/03/2015	174,071	1024,6	30	84025
01/04/2015	173,969	1024,3	22	34827
02/04/2015	173,969	1024,3	19,5	22535
03/04/2015	173,766	1023,5	22	32754
04/04/2015	173,461	1022,4	20	27606
05/04/2015	173,258	1021,6	24	37803
06/04/2015	173,156	1021,3	18,5	59237
07/04/2015	173,055	1020,9	15	80655
08/04/2015	172,953	1020,5	15	51029
09/04/2015	172,75	1019,8	18	60170
10/04/2015	172,648	1019,4	20	23447
11/04/2015	172,445	1018,7	18	19355
12/04/2015	172,445	1018,7	20	90664
13/04/2015	172,546	1019	20	75412
14/04/2015	172,648	1019,4	20,5	107042
15/04/2015	172,75	1019,8	18,5	23456
16/04/2015	172,953	1020,5	23	41844
17/04/2015	172,75	1019,8	25,5	54051
18/04/2015	172,648	1019,4	19	51992

19/04/2015	172,445	1018,7	25,5	71309
20/04/2015	172,038	1017,2	22,5	32550
21/04/2015	171,632	1015,7	20	38597
22/04/2015	171,327	1014,5	22	24350
23/04/2015	171,123	1013,8	27	30415
24/04/2015	170,818	1012,7	25	22279
25/04/2015	170,412	1011,2	27	61683
26/04/2015	170,005	1009,7	26	75728
27/04/2015	170,107	1010	23,5	111109
28/04/2015	169,802	1008,9	25	63564
29/04/2015	169,395	1007,4	25	53395
30/04/2015	169,09	1006,3	27	26165
01/05/2015	168,887	1005,5	35	80446
02/05/2015	168,582	1004,4	32,5	93414
03/05/2015	168,277	1003,3	35	102340
04/05/2015	168,074	1002,5	31	54139
05/05/2015	167,769	1001,4	30	72105
06/05/2015	167,464	1000,3	28,5	89029
07/05/2015	167,159	999,2	26,5	32974
08/05/2015	166,854	998	32	68868
09/05/2015	166,655	997,3	31	71808
10/05/2015	166,361	996,2	28	69734
11/05/2015	166,361	996,2	27	70731
12/05/2015	166,165	995,4	30,5	65700
13/05/2015	165,872	994,3	33	72586
14/05/2015	165,48	992,8	37	150911
15/05/2015	165,186	991,7	24,5	46610
16/05/2015	164,697	989,8	25	52461
17/05/2015	164,501	989	26,5	49454
18/05/2015	164,109	987,5	27	56292
19/05/2015	163,522	985,3	23	45325
20/05/2015	163,326	984,5	23	47260
21/05/2015	163,13	983,8	20,5	44273
22/05/2015	163,033	983,4	23	45239
23/05/2015	162,837	982,7	25	66824
24/05/2015	162,837	982,7	22	46187
25/05/2015	162,935	983	26	74715
26/05/2015	162,739	982,3	28	93322
27/05/2015	162,249	980,4	26,5	55886
28/05/2015	162,054	979,7	26	49965
29/05/2015	161,76	978,5	26	58715
30/05/2015	161,27	976,7	27	78137
31/05/2015	160,977	975,5	28	51706
01/06/2015	160,977	975,5	27	37072
02/06/2015	160,781	974,8	29	53616
03/06/2015	160,585	974	30,5	77927
04/06/2015	160,291	972,9	29	92432

05/06/2015	159,998	971,8	29	53451
06/06/2015	159,606	970,3	30	75686
07/06/2015	159,313	969,2	31	83352
08/06/2015	158,627	966,5	31,5	81194
09/06/2015	158,236	965	32,5	95544
10/06/2015	157,942	963,9	30,5	60730
11/06/2015	157,648	962,8	23,5	24071
12/06/2015	157,55	962,4	30	96247
13/06/2015	157,453	962	30	126996
14/06/2015	157,355	961,7	28	88478
15/06/2015	157,257	961,3	29	77869
16/06/2015	156,963	960,2	29	92181
17/06/2015	156,681	959	29	50832
18/06/2015	156,304	957,5	29,5	55540
19/06/2015	156,022	956,4	29,5	104255
20/06/2015	155,645	954,9	30	49658
21/06/2015	155,268	953,4	32	82952
22/06/2015	155,174	953	35	75294
23/06/2015	154,892	951,9	34	100909
24/06/2015	154,609	950,8	31	49444
25/06/2015	154,044	948,5	30	78733
26/06/2015	153,668	947	32	101339
27/06/2015	153,291	945,5	34	134275
28/06/2015	153,009	944,4	38	148282
29/06/2015	152,726	943,3	35,5	87731
30/06/2015	152,162	941	35	86581
01/07/2015	151,597	938,8	33	116417
02/07/2015	150,938	936,2	33	56173
03/07/2015	150,373	933,9	32,5	70048
04/07/2015	149,431	930,2	34	80930
05/07/2015	149,055	928,7	36	63153
06/07/2015	148,396	926,1	37	85201
07/07/2015	147,831	923,8	40,5	117329
08/07/2015	147,006	920,4	38,5	81002
09/07/2015	146,373	917,8	32,5	36714
10/07/2015	145,831	915,6	33	53105
11/07/2015	145,108	912,6	34	41067
12/07/2015	144,746	911,1	34	43733
13/07/2015	144,204	908,8	33,5	48169
14/07/2015	143,752	906,9	34	47163
15/07/2015	143,209	904,7	35	52474
16/07/2015	142,667	902,4	34	65881
17/07/2015	142,215	900,6	34	51335
18/07/2015	141,672	898,3	34,5	53902
19/07/2015	141,401	897,2	34,5	61012
20/07/2015	141,22	896,4	33	51996
21/07/2015	140,678	894,2	34	53654

22/07/2015	140,316	892,7	34,5	50886
23/07/2015	140,045	891,6	33	55280
24/07/2015	139,593	889,7	37	130791
25/07/2015	139,232	888,2	33,5	45300
26/07/2015	138,87	886,7	34,5	46997
27/07/2015	138,599	885,6	42	99189
28/07/2015	138,162	883,6	33	43297
29/07/2015	137,73	881,5	34,5	40553
30/07/2015	137,297	879,5	32,5	37821
31/07/2015	137,124	878,7	32	37787
01/08/2015	136,778	877,1	31	40348
02/08/2015	136,346	875,1	30	62133
03/08/2015	136,173	874,3	34	62950
04/08/2015	136,173	874,3	34	47212
05/08/2015	136,346	875,1	33	37630
06/08/2015	136,173	874,3	33	38469
07/08/2015	135,741	872,2	35	68910
08/08/2015	135,308	870,2	32	35680
09/08/2015	135,049	869	33,5	39976
10/08/2015	134,616	867	37	56356
11/08/2015	134,097	864,5	33,5	33719
12/08/2015	133,751	862,9	35	34519
13/08/2015	133,319	860,9	39	61127
14/08/2015	132,973	859,3	34	158975
15/08/2015	132,713	858,1	30	52345
16/08/2015	132,627	857,7	31,5	43743
17/08/2015	132,367	856,4	34	50533
18/08/2015	132,194	855,6	32	38505
19/08/2015	131,935	854,4	31,5	43578
20/08/2015	131,675	853,2	31,5	40103
21/08/2015	131,416	852	31	46862
22/08/2015	131,07	850,4	33	68883
23/08/2015	130,897	849,6	33,5	72216
24/08/2015	130,551	847,9	35	101758
25/08/2015	130,118	845,9	31	53295
26/08/2015	129,694	843,9	32	43041
27/08/2015	129,281	841,9	32	38728
28/08/2015	129,034	840,6	34	46238
29/08/2015	128,869	839,8	33	48713
30/08/2015	128,869	839,8	31,5	41154
31/08/2015	128,622	838,6	32	26837
01/09/2015	128,539	838,2	33	29339
02/09/2015	128,374	837,4	31	39360
03/09/2015	128,045	835,8	33	61016
04/09/2015	127,797	834,6	31	46739
05/09/2015	128,127	836,2	27	30941
06/09/2015	128,457	837,8	32	0

07/09/2015	128,952	840,2	23,5	21007
08/09/2015	129,281	841,9	27	25257
09/09/2015	129,281	841,9	27,5	26941
10/09/2015	129,034	840,6	30	44557
11/09/2015	128,869	839,8	29	26036
12/09/2015	128,539	838,2	26	18442
13/09/2015	128,374	837,4	31	93795
14/09/2015	128,127	836,2	30,5	66899
15/09/2015	127,962	835,4	30	57645
16/09/2015	127,715	834,2	30	106780
17/09/2015	127,468	833	29	80801
18/09/2015	127,055	830,9	27	58168
19/09/2015	126,808	829,7	27	30701
20/09/2015	126,478	828,1	29	48032
21/09/2015	126,066	826,1	31	78481
22/09/2015	125,654	824	33,5	121966
23/09/2015	124,994	820,8	28	41043
24/09/2015	124,499	818,4	27	35192
25/09/2015	123,84	815,1	28	39129
26/09/2015	123,263	812,3	28	26808
27/09/2015	122,85	810,3	26	34844
28/09/2015	122,85	810,3	25	48620
29/09/2015	122,273	807,4	24	29070
30/09/2015	122,108	806,6	26,5	37914
01/10/2015	122,603	809,1	27	42074
02/10/2015	122,768	809,9	29,5	53455
03/10/2015	122,85	810,3	26	30792
04/10/2015	123,015	811,1	28,5	52724
05/10/2015	123,098	811,5	32,5	98196
06/10/2015	123,015	811,1	28,5	122481
07/10/2015	123,015	811,1	26,5	50290
08/10/2015	122,933	810,7	23	37294
09/10/2015	122,933	810,7	25,5	28376
10/10/2015	123,015	811,1	26	47857
11/10/2015	123,263	812,3	27	70674
12/10/2015	123,592	813,9	28,5	50466
13/10/2015	124,005	815,9	25	35904
14/10/2015	124,252	817,2	24	41678
15/10/2015	124,417	818	25,5	28631
16/10/2015	124,664	819,2	23	20481
17/10/2015	124,747	819,6	25	29507
18/10/2015	124,994	820,8	25,5	27909
19/10/2015	125,159	821,6	26	32867
20/10/2015	125,654	824	22	18954
21/10/2015	125,819	824,9	20	24747
22/10/2015	125,901	825,3	22,5	61073
23/10/2015	126,148	826,5	24	28102

24/10/2015	126,231	826,9	24,5	14885
25/10/2015	126,643	828,9	21	14092
26/10/2015	126,973	830,5	19,5	6645
27/10/2015	126,973	830,5	23,5	53987
28/10/2015	126,973	830,5	23	73921
29/10/2015	126,808	829,7	23	55594
30/10/2015	126,808	829,7	24	26552
31/10/2015	126,973	830,5	22	29070
01/11/2015	127,468	833	15	29155
02/11/2015	128,787	839,4	17,5	24345
03/11/2015	129,034	840,6	21	32787
04/11/2015	129,199	841,5	23	26928
05/11/2015	129,446	842,7	23,5	52249
06/11/2015	129,446	842,7	23,5	20225
07/11/2015	129,529	843,1	23	15176
08/11/2015	129,694	843,9	21	24474
09/11/2015	129,945	845,1	22	17748
10/11/2015	129,945	845,1	23	16058
11/11/2015	129,859	844,7	21	18584
12/11/2015	129,859	844,7	18,5	14361
13/11/2015	129,859	844,7	20,5	20274
14/11/2015	129,776	844,3	19	15198
15/11/2015	129,694	843,9	20	16035
16/11/2015	129,859	844,7	23,5	49840
17/11/2015	129,859	844,7	22	32945
18/11/2015	129,945	845,1	21	27890
19/11/2015	129,945	845,1	18	37187
20/11/2015	129,859	844,7	25	80251
21/11/2015	129,694	843,9	18	122371
22/11/2015	129,529	843,1	14,5	91901
23/11/2015	129,364	842,3	15,5	51381
24/11/2015	129,199	841,5	14	78260
25/11/2015	128,952	840,2	19	138648
26/11/2015	128,787	839,4	20	151106
27/11/2015	128,704	839	17	25172
28/11/2015	128,622	838,6	19	35224
29/11/2015	128,539	838,2	18	19280
30/11/2015	128,457	837,8	18,5	20109
01/12/2015	128,374	837,4	18,5	24286
02/12/2015	128,21	836,6	20	40159
03/12/2015	128,045	835,8	18	15881
04/12/2015	127,962	835,4	18	13367
05/12/2015	127,88	835	17	9185
06/12/2015	127,715	834,2	16,5	13347
07/12/2015	127,632	833,8	18	12507
08/12/2015	127,55	833,4	19	13334
09/12/2015	127,385	832,5	18	16652

10/12/2015	127,468	833	14,5	5831
11/12/2015	127,715	834,2	16	12513
12/12/2015	127,797	834,6	15	13354
13/12/2015	127,715	834,2	18	20021
14/12/2015	127,715	834,2	18	16684
15/12/2015	127,632	833,8	21	61702
16/12/2015	127,632	833,8	21	46693
17/12/2015	127,632	833,8	21	47527
18/12/2015	127,632	833,8	21	45860
19/12/2015	127,55	833,4	20	34170
20/12/2015	127,55	833,4	17	9167
21/12/2015	127,55	833,4	17	11668
22/12/2015	127,715	834,2	16	14182
23/12/2015	127,715	834,2	14	17519
24/12/2015	127,715	834,2	18	24192
25/12/2015	127,797	834,6	16,5	14189
26/12/2015	127,715	834,2	17	11679
27/12/2015	127,715	834,2	17,5	13347
28/12/2015	127,632	833,8	17	11673
29/12/2015	127,632	833,8	18	35020
30/12/2015	127,55	833,4	17	70840
31/12/2015	127,468	833	18	35819
01/01/2016	127,468	833	20	29988
02/01/2016	127,468	833	18,5	43316
03/01/2016	127,468	833	19	50813
04/01/2016	127,468	833	22	76636
05/01/2016	127,468	833	14,5	104958
06/01/2016	127,715	834,2	14	102609
07/01/2016	127,715	834,2	21,5	62566
08/01/2016	127,797	834,6	21,5	60093
09/01/2016	127,962	835,4	19	52632
10/01/2016	128,045	835,8	16,5	66031
11/01/2016	128,127	836,2	21,5	87805
12/01/2016	128,127	836,2	16	80279
13/01/2016	128,21	836,6	16	31793
14/01/2016	128,21	836,6	16,5	41832
15/01/2016	128,21	836,6	12	48525
16/01/2016	128,045	835,8	13	71046
17/01/2016	127,962	835,4	15	65164
18/01/2016	127,962	835,4	18,5	101923
19/01/2016	127,88	835	15,5	40081
20/01/2016	127,797	834,6	15	35889
21/01/2016	127,632	833,8	17	47527
22/01/2016	127,632	833,8	18,5	29183
23/01/2016	127,55	833,4	18	22502
24/01/2016	127,468	833	17,5	4165
25/01/2016	127,303	832,1	16,5	9154

26/01/2016	127,138	831,3	14	14133
27/01/2016	126,973	830,5	16	8306
28/01/2016	126,89	830,1	20	17434
29/01/2016	126,89	830,1	16	14113
30/01/2016	126,89	830,1	18	47320
31/01/2016	126,808	829,7	20,5	77168
01/02/2016	126,808	829,7	21,5	33190
02/02/2016	126,89	830,1	20,5	26565
03/02/2016	127,055	830,9	18	13296
04/02/2016	127,055	830,9	13	13296
05/02/2016	126,89	830,1	16,5	19094
06/02/2016	126,89	830,1	18	48980
07/02/2016	126,808	829,7	16,5	109529
08/02/2016	126,808	829,7	19	84636
09/02/2016	126,808	829,7	19,5	92933
10/02/2016	126,808	829,7	22	67211
11/02/2016	126,808	829,7	23,5	86295
12/02/2016	126,808	829,7	22,5	67211
13/02/2016	126,808	829,7	24,5	90444
14/02/2016	126,725	829,3	15	145967
15/02/2016	126,643	828,9	15	87869
16/02/2016	126,478	828,1	13	60454
17/02/2016	126,313	827,3	15	65359
18/02/2016	126,148	826,5	17	35540
19/02/2016	126,148	826,5	13,5	28102
20/02/2016	126,148	826,5	14	31408
21/02/2016	125,983	825,7	15	24771
22/02/2016	125,736	824,4	23	69258
23/02/2016	125,489	823,2	22	90561
24/02/2016	125,241	822	21,5	72342
25/02/2016	124,912	820,4	18	93531
26/02/2016	124,582	818,8	18	55680
27/02/2016	124,252	817,2	12	111958
28/02/2016	123,922	815,5	15,5	97871
29/02/2016	124,252	817,2	16,5	130753
01/03/2016	124,252	817,2	18,5	95613
02/03/2016	124,334	817,6	25	148806
03/03/2016	124,252	817,2	25	91527
04/03/2016	124,252	817,2	19,5	115226
05/03/2016	124,005	815,9	17	117503
06/03/2016	123,757	814,7	16	98588
07/03/2016	123,51	813,5	13	38238
08/03/2016	123,427	813,1	16	54482
09/03/2016	123,345	812,7	17	96718
10/03/2016	123,015	811,1	15	87603
11/03/2016	122,685	809,5	17,5	38857
12/03/2016	122,438	808,3	19	34757

13/03/2016	122,273	807,4	18	36337
14/03/2016	121,778	805	17	29787
15/03/2016	121,3	802,6	19	28895
16/03/2016	121,778	805	21	82116
17/03/2016	121,614	804,2	18	25736
18/03/2016	121,457	803,4	16	15265
19/03/2016	121,222	802,2	19	20056
20/03/2016	120,986	801	20,5	25632
21/03/2016	120,986	801	10,5	0
22/03/2016	120,908	800,6	13,5	34426
23/03/2016	121,065	801,4	20	117808
24/03/2016	121,143	801,8	20	52920
25/03/2016	121,143	801,8	25	110651
26/03/2016	121,143	801,8	24	78578
27/03/2016	121,143	801,8	23	89002
28/03/2016	121,065	801,4	24	79340
29/03/2016	120,986	801	25,5	56071
30/03/2016	120,83	800,2	24	41610
31/03/2016	120,751	799,7	22	131966
01/04/2016	120,516	798,5	18	49512
02/04/2016	120,281	797,3	19	47842
03/04/2016	120,281	797,3	19,5	43058
04/04/2016	120,202	796,9	21	38254
05/04/2016	120,124	796,5	15,5	25490
06/04/2016	120,046	796,1	20,5	28661
07/04/2016	119,81	794,9	21	50876
08/04/2016	119,889	795,3	17	46925
09/04/2016	119,967	795,7	22,5	73209
10/04/2016	120,046	796,1	21	45381
11/04/2016	120,046	796,1	22	39808
12/04/2016	119,889	795,3	23,5	62037
13/04/2016	119,732	794,5	22,5	65946
14/04/2016	119,575	793,7	24	33336
15/04/2016	119,418	792,9	23	35681
16/04/2016	119,262	792,1	26	66537
17/04/2016	119,262	792,1	26	45150
18/04/2016	119,183	791,6	22	33251
19/04/2016	118,948	790,4	19	59286
20/04/2016	118,713	789,2	23	49724
21/04/2016	118,556	788,4	24,5	70173
22/04/2016	118,321	787,2	23	34639
23/04/2016	118,086	786	25	72315
24/04/2016	117,772	784,4	24	67459
25/04/2016	117,537	783,1	21	23496
26/04/2016	117,302	781,9	23,5	33625
27/04/2016	117,145	781,1	23	23435
28/04/2016	116,988	780,3	23	24972

29/04/2016	117,066	780,7	16	13273
30/04/2016	116,988	780,3	20	29654
01/05/2016	116,91	779,9	25	42118
02/05/2016	116,831	779,5	22,5	46773
03/05/2016	116,674	778,7	25	52954
04/05/2016	116,361	777,1	24	42742
05/05/2016	116,047	775,5	19	29469
06/05/2016	115,812	774,2	21	27100
07/05/2016	115,498	772,6	23	27816
08/05/2016	115,342	771,8	21	15437
09/05/2016	115,42	772,2	20,5	15445
10/05/2016	115,42	772,2	21	23168
11/05/2016	115,263	771,4	22	74059
12/05/2016	115,185	771	23	75563
13/05/2016	115,028	770,2	23	129400
14/05/2016	114,95	769,8	27	135490
15/05/2016	114,793	769	24,5	49217
16/05/2016	114,636	768,2	25	38411
17/05/2016	114,401	766,9	24	22243
18/05/2016	114,166	765,7	26	37523
19/05/2016	114,009	764,9	27	42073
20/05/2016	113,852	764,1	25	31331
21/05/2016	113,774	763,7	24	34369
22/05/2016	113,774	763,7	31,5	116855
23/05/2016	113,625	762,9	24,5	45777
24/05/2016	113,402	761,7	25	25899
25/05/2016	113,179	760,5	27,5	28139
26/05/2016	112,881	758,8	25	25044
27/05/2016	112,807	758,4	26	25030
28/05/2016	112,51	756,8	30	43899
29/05/2016	112,361	756	27	132311
30/05/2016	112,212	755,2	29	101959
31/05/2016	112,212	755,2	25,5	33986
01/06/2016	111,989	754	27	38456
02/06/2016	111,692	752,4	27,5	43640
03/06/2016	111,469	751,2	29	42819
04/06/2016	111,32	750,3	27,5	33768
05/06/2016	111,023	748,7	27	32946
06/06/2016	110,799	747,5	29	38873
07/06/2016	110,576	746,3	28	33586
08/06/2016	110,353	745,1	31,5	55885
09/06/2016	110,13	743,9	33,5	53562
10/06/2016	109,759	741,8	31,5	36353
11/06/2016	109,387	739,8	30	31074
12/06/2016	109,015	737,8	30,5	39843
13/06/2016	108,718	736,2	38,5	186264
14/06/2016	108,42	734,6	30	58034

15/06/2016	107,974	732,1	32	139113
16/06/2016	107,379	728,9	27,5	131208
17/06/2016	106,933	726,5	28,5	92266
18/06/2016	106,487	724	27	42720
19/06/2016	106,128	722	26	37547
20/06/2016	105,846	720,4	27	37462
21/06/2016	105,425	718	27	43080
22/06/2016	105,073	715,9	29	45822
23/06/2016	104,792	714,3	29,5	43576
24/06/2016	104,44	712,3	32,5	47726
25/06/2016	104,089	710,3	28,5	33384
26/06/2016	103,737	708,2	27,5	32581
27/06/2016	103,526	707	28	38889
28/06/2016	103,245	705,4	29	51498
29/06/2016	103,105	704,6	32	48620
30/06/2016	102,894	703,4	33,5	54867
01/07/2016	102,753	702,6	31,5	42859
02/07/2016	102,472	700,9	34	53275
03/07/2016	102,261	699,7	29,5	47585
04/07/2016	101,98	698,1	28,5	57947
05/07/2016	101,769	696,9	34	59240
06/07/2016	101,558	695,7	32	48701
07/07/2016	101,206	693,7	29	58965
08/07/2016	100,996	692,4	34	73404
09/07/2016	100,574	690	33	69696
10/07/2016	100,222	688	34	56419
11/07/2016	99,871	686	34	54881
12/07/2016	99,379	683,1	33	40991
13/07/2016	99,041	681,5	30	32033
14/07/2016	98,641	679,7	28	33307
15/07/2016	98,374	678,5	28	35961
16/07/2016	98,04	676,9	28,5	37912
17/07/2016	97,706	675,4	29	39853
18/07/2016	97,306	673,6	29	30314
19/07/2016	96,838	671,5	31	25518
20/07/2016	96,504	669,9	33,5	28140
21/07/2016	96,037	667,8	33,5	39404
22/07/2016	95,837	666,9	31	26011
23/07/2016	95,503	665,4	30,5	34603
24/07/2016	95,303	664,5	31	37213
25/07/2016	94,969	663	32	41106
26/07/2016	94,569	661,1	33	39671
27/07/2016	94,435	660,5	34	39634
28/07/2016	94,034	658,7	32	38207
29/07/2016	94,168	659,3	33,5	38243
30/07/2016	93,767	657,5	35	41424
31/07/2016	93,5	656,3	39	55130

01/08/2016	93,167	654,7	30,5	20953
02/08/2016	92,766	652,9	30,5	35260
03/08/2016	92,441	651,4	33	41693
04/08/2016	92,059	649,6	35	48072
05/08/2016	91,677	647,8	31,5	37572
06/08/2016	91,295	645,9	31,5	40696
07/08/2016	90,976	644,4	31	33512
08/08/2016	90,594	642,6	31,5	43699
09/08/2016	90,275	641,1	32	44237
10/08/2016	89,893	639,2	28	25571
11/08/2016	89,511	637,4	29	31873
12/08/2016	89,001	635	28,5	36832
13/08/2016	88,81	634,1	30	31706
14/08/2016	88,619	633,2	30	32927
15/08/2016	88,491	632,5	30	30365
16/08/2016	88,3	631,6	31,5	30952
17/08/2016	88,045	630,4	37,5	65569
18/08/2016	87,726	628,9	33	28303
19/08/2016	87,408	627,4	33,5	26352
20/08/2016	87,217	626,5	33,5	30073
21/08/2016	87,026	625,6	31	27526
22/08/2016	86,707	624	30	24963
23/08/2016	86,261	621,9	31	24878
24/08/2016	85,897	620,1	31,5	34107
25/08/2016	85,472	617,9	31,5	31518
26/08/2016	85,29	617	30	25301
27/08/2016	85,048	615,8	31	19092
28/08/2016	84,805	614,6	32	22128
29/08/2016	84,623	613,7	31	19026
30/08/2016	84,259	611,9	30,5	24477
31/08/2016	83,895	610	29,5	23184
01/09/2016	83,652	608,8	30,5	26791
02/09/2016	83,47	607,9	31,5	18847
03/09/2016	83,227	606,7	35	30337
04/09/2016	82,863	604,9	38,5	59282
05/09/2016	82,621	603,7	43	59767
06/09/2016	82,439	602,7	34,5	27729
07/09/2016	82,135	601,2	33	23450
08/09/2016	81,71	599,1	31	20371
09/09/2016	81,346	597,3	35	22101
10/09/2016	80,982	595,4	31	19651
11/09/2016	80,558	593,3	30,5	16614
12/09/2016	80,376	592,4	30	15996
13/09/2016	80,136	591,2	29	53212
14/09/2016	79,905	590	27	83783
15/09/2016	79,617	588,5	26,5	92395
16/09/2016	79,271	586,6	29,5	70401

17/09/2016	78,926	584,8	30	39770
18/09/2016	78,637	583,3	29	26250
19/09/2016	78,465	582,4	28,5	34363
20/09/2016	78,234	581,2	27,5	22086
21/09/2016	78,003	579,9	29	17980
22/09/2016	77,658	578,1	28	15032
23/09/2016	77,312	576,3	28,5	20172
24/09/2016	76,966	574,5	27,5	16086
25/09/2016	76,62	572,6	28	20044
26/09/2016	76,39	571,4	28,5	21145
27/09/2016	76,217	570,5	28	20540
28/09/2016	76,332	571,1	26	31414
29/09/2016	76,217	570,5	26	19970
30/09/2016	76,274	570,8	27	14842
01/10/2016	76,332	571,1	30	38268
02/10/2016	76,39	571,4	29,5	32002
03/10/2016	76,505	572	28	17735
04/10/2016	76,563	572,3	28	17172
05/10/2016	76,62	572,6	27,5	17181
06/10/2016	76,678	572,9	30,5	29223
07/10/2016	76,736	573,2	29	16626
08/10/2016	76,793	573,6	28	13766
09/10/2016	76,851	573,9	26	12052
10/10/2016	76,908	574,2	27	14929
11/10/2016	76,966	574,5	30	40216
12/10/2016	76,966	574,5	25	14363
13/10/2016	77,254	576	17	18433
14/10/2016	77,369	576,6	24	44401
15/10/2016	77,427	576,9	25	25963
16/10/2016	77,6	577,8	25	16180
17/10/2016	77,6	577,8	27	14446
18/10/2016	77,6	577,8	25	11557
19/10/2016	77,6	577,8	22	4623
20/10/2016	77,6	577,8	22	3467
21/10/2016	77,427	576,9	21,5	8654
22/10/2016	77,312	576,3	23	9798
23/10/2016	77,197	575,7	25	27635
24/10/2016	77,139	575,4	25	14961
25/10/2016	77,081	575,1	25,5	14378
26/10/2016	77,139	575,4	28	18414
27/10/2016	77,254	576	25	12097
28/10/2016	77,312	576,3	25	14408
29/10/2016	77,369	576,6	24	23066
30/10/2016	77,312	576,3	23,5	12679
31/10/2016	77,312	576,3	22	16714
01/11/2016	77,427	576,9	23,5	16155
02/11/2016	77,369	576,6	26,5	35752

03/11/2016	77,369	576,6	26	28832
04/11/2016	77,369	576,6	24	23066
05/11/2016	77,312	576,3	21	65703
06/11/2016	77,427	576,9	18	60002
07/11/2016	77,542	577,5	17	69884
08/11/2016	77,542	577,5	18	66996
09/11/2016	77,427	576,9	21	64618
10/11/2016	77,254	576	19,5	59908
11/11/2016	77,024	574,8	20,5	56332
12/11/2016	76,908	574,2	21	80964
13/11/2016	76,908	574,2	19,5	22394
14/11/2016	76,736	573,2	19,5	32105
15/11/2016	76,447	571,7	17,5	35450
16/11/2016	76,274	570,8	19	27972
17/11/2016	76,102	569,9	20	25648
18/11/2016	75,929	569	23,5	42109
19/11/2016	75,756	568,1	21,5	19884
20/11/2016	75,756	568,1	18,5	19316
21/11/2016	75,698	567,8	9	33502
22/11/2016	75,813	568,4	19	14779
23/11/2016	75,986	569,3	14,5	7971
24/11/2016	75,986	569,3	13	18219
25/11/2016	75,986	569,3	15,5	17650
26/11/2016	76,044	569,6	19	10254
27/11/2016	76,102	569,9	11	5700
28/11/2016	76,102	569,9	17	11969
29/11/2016	76,102	569,9	15	5130
30/11/2016	76,102	569,9	17	13679
01/12/2016	76,044	569,6	14	9684
02/12/2016	76,044	569,6	17	10823
03/12/2016	76,044	569,6	15,5	6266
04/12/2016	76,274	570,8	15,5	1713
05/12/2016	76,505	572	16,5	5721
06/12/2016	76,505	572	18	17735
07/12/2016	76,505	572	18	15446
08/12/2016	76,563	572,3	17,5	9731
09/12/2016	76,678	572,9	16	4011
10/12/2016	76,736	573,2	17	5160
11/12/2016	76,851	573,9	17	12626
12/12/2016	76,851	573,9	18	16643
13/12/2016	76,908	574,2	16	9187
14/12/2016	77,024	574,8	15	11496
15/12/2016	77,139	575,4	11,5	8056
16/12/2016	77,6	577,8	15	5201
17/12/2016	78,061	580,2	14	20310
18/12/2016	78,983	585,1	10	0
19/12/2016	80,679	593,9	13	10692

20/12/2016	81,65	598,8	14	46710
21/12/2016	82,014	600,6	14	49255
22/12/2016	82,378	602,4	17	33137
23/12/2016	82,742	604,3	15	15712
24/12/2016	82,924	605,2	15	9078
25/12/2016	83,106	606,1	17	20003
26/12/2016	83,288	607	17	13355
27/12/2016	83,409	607,6	15	12153
28/12/2016	83,47	607,9	13	21279
29/12/2016	83,591	608,5	16	12171
30/12/2016	83,713	609,1	13	15839
31/12/2016	83,895	610	13	21353
01/01/2017	84,077	611	13	18330
02/01/2017	84,198	611,6	12,5	11621
03/01/2017	84,38	612,5	17	47777
04/01/2017	84,683	614	18	55264
05/01/2017	84,987	615,5	17	21545
06/01/2017	85,29	617	14	6788
07/01/2017	85,594	618,6	13	12372
08/01/2017	85,836	619,8	13	16735
09/01/2017	86,018	620,7	14,5	27933
10/01/2017	86,2	621,6	14	71490
11/01/2017	86,261	621,9	16,5	19902
12/01/2017	86,325	622,2	16,5	34224
13/01/2017	86,325	622,2	17	74671
14/01/2017	86,325	622,2	13	59737
15/01/2017	86,388	622,5	13,5	82801
16/01/2017	86,516	623,1	11,5	110924
17/01/2017	86,707	624	13	33076
18/01/2017	86,898	624,9	4,5	8750
19/01/2017	87,089	625,9	6	0
20/01/2017	87,28	626,8	13	18178
21/01/2017	87,408	627,4	13	40155
22/01/2017	87,535	628	13,5	43962
23/01/2017	87,472	627,7	12,5	38292
24/01/2017	87,344	627,1	14	43899
25/01/2017	87,217	626,5	16	36338
26/01/2017	87,217	626,5	13	11277
27/01/2017	87,153	626,2	13,5	34442
28/01/2017	87,28	626,8	13	48265
29/01/2017	87,408	627,4	14	39528
30/01/2017	87,408	627,4	19	33254
31/01/2017	87,472	627,7	18	16321
01/02/2017	87,472	627,7	20	17576
02/02/2017	87,472	627,7	14,5	14438
03/02/2017	87,408	627,4	19,5	35763
04/02/2017	87,344	627,1	20	45780

05/02/2017	87,408	627,4	15	114192
06/02/2017	87,472	627,7	19	91649
07/02/2017	87,535	628	20	100485
08/02/2017	87,599	628,3	16	99277
09/02/2017	87,726	628,9	15,5	35221
10/02/2017	87,854	629,5	13	18257
11/02/2017	88,045	630,4	17	22697
12/02/2017	88,172	631	16	17039
13/02/2017	88,3	631,6	18,5	42323
14/02/2017	88,3	631,6	19	21477
15/02/2017	88,3	631,6	17	13265
16/02/2017	88,3	631,6	17,5	11370
17/02/2017	88,3	631,6	16	7580
18/02/2017	88,236	631,3	17,5	15153
19/02/2017	88,236	631,3	15	21467
20/02/2017	88,236	631,3	15	22098
21/02/2017	88,236	631,3	16	22730
22/02/2017	88,109	630,7	16,5	30277
23/02/2017	87,981	630,1	18,5	18275
24/02/2017	87,79	629,2	18,5	11956
25/02/2017	87,726	628,9	19,5	8805
26/02/2017	87,726	628,9	20	13837
27/02/2017	87,79	629,2	21	52228
28/02/2017	87,726	628,9	21	61008
01/03/2017	87,599	628,3	21	21992
02/03/2017	87,535	628	23	20097
03/03/2017	87,599	628,3	17	29532
04/03/2017	87,663	628,6	19	27660
05/03/2017	87,726	628,9	20	49058
06/03/2017	87,599	628,3	23	91109
07/03/2017	87,535	628	25	97345
08/03/2017	87,472	627,7	23	29503
09/03/2017	87,344	627,1	28,5	47661
10/03/2017	87,153	626,2	32,5	50097
11/03/2017	87,026	625,6	26	45043
12/03/2017	87,026	625,6	25	31906
13/03/2017	87,535	628	13	9421
14/03/2017	87,918	629,8	16,5	31493
15/03/2017	88,045	630,4	17	27741
16/03/2017	88,236	631,3	17	15153
17/03/2017	88,555	632,8	18	13291
18/03/2017	88,682	633,5	21	34843
19/03/2017	88,81	634,1	23,5	29803
20/03/2017	89,065	635,3	22	34308
21/03/2017	89,256	636,2	24,5	27359
22/03/2017	89,319	636,5	20,5	66201
23/03/2017	89,256	636,2	15	59807

24/03/2017	89,256	636,2	14,5	34357
25/03/2017	89,319	636,5	16,5	42012
26/03/2017	89,383	636,8	20	21653
27/03/2017	89,319	636,5	21	64928
28/03/2017	89,128	635,6	22,5	34324
29/03/2017	89,065	635,3	22,5	17789
30/03/2017	89,065	635,3	21	25413
31/03/2017	88,937	634,7	24	59664
01/04/2017	88,81	634,1	23	112873
02/04/2017	88,746	633,8	23	54508
03/04/2017	88,619	633,2	20	20263
04/04/2017	88,427	632,2	24	25924
05/04/2017	88,236	631,3	21	23361
06/04/2017	88,045	630,4	20	23327
07/04/2017	87,854	629,5	21	29589
08/04/2017	87,663	628,6	21	21374
09/04/2017	87,663	628,6	21,5	16345
10/04/2017	87,663	628,6	21	18859
11/04/2017	87,535	628	25,5	39566
12/04/2017	87,472	627,7	26	26992
13/04/2017	87,344	627,1	28	38882
14/04/2017	87,217	626,5	30	43856
15/04/2017	87,089	625,9	25,5	21907
16/04/2017	86,962	625,2	22	15007
17/04/2017	86,898	624,9	24,5	30000
18/04/2017	86,771	624,3	25	25600
19/04/2017	86,643	623,7	18,5	34308
20/04/2017	86,516	623,1	17	38013
21/04/2017	86,388	622,5	17	38599
22/04/2017	86,325	622,2	19	26757
23/04/2017	86,261	621,9	21	19281
24/04/2017	86,325	622,2	23	21157
25/04/2017	86,452	622,8	25	46715
26/04/2017	86,707	624	26	29332
27/04/2017	86,771	624,3	14	10615
28/04/2017	87,026	625,6	12,5	10635
29/04/2017	87,153	626,2	16	9393
30/04/2017	87,535	628	22	61547
01/05/2017	87,918	629,8	22,5	29603
02/05/2017	87,981	630,1	23	26467
03/05/2017	87,918	629,8	23	27714
04/05/2017	87,918	629,8	23,5	20785
05/05/2017	87,981	630,1	23	29618
06/05/2017	87,981	630,1	26,5	69318
07/05/2017	87,981	630,1	26	37810
08/05/2017	88,045	630,4	27	43502
09/05/2017	88,045	630,4	26,5	30893

10/05/2017	87,854	629,5	27	28330
11/05/2017	87,663	628,6	26,5	73551
12/05/2017	87,408	627,4	26	72781
13/05/2017	87,28	626,8	27,5	56414
14/05/2017	87,153	626,2	30	54480
15/05/2017	87,089	625,9	30	35051
16/05/2017	86,898	624,9	27	35000
17/05/2017	86,771	624,3	28	51200
18/05/2017	86,643	623,7	27	35555
19/05/2017	86,516	623,1	22,5	24304
20/05/2017	86,388	622,5	24	28638
21/05/2017	86,325	622,2	24,5	30491
22/05/2017	86,388	622,5	27	29260
23/05/2017	86,261	621,9	26	31098
24/05/2017	86,018	620,7	27	40348
25/05/2017	85,897	620,1	28,5	42789
26/05/2017	85,715	619,2	29	43964
27/05/2017	85,594	618,6	28,5	58768
28/05/2017	85,351	617,3	27	55565
29/05/2017	85,169	616,4	25,5	27125
30/05/2017	85,108	616,1	26,5	27112
31/05/2017	84,987	615,5	26,5	25238
01/06/2017	84,926	615,2	27	27072
02/06/2017	84,866	614,9	27,5	27673
03/06/2017	84,623	613,7	28	31301
04/06/2017	84,38	612,5	28	28176
05/06/2017	84,198	611,6	28	40978
06/06/2017	84,016	610,7	33,5	56185
07/06/2017	83,773	609,4	26,5	25598
08/06/2017	83,409	607,6	26,5	26737
09/06/2017	83,167	606,4	26	23045
10/06/2017	82,985	605,5	28	24221
11/06/2017	82,742	604,3	32	51971
12/06/2017	82,56	603,4	30	48272
13/06/2017	82,439	602,7	31	50032
14/06/2017	82,135	601,2	32	39684
15/06/2017	81,832	599,7	32	34186
16/06/2017	81,589	598,5	33,5	44292
17/06/2017	81,286	597	33	42985
18/06/2017	80,982	595,4	33,5	45258
19/06/2017	80,74	594,2	31	26148
20/06/2017	80,436	592,7	32,5	38529
21/06/2017	80,194	591,5	32	43183
22/06/2017	79,79	589,4	33	53047
23/06/2017	79,617	588,5	37	47080
24/06/2017	79,387	587,2	36	35237
25/06/2017	79,099	585,7	34	56819

26/06/2017	78,81	584,2	33,5	47324
27/06/2017	78,58	583	33,5	78126
28/06/2017	78,234	581,2	34	129027
29/06/2017	77,946	579,6	31,5	89851
30/06/2017	77,6	577,8	30	85523
01/07/2017	77,427	576,9	25	31732
02/07/2017	77,312	576,3	28	31122
03/07/2017	77,369	576,6	29	36328
04/07/2017	77,197	575,7	29	31089
05/07/2017	77,139	575,4	29,5	32799
06/07/2017	77,024	574,8	31	41962
07/07/2017	77,024	574,8	28,5	18394
08/07/2017	76,908	574,2	33,5	62015
09/07/2017	76,793	573,6	35,5	76289
10/07/2017	76,793	573,6	34	38431
11/07/2017	76,62	572,6	32	31498
12/07/2017	76,39	571,4	34	34860
13/07/2017	76,102	569,9	32,5	22798
14/07/2017	75,986	569,3	31,5	23912
15/07/2017	75,813	568,4	30	26716
16/07/2017	75,698	567,8	32	34637
17/07/2017	75,525	566,9	32	31747
18/07/2017	75,295	565,6	32,5	30548
19/07/2017	74,949	563,8	33	23119
20/07/2017	74,603	562	31,5	28102
21/07/2017	74,43	561,1	32	28618
22/07/2017	74,103	559,3	32	25728
23/07/2017	73,884	558	33	34044
24/07/2017	73,775	557,4	32	30662
25/07/2017	73,447	555,6	30,5	32228
26/07/2017	73,12	553,8	32	27692
27/07/2017	72,902	552,6	33,5	42552
28/07/2017	72,738	551,7	35	40275
29/07/2017	72,519	550,4	34	32479
30/07/2017	72,465	550,1	36	31361
31/07/2017	72,246	548,9	32	27449
01/08/2017	71,973	547,4	34	25183
02/08/2017	71,755	546,2	33	35505
03/08/2017	71,537	545	37	47416
04/08/2017	71,373	544,1	37	37543
05/08/2017	71,209	543,1	35,5	32592
06/08/2017	71,045	542,2	31	27114
07/08/2017	70,827	541	32,5	23807
08/08/2017	70,609	539,8	38	41028
09/08/2017	70,336	538,3	33	38221
10/08/2017	70,063	536,8	30	34356
11/08/2017	69,844	535,5	31	33207

12/08/2017	69,626	534,3	30	29925
13/08/2017	69,626	534,3	30	30994
14/08/2017	69,517	533,7	30,5	28823
15/08/2017	69,408	533,1	30	23992
16/08/2017	69,298	532,5	33	28225
17/08/2017	69,189	531,9	33,5	25001
18/08/2017	69,025	531	33	26020
19/08/2017	68,764	529,6	32	28602
20/08/2017	68,557	528,5	32	26958
21/08/2017	68,298	527,2	31	34800
22/08/2017	68,091	526,2	33	31572
23/08/2017	67,884	525,1	31,5	23106
24/08/2017	67,626	523,8	31	20952
25/08/2017	67,367	522,4	31	21422
26/08/2017	67,056	520,8	32	25523
27/08/2017	66,798	519,5	31	20782
28/08/2017	66,746	519,2	27	19214
29/08/2017	66,746	519,2	25	9347
30/08/2017	66,746	519,2	26	13501
31/08/2017	66,798	519,5	29	21302
01/09/2017	67,263	521,9	26	19834
02/09/2017	67,315	522,2	27	24022
03/09/2017	67,419	522,7	30	31365
04/09/2017	67,47	523	33	20920
05/09/2017	67,47	523	32	23012
06/09/2017	67,367	522,4	31	21944
07/09/2017	67,263	521,9	27,5	14093
08/09/2017	67,108	521,1	30	18761
09/09/2017	66,901	520	32	58249
10/09/2017	66,746	519,2	27	114243
11/09/2017	66,591	518,4	33	65329
12/09/2017	66,384	517,4	30	53812
13/09/2017	66,177	516,3	30	19105
14/09/2017	65,918	515	36	49443
15/09/2017	65,659	513,6	28,5	19520
16/09/2017	65,452	512,6	26	13328
17/09/2017	65,194	511,3	28	20963
18/09/2017	65,038	510,5	31	23483
19/09/2017	64,883	509,7	28,5	17840
20/09/2017	64,676	508,6	28	13733
21/09/2017	64,521	507,8	28,5	17775
22/09/2017	64,366	507	27	17747
23/09/2017	64,211	506,2	29	16200
24/09/2017	64,107	505,7	31	16689
25/09/2017	63,952	504,9	34	49987
26/09/2017	63,748	503,8	28	16123
27/09/2017	63,6	503	26,5	12576

28/09/2017	63,404	501,9	28	15060
29/09/2017	63,208	500,9	26	14026
30/09/2017	63,11	500,3	28	14511
01/10/2017	63,11	500,3	27	11009
02/10/2017	63,11	500,3	28	13511
03/10/2017	63,11	500,3	28,5	14511
04/10/2017	63,11	500,3	28	13511
05/10/2017	63,06	500,1	28,5	17004
06/10/2017	63,011	499,8	29	13496
07/10/2017	62,913	499,3	28	10985
08/10/2017	62,864	499	27,5	11478
09/10/2017	62,864	499	27	10979
10/10/2017	62,864	499	27,5	10979
11/10/2017	62,913	499,3	27	10486
12/10/2017	62,913	499,3	28	10985
13/10/2017	62,864	499	29	17467
14/10/2017	62,864	499	27,5	15970
15/10/2017	62,864	499	27	12477
16/10/2017	62,864	499	25,5	18964
17/10/2017	62,766	498,5	26	15455
18/10/2017	62,717	498,2	24,5	17938
19/10/2017	62,57	497,4	22,5	59696
20/10/2017	62,471	496,9	27	34289
21/10/2017	62,373	496,4	28	38720
22/10/2017	62,275	495,8	24	18347
23/10/2017	62,275	495,8	24	10413
24/10/2017	62,324	496,1	26	19846
25/10/2017	62,324	496,1	27,5	20342
26/10/2017	62,324	496,1	27,5	21334
27/10/2017	62,324	496,1	29,5	28280
28/10/2017	62,324	496,1	25	11907
29/10/2017	62,226	495,6	23,5	15364
30/10/2017	62,226	495,6	24,5	11895
31/10/2017	62,128	495	22	8911
01/11/2017	61,981	494,2	22	7908
02/11/2017	61,932	494	23	9880
03/11/2017	61,833	493,4	20,5	8883
04/11/2017	61,784	493,2	22	38470
05/11/2017	61,686	492,6	21	75873
06/11/2017	61,588	492,1	19	54136
07/11/2017	61,441	491,3	19	39308
08/11/2017	61,343	490,8	21	34357
09/11/2017	61,195	490	17,5	34301
10/11/2017	60,999	488,9	18	35694
11/11/2017	60,803	487,8	23	49765
12/11/2017	60,655	487	24,5	50170
13/11/2017	60,459	486	19,5	55407

14/11/2017	60,263	484,9	17	21338
15/11/2017	60,214	484,6	19,5	25204
16/11/2017	60,066	483,8	20	11130
17/11/2017	59,968	483,3	19	13051
18/11/2017	59,87	482,8	20	12554
19/11/2017	59,772	482,3	20	13022
20/11/2017	59,674	481,7	20,5	13008
21/11/2017	59,527	480,9	22	22606
22/11/2017	59,428	480,4	25	19218
23/11/2017	59,33	479,9	24	36953
24/11/2017	59,232	479,3	24	36433
25/11/2017	59,134	478,8	18	30167
26/11/2017	59,085	478,5	19	16750
27/11/2017	59,036	478,3	17	11479
28/11/2017	59,036	478,3	16,5	11001
29/11/2017	59,036	478,3	15	4305
30/11/2017	58,987	478	12	26771
01/12/2017	59,036	478,3	14,8	21524
02/12/2017	59,085	478,5	11	58387
03/12/2017	59,232	479,3	12	35474
04/12/2017	59,281	479,6	14	20145
05/12/2017	59,428	480,4	13	14413
06/12/2017	59,527	480,9	13,5	12505
07/12/2017	59,625	481,5	14	19742
08/12/2017	59,821	482,5	20	49222
09/12/2017	60,017	483,6	18,5	23214
10/12/2017	60,066	483,8	19,5	43551
11/12/2017	60,263	484,9	12	21823
12/12/2017	60,41	485,7	13,5	44690
13/12/2017	60,557	486,5	15	37952
14/12/2017	60,655	487	19	36045
15/12/2017	60,803	487,8	19	33664
16/12/2017	60,901	488,4	15	31747
17/12/2017	61,097	489,4	13,5	27411
18/12/2017	61,195	490	14	35281
19/12/2017	61,294	490,5	14,5	28452
20/12/2017	61,441	491,3	14	25059
21/12/2017	61,539	491,8	15	15740
22/12/2017	61,686	492,6	17	16258
23/12/2017	61,784	493,2	20	17262
24/12/2017	61,883	493,7	15	10369
25/12/2017	62,079	494,8	16	13360
26/12/2017	62,177	495,3	17	45076
27/12/2017	62,275	495,8	17	68926
28/12/2017	62,373	496,4	21	51626
29/12/2017	62,373	496,4	21	42691
30/12/2017	62,373	496,4	21	45173

31/12/2017	62,373	496,4	18	45173
01/01/2018	62,373	496,4	17	62547
02/01/2018	62,373	496,4	20	64533
03/01/2018	62,471	496,9	21	52178
04/01/2018	62,422	496,6	22	45197
05/01/2018	62,422	496,6	19	23343
06/01/2018	62,471	496,9	15	16399
07/01/2018	62,521	497,2	12	15910
08/01/2018	62,521	497,2	15	16408
09/01/2018	62,521	497,2	13	16905
10/01/2018	62,521	497,2	16,5	41268
11/01/2018	62,521	497,2	13	57675
12/01/2018	62,521	497,2	14	30827
13/01/2018	62,57	497,4	13	17411
14/01/2018	62,717	498,2	14	19432
15/01/2018	62,717	498,2	12	16443
16/01/2018	62,766	498,5	19	45366
17/01/2018	62,864	499	20	32938
18/01/2018	62,864	499	17	9981
19/01/2018	62,864	499	18	39925
20/01/2018	62,864	499	20,5	62383
21/01/2018	62,815	498,7	22	70331
22/01/2018	62,815	498,7	24	59856
23/01/2018	62,962	499,5	20	18985
24/01/2018	62,962	499,5	18	9992
25/01/2018	62,962	499,5	14	29476
26/01/2018	63,011	499,8	13	68981
27/01/2018	63,257	501,1	14,5	22554
28/01/2018	63,306	501,4	15	9026
29/01/2018	63,404	501,9	16,5	10040
30/01/2018	63,404	501,9	14,5	7028
31/01/2018	63,404	501,9	16	7028
01/02/2018	63,453	502,2	16,5	16072
02/02/2018	63,551	502,7	10	27151
03/02/2018	63,551	502,7	13	41731
04/02/2018	63,6	503	11	11067
05/02/2018	63,551	502,7	11,5	16592
06/02/2018	63,502	502,5	10	34674
07/02/2018	63,453	502,2	12	22602
08/02/2018	63,404	501,9	12,5	28111
09/02/2018	63,306	501,4	12	43627
10/02/2018	63,306	501,4	12	45131
11/02/2018	63,306	501,4	19	37108
12/02/2018	63,306	501,4	16	28082
13/02/2018	63,306	501,4	16	38111
14/02/2018	63,306	501,4	18	52653
15/02/2018	63,306	501,4	22	25073

16/02/2018	63,355	501,7	20	11540
17/02/2018	63,355	501,7	21	22578
18/02/2018	63,306	501,4	13	4012
19/02/2018	63,306	501,4	18	15044
20/02/2018	63,208	500,9	20	49091
21/02/2018	63,11	500,3	16,5	18515
22/02/2018	63,011	499,8	13,5	29992
23/02/2018	62,913	499,3	13	19474
24/02/2018	62,815	498,7	14,5	12470
25/02/2018	62,717	498,2	17,5	37868
26/02/2018	62,668	498	20	19422
27/02/2018	62,521	497,2	9,5	2486
28/02/2018	62,521	497,2	18	19391
01/03/2018	62,57	497,4	18,5	38305
02/03/2018	62,619	497,7	17,5	15927
03/03/2018	62,717	498,2	21	22920
04/03/2018	62,717	498,2	16	15446
05/03/2018	62,766	498,5	15,5	28915
06/03/2018	62,766	498,5	18	38387
07/03/2018	62,815	498,7	18	33419
08/03/2018	62,815	498,7	19,5	9477
09/03/2018	62,864	499	24	31940
10/03/2018	62,864	499	21,5	58890
11/03/2018	62,864	499	19,5	54897
12/03/2018	62,864	499	20	43419
13/03/2018	62,913	499,3	22	22969
14/03/2018	62,913	499,3	22,5	20972
15/03/2018	62,962	499,5	21,5	44964
16/03/2018	62,962	499,5	18,5	43465
17/03/2018	62,962	499,5	16,5	39968
18/03/2018	62,913	499,3	17	50932
19/03/2018	62,913	499,3	19	83888
20/03/2018	62,913	499,3	14	57922
21/03/2018	62,864	499	14,5	29944
22/03/2018	62,815	498,7	16	29928
23/03/2018	62,766	498,5	20	60821
24/03/2018	62,619	497,7	14	92081
25/03/2018	62,57	497,4	17,5	39797
26/03/2018	62,521	497,2	20	62647
27/03/2018	62,471	496,9	24,5	59135
28/03/2018	62,373	496,4	27	57086
29/03/2018	62,373	496,4	24	42194
30/03/2018	62,275	495,8	21	48595
31/03/2018	62,128	495	19	52973
01/04/2018	62,128	495	21,5	24754
02/04/2018	62,226	495,6	19,5	15364
03/04/2018	62,128	495	23,5	32180

04/04/2018	62,128	495	18	82677
05/04/2018	61,981	494,2	23,5	30645
06/04/2018	61,883	493,7	19	19750
07/04/2018	61,784	493,2	20	25647
08/04/2018	61,686	492,6	20	56658
09/04/2018	61,539	491,8	19	56566
10/04/2018	61,392	491	13	60403
11/04/2018	61,195	490	17	72523
12/04/2018	60,999	488,9	20	52318
13/04/2018	60,754	487,6	19	24381
14/04/2018	60,459	486	21	28190
15/04/2018	60,263	484,9	25	54801
16/04/2018	60,066	483,8	22,5	56132
17/04/2018	59,821	482,5	24	23163
18/04/2018	59,576	481,2	24	25506
19/04/2018	59,428	480,4	21,5	14413
20/04/2018	59,232	479,3	19,5	21572
21/04/2018	59,036	478,3	23	23916
22/04/2018	58,889	477,5	23	36291
23/04/2018	58,656	476,1	25	54761
24/04/2018	58,378	474,5	23	46510
25/04/2018	58,517	475,3	19,5	13311
26/04/2018	58,331	474,3	18	9486
27/04/2018	58,239	473,7	27,5	22742
28/04/2018	58,192	473,5	23	21309
29/04/2018	58,146	473,2	20	49219
30/04/2018	58,285	474	20,5	24177
01/05/2018	58,285	474	19	21332
02/05/2018	58,146	473,2	24	70042
03/05/2018	57,96	472,1	25	33998
04/05/2018	57,774	471,1	21	18374
05/05/2018	57,589	470	24	22563
06/05/2018	57,403	469	24	21574
07/05/2018	57,217	467,9	23	14506
08/05/2018	57,171	467,6	27	17304
09/05/2018	57,217	467,9	27	23865
10/05/2018	57,31	468,4	23	13117
11/05/2018	57,403	469	25	14070
12/05/2018	57,31	468,4	28	54811
13/05/2018	57,264	468,2	23,5	52907
14/05/2018	57,171	467,6	29	38817
15/05/2018	57,125	467,4	21	18229
16/05/2018	56,985	466,6	24	27530
17/05/2018	56,892	466	22	20973
18/05/2018	56,939	466,3	24,5	19586
19/05/2018	56,939	466,3	24	16322
20/05/2018	57,078	467,1	24,5	19620

21/05/2018	57,217	467,9	25	26672
22/05/2018	57,125	467,4	28	32251
23/05/2018	57,032	466,8	27	31747
24/05/2018	56,985	466,6	26	36862
25/05/2018	56,985	466,6	27	32196
26/05/2018	57,032	466,8	25	16341
27/05/2018	57,032	466,8	26,5	49022
28/05/2018	57,078	467,1	28	28028
29/05/2018	57,125	467,4	26	23838
30/05/2018	56,985	466,6	26,5	42461
31/05/2018	56,846	465,8	28	31675
01/06/2018	56,985	466,6	25	19597
02/06/2018	57,357	468,7	20	12656
03/06/2018	57,728	470,8	27,5	47086
04/06/2018	58,007	472,4	30	54805
05/06/2018	58,007	472,4	26	35907
06/06/2018	57,914	471,9	24	22653
07/06/2018	57,728	470,8	27	43319
08/06/2018	57,449	469,2	27,5	37541
09/06/2018	57,217	467,9	29	23865
10/06/2018	57,125	467,4	26,5	28979
11/06/2018	57,403	469	27	52997
12/06/2018	57,542	469,7	30	69060
13/06/2018	57,542	469,7	30	38054
14/06/2018	57,542	469,7	29	19732
15/06/2018	57,682	470,5	28,5	22118
16/06/2018	57,867	471,6	29	26413
17/06/2018	58,053	472,7	30	30727
18/06/2018	58,146	473,2	29,5	26029
19/06/2018	57,96	472,1	28	28332
20/06/2018	57,774	471,1	29	30152
21/06/2018	57,589	470	31	30554
22/06/2018	57,542	469,7	33	37114
23/06/2018	57,496	469,5	35	36624
24/06/2018	57,449	469,2	30	24402
25/06/2018	57,542	469,7	28	23020
26/06/2018	57,589	470	30	24913
27/06/2018	57,728	470,8	30	28252
28/06/2018	57,682	470,5	31	19294
29/06/2018	57,496	469,5	30	19251
30/06/2018	57,31	468,4	30	25766
01/07/2018	57,171	467,6	30,5	57523
02/07/2018	57,171	467,6	33	56120
03/07/2018	57,217	467,9	32	28544
04/07/2018	57,078	467,1	33	57925
05/07/2018	56,8	465,5	34	65641
06/07/2018	56,521	463,9	30	28301

07/07/2018	56,243	462,3	30,5	29590
08/07/2018	56,057	461,2	32	31829
09/07/2018	56,521	463,9	33	34796
10/07/2018	56,428	463,4	34	31512
11/07/2018	56,196	462	34	22180
12/07/2018	55,825	459,9	32	22538
13/07/2018	55,871	460,2	31,5	24392
14/07/2018	55,825	459,9	34	39556
15/07/2018	55,871	460,2	36	72715
16/07/2018	56,475	463,6	35	78362
17/07/2018	56,8	465,5	32	37709
18/07/2018	57,032	466,8	32	28946
19/07/2018	57,032	466,8	32	23344
20/07/2018	57,032	466,8	31,5	22877
21/07/2018	56,8	465,5	30,5	21415
22/07/2018	56,66	464,7	31	20913
23/07/2018	56,614	464,4	31	26011
24/07/2018	56,567	464,2	35	38065
25/07/2018	56,428	463,4	32,5	21317
26/07/2018	56,196	462	33	20794
27/07/2018	56,15	461,8	31	21244
28/07/2018	56,057	461,2	38	55354
29/07/2018	56,15	461,8	32	36022
30/07/2018	56,66	464,7		25096
31/07/2018	56,66	464,7	33	22772
01/08/2018	56,707	465	34	25576
02/08/2018	56,892	466	34,5	27032
03/08/2018	56,939	466,3	34	37307
04/08/2018	56,707	465	35	57196
05/08/2018	56,753	465,2	37	67930
06/08/2018	57,032	466,8	37	75166
07/08/2018	57,078	467,1	32,5	35503
08/08/2018	56,985	466,6	32	29396
09/08/2018	56,614	464,4	34	26940
10/08/2018	56,382	463,1	32	33810
11/08/2018	56,196	462	32	31884
12/08/2018	56,15	461,8	31,5	28633
13/08/2018	56,243	462,3	35	41149
14/08/2018	56,382	463,1	31	28252
15/08/2018	56,289	462,6	31	21280
16/08/2018	56,335	462,8	31	24996
17/08/2018	56,939	466,3	30	27048
18/08/2018	57,125	467,4	30	27577
19/08/2018	57,078	467,1	30	22890
20/08/2018	57,125	467,4	31,5	33186
21/08/2018	57,171	467,6	33	46767
22/08/2018	57,032	466,8	33	34549

23/08/2018	56,846	465,8	33	44252
24/08/2018	56,66	464,7	35	43221
25/08/2018	56,66	464,7	32	19984
26/08/2018	56,707	465	32	21390
27/08/2018	57,078	467,1	31	20087
28/08/2018	57,357	468,7	31,5	21093
29/08/2018	57,774	471,1	31,5	23085
30/08/2018	57,867	471,6	30	20281
31/08/2018	57,867	471,6	31	18866
01/09/2018	57,774	471,1	31	19316
02/09/2018	57,542	469,7	31	17383
03/09/2018	57,589	470	30	15042
04/09/2018	57,635	470,3	31	20695
05/09/2018	57,542	469,7	31,5	43221
06/09/2018	57,449	469,2	33,5	36134
07/09/2018	57,357	468,7	29,5	26249
08/09/2018	57,403	469	26	19698
09/09/2018	57,403	469	28,5	24388
10/09/2018	57,357	468,7	29	25780
11/09/2018	57,31	468,4	28,5	20144
12/09/2018	57,264	468,2	30	16855
13/09/2018	57,032	466,8	31,5	21476
14/09/2018	56,8	465,5	31	15828
15/09/2018	56,892	466	26	7457
16/09/2018	56,985	466,6	28	17731
17/09/2018	57,171	467,6	28	13095
18/09/2018	57,217	467,9	29	13570
19/09/2018	57,31	468,4	29	18739
20/09/2018	57,264	468,2	30	19665
21/09/2018	56,985	466,6	33,5	26597
22/09/2018	56,614	464,4	32	35300
23/09/2018	56,475	463,6	32	45441
24/09/2018	56,243	462,3	32,5	35139
25/09/2018	56,01	461	28	21668
26/09/2018	55,639	458,8	25,5	28451
27/09/2018	55,546	458,3	27	22460
28/09/2018	55,546	458,3	27,5	17418
29/09/2018	55,593	458,6	28	17886
30/09/2018	55,593	458,6	27	18804
01/10/2018	56,428	463,4	26,5	18073
02/10/2018	56,985	466,6	26,5	19597
03/10/2018	57,217	467,9	28	28076
04/10/2018	57,171	467,6	27	24787
05/10/2018	57,125	467,4	26	17294
06/10/2018	57,125	467,4	27	33186
07/10/2018	57,078	467,1	27,5	26627
08/10/2018	57,171	467,6	23,5	25722

09/10/2018	57,217	467,9	22	21057
10/10/2018	57,217	467,9	25	14974
11/10/2018	57,171	467,6	26	15433
12/10/2018	57,125	467,4	28,5	14022
13/10/2018	57,078	467,1	26	9343
14/10/2018	57,078	467,1	22	32700
15/10/2018	57,078	467,1	23	35970
16/10/2018	57,264	468,2	21,5	17323
17/10/2018	57,542	469,7	25	21141
18/10/2018	57,449	469,2	23	19240
19/10/2018	57,589	470	24	16922
20/10/2018	57,589	470	22	12222
21/10/2018	58,007	472,4	24,5	14174
22/10/2018	58,192	473,5	26	17047
23/10/2018	58,192	473,5	21	8523
24/10/2018	58,146	473,2	25	21297
25/10/2018	58,007	472,4	26,5	25985
26/10/2018	57,914	471,9	25	35866
27/10/2018	57,774	471,1	19	36277
28/10/2018	57,589	470	16	56408
29/10/2018	57,357	468,7	24	73123
30/10/2018	57,357	468,7	15,5	9375
31/10/2018	57,449	469,2	17	27687
01/11/2018	57,449	469,2	16,5	35664
02/11/2018	57,589	470	21	28204
03/11/2018	57,774	471,1	19	22614
04/11/2018	57,821	471,3	21,5	24041
05/11/2018	58,053	472,7	15	15600
06/11/2018	58,146	473,2	18	27449
07/11/2018	58,146	473,2	20	25556
08/11/2018	58,192	473,5	19,5	17520
09/11/2018	58,239	473,7	18	57802
10/11/2018	58,192	473,5	21	30779
11/11/2018	58,285	474	23	12325
12/11/2018	58,331	474,3	20	10435
13/11/2018	58,378	474,5	22	12814
14/11/2018	58,471	475,1	20	11403
15/11/2018	58,842	477,2	18,5	5727
16/11/2018	59,772	482,3	18,5	3858
17/11/2018	59,87	482,8	19	7725
18/11/2018	61,294	490,5	17,5	9811
19/11/2018	61,343	490,8	14	8344
20/11/2018	61,343	490,8	17	27486
21/11/2018	61,392	491	17	10313
22/11/2018	61,49	491,6	17	10816
23/11/2018	61,637	492,4	17	17727
24/11/2018	61,735	492,9	16	23168

25/11/2018	61,883	493,7	19,5	34562
26/11/2018	61,932	494	17	76571
27/11/2018	61,981	494,2	18	64256
28/11/2018	62,03	494,5	19	50938
29/11/2018	62,128	495	18	17823
30/11/2018	62,275	495,8	18	49587
01/12/2018	62,422	496,6	17	41224
02/12/2018	62,521	497,2	20	49720
03/12/2018	62,717	498,2	21,5	33882
04/12/2018	62,815	498,7	21,5	17458
05/12/2018	62,864	499	21,5	22458
06/12/2018	62,913	499,3	22	18475
07/12/2018	62,913	499,3	20	42443
08/12/2018	62,913	499,3	21	24967
09/12/2018	62,962	499,5	21	67945
10/12/2018	62,962	499,5	18	10991
11/12/2018	63,011	499,8	17	28492
12/12/2018	63,011	499,8	18	39489
13/12/2018	63,06	500,1	14	73019
14/12/2018	63,11	500,3	15	68554
15/12/2018	63,159	500,6	18	33544
16/12/2018	63,159	500,6	18	60079
17/12/2018	63,208	500,9	17	17532
18/12/2018	63,355	501,7	16	9031
19/12/2018	63,453	502,2	18,5	54244
20/12/2018	63,306	501,4	16	42123
21/12/2018	63,159	500,6	17	32543
22/12/2018	63,159	500,6	18	24532
23/12/2018	63,208	500,9	18,5	16030
24/12/2018	63,453	502,2	18	15068
25/12/2018	63,649	503,3	19	11073
26/12/2018	63,797	504,1	16	9074
27/12/2018	64,055	505,4	15	11120
28/12/2018	64,469	507,5	14	12689
29/12/2018	64,883	509,7	14,5	9175
30/12/2018	65,349	512,1	15	23045
31/12/2018	65,763	514,2	17	26740

ANEXO III: Catálogos e Información de los Sistemas Flotantes



Sistema solar Flotante BALSAS Y EMBALSES

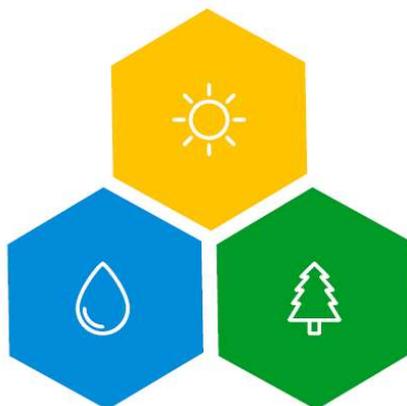
Especificación Técnica

ITEM	ISIFLOATING
MATERIAL	
Polimero	HDPE
Densidad (g/cm ³) - ASTM D1505	959
Resistencia a tracción (MPa) – ASTM D638	30
Módulo de flexión (MPa) – ASTM D790	1350
%UV Estabilizante	2,5%
% Antioxidante	0,5%
Seguro en contacto con el agua para consumo humano	SI
FLOTADORES PRINCIPALES	
Espesor mínimo del flotador en cualquier punto de la pieza (mm)	3
Espesor mínimo en la parte superior (mm)	4
Altura desde la parte inferior del flotador hasta el punto bajo del módulo solar (mm)	260
Inclinación (°)	5º
Flotador encajable con forma de volumen cóncavo hueco (minimizar las necesidades de transporte y el área de almacenamiento / acopio en la obra)	SI
Tamaño del flotador más pequeño que el tamaño de un pallet americano (importante para el transporte)	1160 x 935
Tornillos de unión de flotadores incorporados en las esquinas del flotador	SI
Alojamientos integrados en el flotador para instalación de bandejas y tubos eléctricos	SI
Flotabilidad hasta el calado del módulo fotovoltaico (kg/ud)	112
Resistencia a tracción (kg)	1200
FLOTADOR SECUNDARIO – PLATAFOMA DE MANTENIMIENTO	
Ancho transitable (mm)	860
Altura desde la parte inferior del flotador hasta la parte superior (mm)	271
Espesor del área central transitable (mm)	10
Carga puntual en la zona central (kg)	150
Flotabilidad hasta parte superior (kg)	112
Tamaño del flotador más pequeño que el tamaño del pallet americano (importante para el transporte)	1160 x 935
Flotador encajable con forma de volumen cóncavo hueco (minimizar las necesidades de transporte y el área de almacenamiento / acopio en la obra)	SI
Tornillos de unión de flotadores incorporados en las esquinas del flotador	SI
Alojamientos integrados en el flotador para instalación de bandejas y tubos eléctricos	SI
Alojamientos integrados en el flotador para la fijación de carriles DIN y cuadros eléctricos	SI
Resistencia a tracción (kg)	1200



ITEM	ISIFLOATING
UNIONES DE FLOTADORES	
Material	HDPE
Elemento de conexión separado de los flotadores	SI
Elemento de conexión con flexibilidad probada que permite una rotación de:	34º
Espesor mínimo de placa (mm)	6
Resistencia a tracción (kg)	1200
TORNILLO UNIÓN	
Material	PA66 + FIBERGLASS
Tornillo y tuerca con rosca métrica DIN (importante para el mantenimiento y las sustituciones)	SI
SISTEMA SOLAR FLOTANTE	
Número de flotadores principales para cada módulo fotovoltaico (importante para la seguridad y la estabilidad del sistema)	2
Área transitable para mantenimiento entre módulos fotovoltaicos, integrados en los flotadores en dirección norte-sur.	200
Flotabilidad hasta el calado del módulo fotovoltaico (kg / módulo fotovoltaico)	224
Flotabilidad (kg/m ²) (72 "panel fotovoltaico)	87,7
Se puede instalar por encima de taludes de talud y superficies cóncava	SI
Acoplamiento comprobado al perfil inclinado de los taludes y también a la superficie inferior plana o ligeramente inclinada en depósitos de tierra sin dañar el sistema de revestimiento	SI
Capaz de adaptarse a cualquier situación de agua desde el volumen de llenado mínimo hasta el máximo	SI
El sistema solar flotante permite cubrir una superficie de agua mínima respecto a la superficie total de la balsa equivalente a:	80%
% área cubierta por flotadores (60 células / 72 células)	85% / 100%
Max. velocidad del viento	50 m/s
Max. panel fotovoltaico de tamaño (60-72 ") (ancho-largo)	Anchura =1050 mm Longitud =2100 mm

3 environmental benefits



- 
 - Increases ~10-15% photovoltaic power performance compared to fixed ground solar systems thanks to cooling effect
 - Produces renewable energy linked to closer power consumption
- 
 - Reduces water evaporation by ~80% as the system acts as a protective ceiling of the water
 - Improves water quality therefore reducing infrastructure maintenance costs (algae and microorganisms maintenance)
- 
 - Preserves land for agriculture, livestock or forestry
 - Reduces visual impact and can even take advantage of non productive areas



**PIONEROS EN
SISTEMAS SOLARES FLOTANTES
DESDE 2008**



✓ ALTA CALIDAD

- Diseño único patentado de doble flotador usando los mejores materiales (HDPE virgen, aditivos UV y antioxidantes)
- Fabricación por inyección de plástico da una mayor durabilidad y precisión en el flotador
- Espesor mínimo de 3mm en cualquier parte del flotador
- Alta velocidad de producción (1MW de flotadores se producen en solo 5 días)

🔒 SEGURO

- Para las personas que hacen el O&M con acceso fácil y seguro caminando a cualquier zona de la instalación para la limpieza y el mantenimiento
- Para su inversión gracias a la experiencia real de 10 años y el uso de materiales y especificaciones técnicas de alta calidad
- Gran estabilidad y flotabilidad (240 kg/panel solar)
- Mínima resistencia al viento gracias al diseño aerodinámico de 5° de inclinación de la placa solar

📏 ADAPTABLE

- A los diferentes y cambiantes niveles de agua al apoyarse los flotadores entre si y sobre las laderas cuando baja el agua
- Empiece pequeño y crezca su instalación de una forma flexible
- A los reservorios de superficie reducida con una alta potencia pico por área (138 Wp/m²)
- A vientos fuertes (180km/h), olas (1,5m) y temperaturas extremas (-20° to +60°C)

📈 EFICIENTE EN COSTE

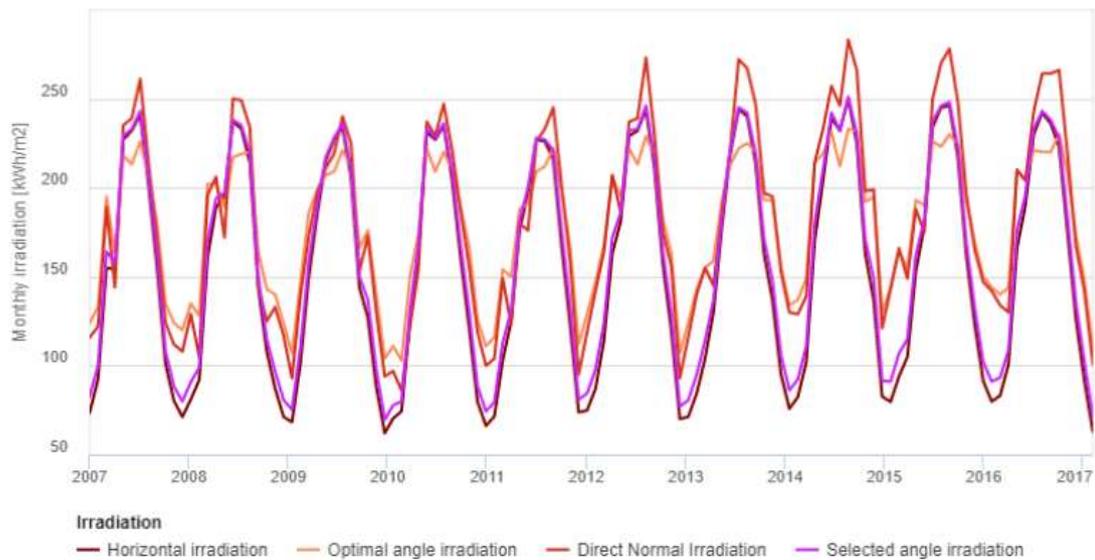
- En logística y almacenaje gracias al diseño apilable y encajable (1MW ocupa 7 contenedores de 40')
- En la instalación por el reducido número de piezas y herramientas y equipos básicos estilo IKEA
- Alta velocidad de instalación (1MW toma 17 días por equipo de 4 personas= 1,5 kW/persona/hora)
- En mantenimiento usando herramientas convencionales y personal básico sin recursos adicionales necesarios (ej. sin barcos)

ANEXO IV: Datos Medio Ambientales de los paneles fotovoltaicos

Aquí aparecen los datos de Irradiación Horizontal, Irradiación con el ángulo de inclinación elegido (5º en nuestro caso) y la temperatura media diaria, en cada sitio seleccionado:

- **En Cartagena (37,560;-0,960)**

Monthly solar irradiation estimates



Global horizontal irradiation

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	73.7	81.1	68.4	70.4	71.5	87.1	84.4	82.4	94	83.2
February	92.5	92	101	74.5	103	114	104	102	105	101
March	155	161	150	125	125	163	130	170	153	166
April	154	189	185	164	176	181	178	204	178	190
May	227	195	215	231	197	229	219	239	234	230
June	232	237	227	227	227	232	244	232	245	242
July	241	233	234	235	226	244	240	250	246	236
August	201	214	206	204	216	211	214	225	217	223
September	155	144	144	161	167	157	163	163	162	175
October	101	108	127	122	123	120	137	137	123	126
November	80.2	87.1	88	79.9	73.9	70.2	95.3	82.8	91.4	91.6
December	71.3	71.3	62.2	66.3	74.9	71.3	75.9	79.7	79.9	63.1

Global at user angle

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	82.7	90.9	75.4	77.8	79.5	97.9	94.9	92.3	107	93.4
February	100	98.9	110	80.1	113	124	114	111	115	109
March	164	170	158	131	131	172	137	180	162	176
April	158	194	190	168	181	186	183	210	182	196
May	229	197	217	233	200	232	222	242	237	233
June	233	238	228	228	228	233	245	232	246	243
July	243	235	236	236	227	246	242	251	248	238
August	205	219	210	209	221	216	219	230	222	228
September	162	150	150	168	175	164	171	171	169	183
October	108	115	137	131	132	129	148	149	132	135
November	88.3	96.7	97.5	88.4	81	77.1	106	91.6	102	102
December	80	80.7	69.7	74.4	84.5	80.6	86.2	91.1	91.1	71.1

Monthly average temperature

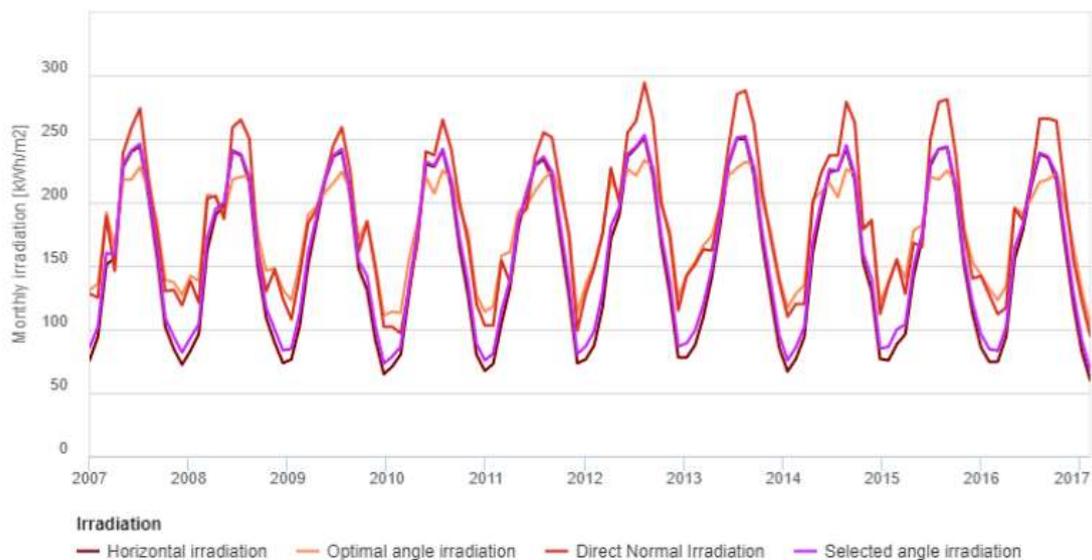


Monthly average temperature

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	10.9	11.5	9.8	10.4	10.2	10.5	11.4	11.6	10.6	12.7
February	13	12.2	10.7	11.5	11.2	8.7	10.8	12.4	11	13.1
March	13	14	12.4	12.1	12.6	12.7	13.8	13.6	13.4	13.4
April	14.1	16.3	14.5	14.8	16.1	15.2	15	17.7	15.6	15.8
May	19.6	17.8	19.1	18.2	17.5	19.6	17.4	18.4	20.1	18.3
June	22.5	21.8	23.5	21.4	22.3	24.4	21.1	22.6	23	23.1
July	24.4	24.9	26.1	25	25.1	24.8	24.2	24.9	27	24.8
August	24.1	24.9	24.9	24.9	25.9	26.6	24.3	25.2	25.9	24.4
September	21.4	21.8	21.2	22.2	23.1	21.9	22.4	24	21.9	23.2
October	17.6	17.7	19.7	18.1	19	17.6	20.2	20.1	19.3	19.7
November	13.5	12.2	16.1	13.7	15.3	14	13.6	15.6	15.2	15
December	11.2	10	12.5	10.9	11.6	11.9	11.2	11	13.4	12.2

- **En Torrevieja (37,974;-0,678)**

Monthly solar irradiation estimates



Global horizontal irradiation

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	75.9	83.1	76.4	70.8	72.9	87.3	87.6	76.8	88.3	74.5
February	94.2	96.3	103	80.2	105	117	110	94.1	96.1	94.5
March	151	162	151	128	133	171	141	160	142	155
April	156	190	184	172	180	190	182	194	171	178
May	228	198	217	230	207	236	230	224	229	213
June	240	240	236	228	229	243	250	225	242	238
July	244	237	240	241	234	251	250	243	243	235
August	205	216	205	213	219	221	222	217	209	217
September	158	150	148	164	172	167	169	153	151	167
October	102	109	131	127	127	128	127	130	113	120
November	84.8	89.7	91.3	80.1	73.3	78	86	76.8	86	82.6
December	72.2	73.4	64.8	67.3	76.3	77.7	66.8	75.5	74.4	60.1

Global at user angle

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	85.8	93.5	84.7	78.7	80.9	98.6	99.2	86	100	83.1
February	102	104	113	86.5	115	129	120	102	104	102
March	160	172	160	135	139	181	148	169	150	164
April	159	195	189	177	185	196	188	200	175	183
May	230	200	219	232	209	238	232	226	232	216
June	241	241	237	229	230	244	251	225	242	239
July	246	238	242	242	236	253	252	245	244	236
August	209	220	209	218	224	226	227	222	214	222
September	165	157	154	172	181	174	177	160	158	175
October	109	117	142	137	137	138	137	140	121	129
November	94.3	100	102	88.7	80.5	86.5	95.8	84.8	96.2	91.5
December	81.8	83.4	73	75.7	86.7	89.1	75.6	86.3	84.5	67.6

Monthly average temperature

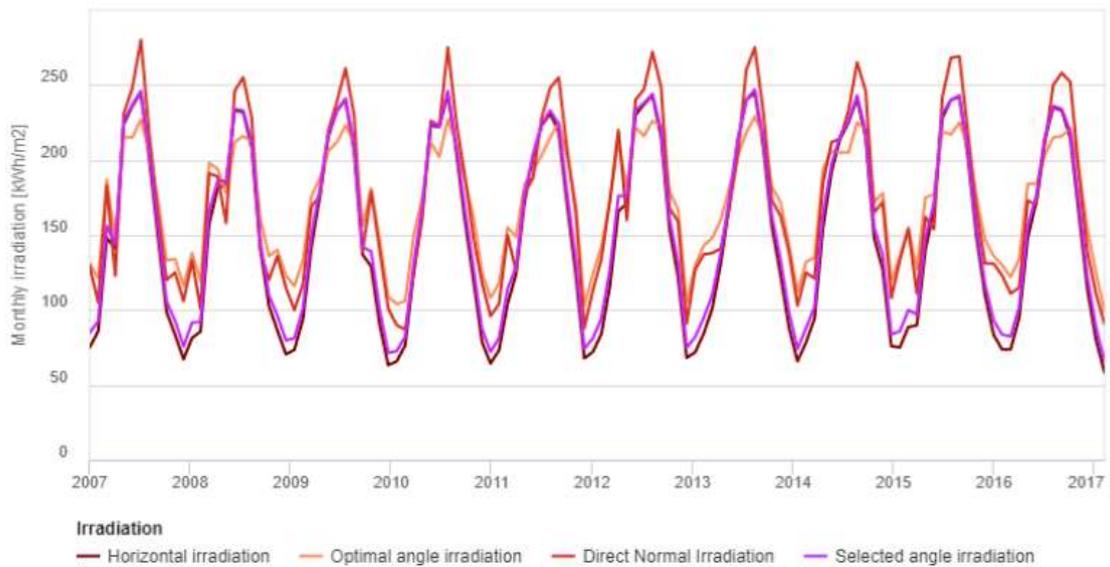


Monthly average temperature

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	13.9	14.2	12.9	13.3	13	13.7	14.3	14.3	13.6	15.1
February	14.8	14	13	13.6	13.3	11.4	12.9	14.2	13.2	15.1
March	14.7	15.1	13.9	13.8	14.2	14	15	14.6	14.1	14.8
April	15.7	16.7	15.5	15.7	16.6	16	15.6	16.8	16	16.2
May	19.6	18.3	18.6	18.6	19	18.5	17.7	18.4	19.4	18.4
June	21.6	21.1	22.1	21.4	21.6	22.5	20.5	22	22.7	22
July	23.7	24.1	25.1	24.4	24.6	24	23.8	24.4	26.1	24.3
August	24.8	25.2	25.6	25.3	25.6	25.7	25.1	25.2	26.3	24.8
September	22.7	23.3	23.4	23.8	24.3	23.3	24	25.2	23.7	24.5
October	20.3	20.1	21.5	20	21.3	20.6	22	22.1	21.4	21.9
November	16.7	15.6	18.4	16.4	18.1	16.8	16.7	18.3	17.8	17.8
December	14.7	13.3	15.3	13.9	15.1	15	14.5	14.6	16	14.9

- **En el embalse de La Pedrera (38,022;-0,871)**

Monthly solar irradiation estimates



Global horizontal irradiation

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	75.2	81.5	73.5	65.8	73.3	84.1	84.3	78.4	88.7	73.9
February	85.9	85.7	93.7	76.6	104	116	101	94.4	89.9	94.9
March	148	157	142	125	124	166	131	155	140	148
April	141	181	176	165	172	171	169	192	167	172
May	224	184	216	223	202	230	212	214	228	213
June	236	233	233	222	223	237	240	225	240	235
July	245	232	240	244	231	243	245	241	242	233
August	200	208	206	205	219	216	209	215	202	215
September	149	141	137	160	170	154	156	148	149	165
October	98.9	103	129	120	124	122	124	127	110	114
November	83.6	86.4	90.2	78.7	67.8	68.2	88.5	76	83.6	80.4
December	67.3	70.6	63.3	64.4	72.1	71.9	65.9	75.1	73.7	58.5

Global at user angle

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	85	91.6	81.2	72.7	81.4	94.4	94.9	88	100	82.5
February	92.6	92.3	101	82.4	114	127	110	102	97.1	102
March	156	166	150	131	129	176	138	164	148	156
April	144	186	181	169	177	176	174	197	171	176
May	226	186	218	225	204	233	214	216	231	215
June	237	234	233	222	224	238	240	226	240	236
July	246	233	241	246	233	244	247	243	243	234
August	204	212	210	209	224	220	214	219	206	219
September	156	146	142	167	177	161	163	155	155	172
October	106	110	139	128	133	131	134	137	117	122
November	92.8	96.2	100	87.3	74.3	74.9	98.6	83.9	93.1	88.6
December	75.9	79.9	71.4	72.2	81.2	82.1	74.2	85.8	83.7	65.7

Monthly average temperature



Monthly average temperature

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	12	12.6	10.9	11.5	11.3	11.6	12.5	12.7	11.7	13.8
February	14.1	13.3	11.8	12.6	12.3	9.8	12	13.5	12.1	14.2
March	13.9	15	13.4	13	13.6	13.7	14.8	14.5	14.4	14.4
April	15	17.1	15.3	15.6	16.9	16	15.8	18.5	16.4	16.6
May	20.4	18.6	19.9	19	19.4	20.4	18.2	19.3	21	19.1
June	23.2	22.5	24.2	22.2	23	25.1	21.8	23.3	23.7	23.8
July	25.2	25.8	27	25.8	25.9	25.6	25	25.7	27.8	25.7
August	25.1	25.8	25.9	25.9	26.8	27.6	25.3	26.2	26.8	25.4
September	22.6	23	22.4	23.4	24.2	23.1	23.6	25.2	23.1	24.4
October	18.8	18.9	20.9	19.3	20.2	19.8	21.4	21.3	20.5	20.9
November	14.7	13.4	17.3	14.9	16.6	15.6	14.8	16.9	16.4	16.2
December	12.4	11.1	13.7	12.1	12.8	13	12.4	12.2	14.6	13.3

ANEXO V: Catálogo del panel fotovoltaico y del inversor

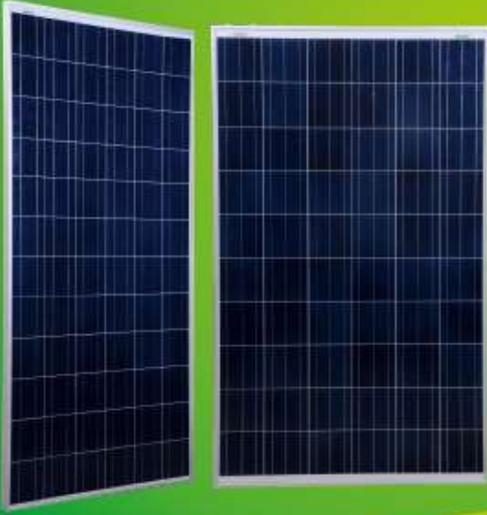


WAAREE®
One with the Sun



ADITYA SERIES POLY

WS-290 to WS- 325 (72 Cells - 6")



FEATURES

-  Superior Module Efficiency as per International Benchmarks
-  Positive Power Tolerance 0 /+ 5W
-  PID Resistant with long term reliability
-  Glass with Anti Reflective Coating Improves light transmission
-  Salt mist, Ammonia and Hail Resistant
-  Sustain Heavy Wind & Snow loads (2400 Pa & 7500 Pa)
-  IP 67 rated MC4 compatible connectors
-  Excellent Performance in low light
-  Sand and Dust Storm Resistant



500 MW
Module
Manufacturing Capacity

25
Years
Output
Warranty

10 years Limited Product Warranty **
25 years Limited Power Output Warranty**:
-Minimum 90% at the end of 10 years
-Minimum 80% at the end of 25 years



The graph shows a line starting at 100% at year 0 and decreasing to 80% at year 25. A shaded area between the 100% line and the 80% line is labeled 'Added Value From Warranty'.

INTERNATIONAL & NATIONAL CERTIFICATIONS










Over 20 in house tests:
(DH: Damp heat test
TC: Thermal cycling test
HF: Humidity freeze test)

ISO 9001:2008 | ISO 14001:2004 | OHSAS 18001:2007
IEC 61215 | IEC 61730-1&2 | IEC 60068-2-68 | IEC 61701 | IEC 62716

www.waaree.com



ADITYA SERIES MULTI

WS-290 to WS-325 (72 Cells-6⁺)



Electrical Characteristics*								
Model	WS-290 / 24V	WS-295 / 24V	WS-300 / 24V	WS-305 / 24V	WS-310 / 24V	WS-315 / 24V	WS-320 / 24V	WS-325 / 24V
Nominal Maximum Power, P _m (W)*	290	295	300	305	310	315	320	325
Power tolerance	0 / + 5 W							
Open Circuit Voltage, V _{oc} (V)*	44.80	44.90	45.00	45.10	45.20	45.25	45.30	45.35
Short Circuit Current, I _{sc} (A)*	8.63	8.77	8.89	9.02	9.14	9.29	9.42	9.55
Voltage at Maximum Power, V _{mp} (V)*	36.30	36.40	36.50	36.60	36.70	36.75	36.80	36.85
Current at Maximum Power, I _{mp} (A)*	7.99	8.11	8.22	8.34	8.45	8.58	8.70	8.82
Maximum System Voltage (V)	1000							
Module Efficiency (%)*	14.94	15.20	15.46	15.72	15.98	16.23	16.49	16.74
Maximum Series Fuse Rating (A)	15	15	15	15	15	15	15	15
Limiting Reverse Current (A)	15	15	15	15	15	15	15	15

*Under Standard Test Conditions (STC) of 1000 W/m² irradiance, AM 1.5 spectrum and 25°C cell temperature.

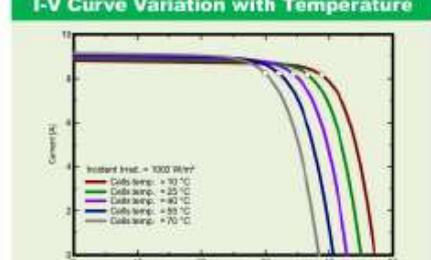
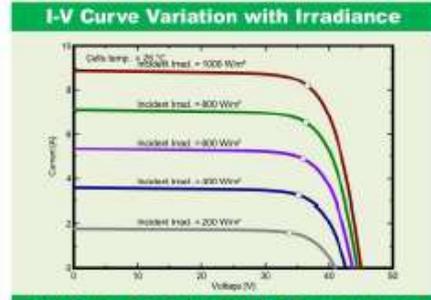
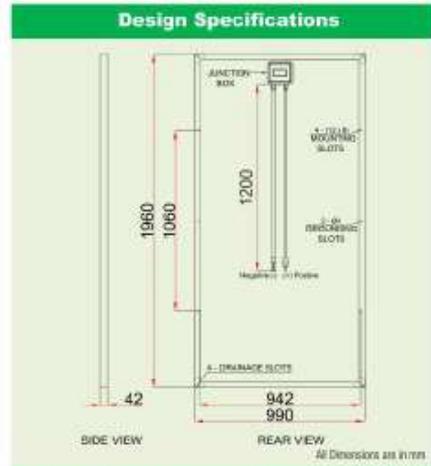
Mechanical Characteristics	
Length x Width x Thickness (L x W x T) - mm	1960 x 990 x 42
Mounting Holes Pitch (Y) - mm	1060
Mounting Holes Pitch (X) - mm	942
Weight (kg)	22.5
Solar Cells per Module (Units) / Arrangement	72 / 12 x 6
Solar Cell Type	Polycrystalline Silicon
Front Cover (Material / Thickness)	Tempered & Low Iron Glass, 3.2 mm
Encapsulate	Ethylene Vinyl Acetate
Frame Material	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box (Protection degree / Material)	IP 65 or IP 67 rated / Weatherproof PPO enclosure with 3 bypass diodes
Connector	MC4 compatible or MC4, IP67 rated
Cable	4 sq. mm cross section, 1200 mm long
Fire safety class	C
Safety application class	A
Safety class	II
** "/ xxV" in model indicates the voltage rating of applicable battery	

Thermal Characteristics	
Temperature coefficient of Current (I _{sc}), α (%/°C)	0.0681
Temperature coefficient of Voltage (V _{oc}), β (%/°C)	-0.2941
Temperature coefficient of Power (P _m), γ (%/°C)	-0.3845
NOCT (°C)	45 ± 2
Operating temperature range (°C)	-40 to 85

Packaging Configuration	
No. of modules per 40' HC container	636 pcs
No. of modules per 20' container	288 pcs

About WAAREE
WAAREE is one of India's leading multi-technology companies, headquartered in Mumbai. Founded in 1989, the company has transformed itself from a single business to a multi-technology organization, diversifying into exciting areas of Solar Energy, Industrial Valves, Petroleum Equipment's and Process control instrumentation. WAAREE has a presence in over 68 countries. It has more than 105 global channel partners, 25 sales offices in India and a huge list of satisfied customers over the years. Waaree is committed to supply best quality products & technology to its customers. WAAREE's products are manufactured at its state-of-the-art manufacturing facilities and is committed to excel in providing the society with world class quality products.

Contact: WAAREE ENERGIES LTD.
902, Western Edge 1, Old Western Express Highway, Sector (East), Mumbai - 400 009, Maharashtra, India
Tel: +91 22 66 44 44 44 Fax: +91 22 66 44 44 00 Email: waaree@waaree.com



INGECON

SUN

3Play
Serie TL

**INVERSOR
DE STRING
TRIFÁSICO SIN
TRANSFORMADOR
Y CON LA MÁXIMA
DENSIDAD DE
POTENCIA**

100TL

Familia de inversores trifásicos para plantas fotovoltaicas comerciales, industriales y de gran escala.

Mayor competitividad

Gracias a su mayor potencia de salida (hasta 110 kW si el equipo se conecta a una red de 440 Vac), el nuevo INGECON® SUN 100TL permite una drástica reducción del número de inversores requeridos para el diseño de una planta fotovoltaica. Así, minimiza el gasto en mano de obra y cableado total. Es más, gracias a este equipo se puede ahorrar hasta un 20% en cableado AC, ya que no requiere cable de neutro.

Además, este inversor no necesita cajas de conexiones ni en DC ni en AC. Todo ello garantiza los menores gastos de capital o CAPEX (Capital Expenditures).

Menores costes operacionales

Gracias a la red de comunicación inalámbrica que se puede establecer con el INGECON® SUN 100TL, la planta FV puede ser puesta

en marcha, monitorizada y controlada sin cables. Además, su filosofía de inversor de string permite una fácil y rápida sustitución que no precisa de técnicos cualificados.

Mayor flexibilidad y densidad de potencia

La mayor flexibilidad es posible gracias a sus elevados índices de tensión DC máxima (1.100 V) y a su amplio rango de tensión MPP (570-850 V). Gran densidad de potencia, con hasta 105 kW en un inversor de tan sólo 75 kg.

Diseño duradero y robusto

Envoltorio de aluminio, especialmente concebida para instalaciones de interior y exterior (IP65). El diseño de la familia INGECON® SUN 3Play garantiza la máxima durabilidad en el tiempo y las mejores prestaciones, incluso ante temperaturas extremas.

Ethernet y Wi-Fi de serie

Este inversor FV presenta comunicaciones Ethernet y Wi-Fi de serie. Estas comunicaciones, junto con el webserver que integra el equipo, permiten una rápida y fiable puesta en marcha usando un teléfono móvil, una Tablet o un PC portátil. Además, es compatible con Cloud Connect externo.

Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

100TL

Diferentes versiones para elegir

Ingeteam ha creado dos versiones distintas para poder satisfacer todas las necesidades de sus clientes:

- Versión STD
- Versión PRO

Versiones disponibles	Versión STD	Versión PRO
Senas DC	✓	
Conectores fotovoltaicos ¹⁾		✓
Seccionador DC	✓	✓
Descargadores DC, tipo 2	✓	✓
Descargadores AC, tipo 2	✓	✓
Fusibles DC		✓ ²⁾
Kit de medida de corrientes		✓

Notas: ¹⁾ No necesita herramientas de crimpado. ²⁾ Fusibles de 1-500 V, sólo para el polo positivo.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Capacidad para soportar huecos de tensión.
- Capacidad para inyectar potencia reactiva.
- Compatible con Cloud Connect externo.
- Eficiencia máxima del 99,1%.
- Comunicaciones Ethernet y Wi-Fi de serie.
- Webserver integrado.
- Software de monitorización INGECON® SUN Monitor.
- Apto para instalaciones de interior y exterior (IP65).
- Alto rendimiento a altas temperaturas.
- Distintas versiones para ajustarse a todo tipo de proyectos.
- Compatible fuentes de alimentación nocturna.
- 4 entradas digitales y 2 salidas digitales.
- Apto para DRMO (para mercado australiano).

PROTECCIONES

- Polaridad inversa.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-iso con desconexión automática.
- Fallo de aislamiento.
- Sobretensiones AC con descargadores tipo 2.
- Sobretensiones DC con descargadores tipo 2.

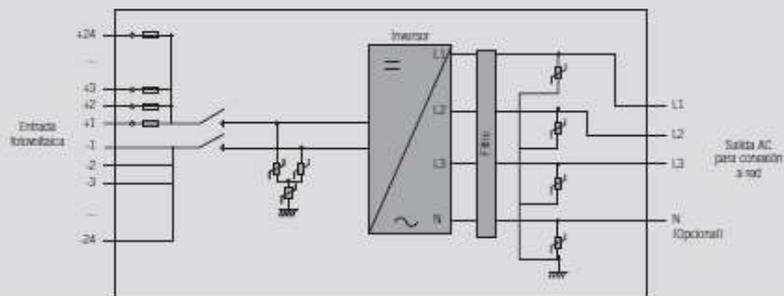
ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit de autoconsumo.
- Comunicación RS-485.
- Fusibles DC para el polo negativo.

BENEFICIOS

- Mayor densidad de potencia.
- Mayor competitividad gracias a la reducción del gasto en cableado.
- Alta disponibilidad comparada con inversores centrales.
- Elevados índices de eficiencia.
- Fácil mantenimiento.

3Play TL versión PRO



Ingeteam

INGECON

SUN

3Play Serie TL

100TL						
Valores de Entrada (DC)						
Rango pot. campo PV recomendado	56 - 80,7 kWp	91,3 - 130,5 kWp	116,2 - 137,8 kWp	101,2 - 145 kWp	106,3 - 152,3 kWp	111,3 - 150,5 kWp
Rango de tensión MPP ¹⁾	513 - 850 V	513 - 850 V	541,5 - 850 V	570 - 850 V	598,5 - 850 V	627 - 850 V
Tensión máxima ²⁾	1.100 V					
Corriente máxima ³⁾	185 A					
Corriente de cortocircuito	240 A					
Entrada (STD / PRO)	1 / 24					
MPP1	1					
Valores de Salida (AC)						
Potencia nominal	55,3 kW	90 kW	95 kW	100 kW	105 kW	110 kW
Máx. temperatura a potencia nominal ⁴⁾	50 °C					
Corriente máxima	145 A					
Tensión nominal	220 V	360 V	380 V	400 V	420 V	440 V
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz					
Tipo de red ⁵⁾	TT / TN					
Factor de Potencia	1					
Factor de Potencia ajustable ⁶⁾	SI. Smáx.:55,3 kW Qmáx.:33,2 kVAR	SI. Smáx.:90 kW Qmáx.:54 kVAR	SI. Smáx.:95 kW Qmáx.:57 kVAR	SI. Smáx.:100 kW Qmáx.:60 kVAR	SI. Smáx.:105 kW Qmáx.:63 kVAR	SI. Smáx.:110 kW Qmáx.:66 kVAR
THD	<3%					
Rendimiento						
Eficiencia máxima	99,1%					
Euroeficiencia	98,5%					
Datos Generales						
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada					
Grado de aire	570 m³/h					
Consumo en stand-by	20 W					
Consumo nocturno	1 W					
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a 60 °C					
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%					
Grado de protección	IP65 / NEMA 4					
Interruptor diferencial	1.000 mA					
Altitud máxima ⁷⁾	3.000 m					
Cableado	AC: Máxima sección: 240 mm² (un cable) Conexión DC (STD): Máxima sección: 300 mm² (un cable) Conexión DC (PRO): 6 mm² (24 pares de conectores PV-Block) Permitido el cableado en cobre y aluminio, tanto en DC como en AC					
Montaje	EE					
Normativa EMC y de seguridad	IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 62109-1, IEC 62309-2, IEC 62109, IEC 61000-3-12, EN50178, FCC Part 15, IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-30, IEC 60068-2-68, IEC 61529					
Normativa de conexión a red	DIN V VDE V0126-3-1, Arrêté du 25 avril 2008, EN 50438, EN 50439, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16 VDE-AR-N 4105:2011-04, GSA3, PG.12.3, AS4777.2, SDEW, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16140, ABNT NBR 16150, Brazilian Grid Code, South African Grid Code, Chilean Grid Code, DEWA 2.G, Jordanian Grid Code, Thailand MEA & PEA requirements					

Notas: ¹⁾ V_{MPP1} es para condiciones nominales (V_{MPP}=1 p.u. y Factor de potencia=1). ²⁾ V_{MPP1} depende de la tensión de red (V_{red}), de acuerdo con esta relación: $V_{MPP1} = 1,425 \cdot V_{red}$. ³⁾ El inversor no entra en funcionamiento hasta que Vdc < 1.000 V. Si se han instalado los fusibles de DC para el polo negativo, la tensión máxima DC es de 1.000 V. ⁴⁾ La corriente máxima por conector PV es 11 A para la versión PRO. ⁵⁾ Por cada °C de aumento, la potencia de salida se reduce un 2,5%. ⁶⁾ Estas unidades deberán conectarse a una red trifásica en estrella con neutro aterrado. No pueden ser conectadas a redes IT o redes delta aterradas en una de sus líneas. ⁷⁾ Q=0 fuera del rango de tensión MPP. ⁸⁾ Por encima de 1.000 m, la temperatura máxima para entregar potencia nominal se reduce a razón de 0,5°C por cada 1.000 m adicionales.

Rendimiento INGECON® SUN 100TL Wc = 570 W



Dimensiones y peso (mm)



100TL STD
75 kg
100TL PRO
78 kg

Ingeteam

ANEXO VI: Características del Subsistema

En este Anexo aparecen todos los elementos del que se compone el subsistema, tales como el panel fotovoltaico, inversor y cableado:

- Generador Fotovoltaico

Fabricante y modelo:	WARRE-ADITYA SERIES POLY
P_p (W):	325
I_{sc} (A):	9,55
V_{oc} (V):	45,35
I_{mpp} (A):	8,82
V_{mpp} (V):	36,85
NOCT (°C):	46
FF:	0,750456311
PCE(%):	16,75%
Coef Temp 1 (mV/°C):	
Coef Temp 2 (W/°C):	
Coef Temp 3 (%/°C):	0,3845
Tamaño-largo (m):	1,96
Tamaño-ancho (m):	0,99
Peso (Kg):	22,5
Garantía (T₈₀) (años):	25
Coef Degrad (%/año):	0,80%
Precio (euros):	246,1
Precio (euros/W_p):	0,76

Número total de paneles final:	320
Número de paneles en serie (en cada ristra), N_s:	20
Numero de ristas en paralelo, N_p:	16

- Inversor

Factor de seguridad del inversor:	1,2
Límite de tensión a la entrada del inversor:	1088,4
Límite de corriente a la entrada del inversor:	183,36

Inversor elegido (marca y modelo):	INGECON® SUN 100T
Potencia nominal (W):	105.000
Voltaje limite (input) (V):	1100
Corriente limite (input) (A):	185
Voltaje limite (output AC) (V):	400
Corriente limite (output AC) (A):	145
Eficiencia (máxima):	99,1
Eficiencia (Europea):	98,5
Precio (euros):	9144,99

- Cableado

Cables entre paneles en serie	1	m
Tramo hasta el inversor	3,5	m
Tramos		
1	7	m
2	14	m
3	21	m
4	28	m
5	35	m
6	42	m
7	49	m
8	56	m
9	63	m
10	70	m
11	77	m
12	84	m
13	91	m
14	98	m
15	105	m
16	112	m
suma	952	m

Largo de subsistema	48,83	m
Cable hasta Tierra	200	m
Columnas de subsistema		
Columnas de subsistema	Longitud (m)	Media de Pérdida 3 (W)
1	400	9,59E+02
2	497,66	1,19E+03
3	595,32	1,43E+03
4	692,98	1,66E+03
5	790,64	1,90E+03
6	888,3	2,13E+03
7	985,96	2,36E+03
8	1083,62	2,60E+03
9	1181,28	2,83E+03
10	1278,94	3,07E+03
11	1376,6	3,30E+03
12	1474,26	3,53E+03
13	1571,92	3,77E+03
14	1669,58	4,00E+03
15	1767,24	4,24E+03
16	1864,9	4,47E+03
17	1962,56	4,70E+03
18	2060,22	4,94E+03
19	2157,88	5,17E+03

20	2255,54	5,41E+03
21	2353,2	5,64E+03
22	2450,86	5,87E+03
23	2548,52	6,11E+03
24	2646,18	6,34E+03
25	2743,84	6,58E+03
26	2841,5	6,81E+03
27	2939,16	7,04E+03
28	3036,82	7,28E+03
29	3134,48	7,51E+03
30	3232,14	7,75E+03
31	3329,8	7,98E+03
32	3427,46	8,22E+03
33	3525,12	8,45E+03
34	3622,78	8,68E+03
SUMA	87966,06	4,82E+03

Conexión	Longitud	Intensidad	Tensión	Caída de tensión	Sección teórica	Sección con protección	Sección Comercial
	m	A	V	%	mm ²	mm ²	mm ²
Tramo 1	320	9,55	45,35	1,00	0,26	0,3	1,5
Tramo 2	952	152,80	907	1,00	0,97	1,2	150
Tramo 3	2300	145,00	400	1,00	1,08	1,4	150

ANEXO VII: Irradiación de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera

	Irradiación horizontal	Irradiación para el ángulo de inclinación fijado	Temperatura media (de día)
Mes	kWh/m ² /mes	kWh/m ² /mes	°C
Ene	73,9	82,5	13,8
Feb	94,9	102	14,2
Mar	148	156	14,4
Abr	172	176	16,6
May	213	215	19,1
Jun	235	236	23,8
Jul	233	234	25,7
Ago	215	219	25,4
Sep	165	172	24,4
Oct	114	122	20,9
Nov	80,4	88,6	16,2
Dic	58,5	65,7	13,3

ANEXO VIII: Producción eléctrica de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera

Mes	Días/mes	G _t (kWh/m ² /mes)	Y _{R,t} (h)	E _t Unitario(kWh/mes)	E _t total (MWh/mes)
Ene	31	82,50	82,50	7969,51	3793,49
Feb	28	102,00	102,00	9836,71	4682,27
Mar	31	156,00	156,00	15031,75	7155,11
Abr	30	176,00	176,00	16802,25	7997,87
May	31	215,00	215,00	19897,77	9471,34
Jun	30	236,00	236,00	21401,60	10187,16
Jul	31	234,00	234,00	21043,99	10016,94
Ago	31	219,00	219,00	19721,06	9387,22
Sep	30	172,00	172,00	15877,63	7557,75
Oct	31	122,00	122,00	11434,78	5442,96
Nov	30	88,60	88,60	8472,74	4033,03
Dic	31	65,70	65,70	6359,92	3027,32
Media anual:		155,73	155,73	14487,48	6896,04
Total anual:					82752,46

ANEXO IX: Estudio económico de la planta fotovoltaica flotante en el Embalse de la Pedrera.

- Caso de Vender la electricidad producida a la red:

1) Coste de la instalación:	TOTAL:	75.418.690,76	€
2) Costes mantenimiento:	Gasto anual (% sobre coste instalación)	1	%
	Gasto anual:	754.186,91	€

3) Parámetros económicos:	Tasa de inflación:	1	%
	Tasa de inflación (eléctrica):	8	%
	Tasa de interés:	0	%
	Precio Venta de MWh de la red:	57,28	€/MWh
	Amortizaciones centrales renovables	7	%
	Peajes de acceso de energía eléctrica	1,3046	€/MWh
	Impuestos a la electricidad	7	%
	Impuestos de Sociedad	15	%
		25	%
	Cantidad de Agua Ahorrada	986.804,20	m ³
	Precio del agua Trasvasado	0,29	€/m ³
	Beneficios por Agua Ahorrada	286.173,22	€

	Energía generada	Precio/MWh	Ingresos	Funcionamiento	Depreciación	Total	Beneficio Bruto
Año	GWh/año	€	€	€	€	€	€
0		-	0,00			-75.418.690,76	-
1	82,75	57,280	4.740.060,87	761.728,78	5.279.308,35	-6.041.037,13	-1.300.976,26
2	82,09	61,862	5.078.311,61	769.270,65	5.279.308,35	-6.048.579,00	-970.267,39
3	81,43	66,811	5.440.699,93	776.812,51	5.279.308,35	-6.056.120,87	-615.420,94
4	80,78	72,156	5.828.948,27	784.354,38	5.279.308,35	-6.063.662,74	-234.714,46
5	80,14	77,929	6.244.902,02	791.896,25	5.279.308,35	-6.071.204,61	173.697,42
6	79,49	84,163	6.690.538,23	799.438,12	5.279.308,35	-6.078.746,48	611.791,76
7	78,86	90,896	7.167.975,04	806.979,99	5.279.308,35	-6.086.288,34	1.081.686,69
8	78,23	98,168	7.679.481,74	814.521,86	5.279.308,35	-6.093.830,21	1.585.651,52
9	77,60	106,021	8.227.489,55	822.063,73	5.279.308,35	-6.101.372,08	2.126.117,47
10	76,98	114,503	8.814.603,21	829.605,60	5.279.308,35	-6.108.913,95	2.705.689,26
11	76,37	123,663	9.443.613,29	837.147,47	5.279.308,35	-6.116.455,82	3.327.157,47
12	75,75	133,556	10.117.509,54	844.689,34	5.279.308,35	-6.123.997,69	3.993.511,85
13	75,15	144,241	10.839.495,02	852.231,21	5.279.308,35	-6.131.539,56	4.707.955,46
14	74,55	155,780	11.613.001,38	859.773,07	5.279.308,35	-6.139.081,43	5.473.919,96
15	73,95	168,242	12.441.705,16	867.314,94	1.508.373,82	-2.375.688,76	10.066.016,40
16	73,36	181,702	13.329.545,24	874.856,81	0,00	-874.856,81	12.454.688,43
17	72,77	196,238	14.280.741,59	882.398,68	0,00	-882.398,68	13.398.342,91
18	72,19	211,937	15.299.815,31	889.940,55	0,00	-889.940,55	14.409.874,76
19	71,61	228,892	16.391.610,13	897.482,42	0,00	-897.482,42	15.494.127,71
20	71,04	247,203	17.561.315,43	905.024,29	0,00	-905.024,29	16.656.291,14
21	70,47	266,980	18.814.490,90	912.566,16	0,00	-912.566,16	17.901.924,74
22	69,91	288,338	20.157.092,97	920.108,03	0,00	-920.108,03	19.236.984,94
23	69,35	311,405	21.595.503,13	927.649,90	0,00	-927.649,90	20.667.853,23
24	68,79	336,317	23.136.558,23	935.191,77	0,00	-935.191,77	22.201.366,46
25	68,24	363,223	24.787.583,03	942.733,63	0,00	-942.733,63	23.844.849,39

	Impuestos Sociedad	Beneficio Neto	Cash Flow	Acumulado	Acumulado (NPV)	
Año	€	€	€	€	€	TIR
0		-	-75.418.690,76	-75.418.690,76	-75.418.690,76	-1,000
1	0,00	-1.392.109,18	4.173.372,39	-71.245.318,37	-70.532.865,19	-0,935
2	0,00	-1.038.250,69	4.527.230,88	-66.718.087,49	-65.383.725,74	-0,867
3	0,00	-658.564,99	4.906.916,58	-61.811.170,91	-59.956.835,79	-0,795
4	0,00	-251.209,06	5.314.272,51	-56.496.898,40	-54.237.022,47	-0,719
5	26.054,61	159.737,04	5.725.218,61	-50.771.679,79	-48.233.095,80	-0,640
6	91.768,76	562.783,83	6.128.265,40	-44.643.414,39	-41.964.809,53	-0,556
7	270.421,67	886.918,51	6.452.400,08	-38.191.014,31	-35.517.643,31	-0,471
8	396.412,88	1.300.169,67	6.865.651,24	-31.325.363,08	-28.819.334,03	-0,382
9	531.529,37	1.743.351,74	7.308.833,31	-24.016.529,76	-21.855.042,08	-0,290
10	676.422,31	2.218.600,61	7.784.082,18	-16.232.447,58	-14.609.202,82	-0,194
11	831.789,37	2.728.204,55	8.293.686,12	-7.938.761,47	-7.065.497,71	-0,094
12	998.377,96	3.274.615,13	8.840.096,70	901.335,24	793.175,01	0,011
13	1.176.988,87	3.860.458,90	9.425.940,47	10.327.275,70	8.984.729,86	0,119
14	1.368.479,99	4.488.549,78	10.054.031,35	20.381.307,05	17.527.924,07	0,232
15	2.516.504,10	8.254.068,87	10.048.615,90	30.429.922,95	25.865.434,51	0,343
16	3.113.672,11	10.212.779,93	10.498.953,15	40.928.876,10	34.380.255,92	0,456
17	3.349.585,73	10.986.576,60	11.272.749,82	52.201.625,92	43.327.349,51	0,574
18	3.602.468,69	11.816.032,72	12.102.205,94	64.303.831,86	52.729.142,12	0,699
19	3.873.531,93	12.705.120,14	12.991.293,36	77.295.125,22	62.609.051,43	0,830
20	4.164.072,79	13.658.094,15	13.944.267,37	91.239.392,59	72.991.514,07	0,968
21	4.475.481,19	14.679.513,71	14.965.686,92	106.205.079,51	83.902.012,81	1,112
22	4.809.246,24	15.774.263,07	16.060.436,29	122.265.515,80	95.367.102,32	1,265
23	5.166.963,31	16.947.575,07	17.233.748,28	139.499.264,08	107.414.433,34	1,424
24	5.550.341,62	18.205.055,92	18.491.229,13	157.990.493,22	120.072.774,84	1,592
25	5.961.212,35	19.552.711,92	19.838.885,13	177.829.378,35	133.372.033,76	1,768

- Caso producir electricidad directamente a la planta desaladora:

1) Coste de la instalación:	TOTAL:	75.418.690,76	€
2) Costes mantenimiento:	Gasto anual (% sobre coste instalación)	1	%
	Gasto anual:	754.186,91	€

3) Parámetros económicos:	Tasa de inflación:	1	%
	Tasa de inflación (eléctrica):	8	%
	Tasa de interés:	0	%
	Precio Venta de MWh de la red:	123,3425	€/MWh
	Amortizaciones centrales renovables	7	%
	Peajes de acceso de energía eléctrica	1,3046	€/MWh
	Impuestos a la electricidad	0	%
	Impuestos de Sociedad	0	%
		0	%
	Cantidad de Agua Ahorrada	986.804,20	m ³
	Precio del agua Trasvasado	0,29	€/m ³
	Beneficios por Agua Ahorrada	286.173,22	€

	Energía generada	Precio/MWh	Ahorro	Funcionamiento	Depreciación	Total	Beneficio Bruto
Año	GWh/año	€	€	€	€	€	€
0	82,75	-	0,00			-75.418.690,76	-
1	82,09	123,343	10.206.895,21	761.728,78	5.279.308,35	-6.041.037,13	4.165.858,08
2	81,43	133,210	10.935.259,25	769.270,65	5.279.308,35	-6.048.579,00	4.886.680,25
3	80,78	143,867	11.715.599,35	776.812,51	5.279.308,35	-6.056.120,87	5.659.478,48
4	80,14	155,376	12.551.624,52	784.354,38	5.279.308,35	-6.063.662,74	6.487.961,78
5	79,49	167,806	13.447.308,45	791.896,25	5.279.308,35	-6.071.204,61	7.376.103,84
6	78,86	181,231	14.406.908,38	799.438,12	5.279.308,35	-6.078.746,48	8.328.161,90
7	78,23	195,729	15.434.985,36	806.979,99	5.279.308,35	-6.086.288,34	9.348.697,01
8	77,60	211,387	16.536.425,91	814.521,86	5.279.308,35	-6.093.830,21	10.442.595,70
9	76,98	228,298	17.716.465,27	822.063,73	5.279.308,35	-6.101.372,08	11.615.093,18
10	76,37	246,562	18.980.712,23	829.605,60	5.279.308,35	-6.108.913,95	12.871.798,28
11	75,75	266,287	20.335.175,85	837.147,47	5.279.308,35	-6.116.455,82	14.218.720,03
12	75,15	287,590	21.786.294,00	844.689,34	5.279.308,35	-6.123.997,69	15.662.296,31
13	74,55	310,597	23.340.963,94	852.231,21	5.279.308,35	-6.131.539,56	17.209.424,38
14	73,95	335,445	25.006.575,13	859.773,07	5.279.308,35	-6.139.081,43	18.867.493,70
15	73,36	362,281	26.791.044,33	867.314,94	1.508.373,82	-2.375.688,76	24.415.355,57
16	72,77	391,263	28.702.853,25	874.856,81	0,00	-874.856,81	27.827.996,44
17	72,19	422,564	30.751.088,86	882.398,68	0,00	-882.398,68	29.868.690,18
18	71,61	456,369	32.945.486,56	889.940,55	0,00	-889.940,55	32.055.546,01
19	71,04	492,879	35.296.476,48	897.482,42	0,00	-897.482,42	34.398.994,06
20	70,47	532,309	37.815.233,04	905.024,29	0,00	-905.024,29	36.910.208,75
21	69,91	574,894	40.513.728,07	912.566,16	0,00	-912.566,16	39.601.161,91
22	69,35	620,886	43.404.787,71	920.108,03	0,00	-920.108,03	42.484.679,68
23	68,79	670,556	46.502.153,36	927.649,90	0,00	-927.649,90	45.574.503,46
24	68,24	724,201	49.820.547,02	935.191,77	0,00	-935.191,77	48.885.355,26
25	82,75	782,137	53.375.741,26	942.733,63	0,00	-942.733,63	52.433.007,62

	Impuestos Sociedad	Beneficio Neto	Cash Flow	Acumulado	Acumulado (NPV)	
Año		-	-75.418.690,76	-75.418.690,76	-75.418.690,76	-1,000
0	0,00	4.165.793,49	9.731.275,06	-65.687.415,70	-65.030.541,54	-0,862
1	0,00	4.886.615,67	10.452.097,24	-55.235.318,46	-54.130.612,09	-0,718
2	0,00	5.659.413,90	11.224.895,47	-44.010.422,99	-42.690.110,30	-0,566
3	0,00	6.487.897,20	12.053.378,77	-31.957.044,22	-30.678.762,45	-0,407
4	0,00	7.376.039,26	12.941.520,83	-19.015.523,39	-18.064.747,22	-0,240
5	0,00	8.328.097,32	13.893.578,89	-5.121.944,51	-4.814.627,84	-0,064
6	0,00	9.348.632,43	14.914.114,00	9.792.169,49	9.106.717,63	0,121
7	0,00	10.442.531,12	16.008.012,69	25.800.182,18	23.736.167,61	0,315
8	0,00	11.615.028,60	17.180.510,17	42.980.692,35	39.112.430,04	0,519
9	0,00	12.871.733,69	18.437.215,26	61.417.907,61	55.276.116,85	0,733
10	0,00	14.218.655,45	19.784.137,02	81.202.044,63	72.269.819,72	0,958
11	0,00	15.662.231,73	21.227.713,30	102.429.757,93	90.138.186,98	1,195
12	0,00	17.209.359,80	22.774.841,37	125.204.599,30	108.928.001,39	1,444
13	0,00	18.867.429,12	24.432.910,69	149.637.509,98	128.688.258,58	1,706
14	0,00	24.415.290,99	26.209.838,02	175.847.348,00	149.470.245,80	1,982
15	0,00	27.827.931,86	28.114.105,07	203.961.453,07	171.327.620,58	2,272
16	0,00	29.868.625,59	30.154.798,81	234.116.251,88	194.316.489,06	2,577
17	0,00	32.055.481,43	32.341.654,64	266.457.906,53	218.495.483,35	2,897
18	0,00	34.398.929,48	34.685.102,69	301.143.009,22	243.925.837,47	3,234
19	0,00	36.910.144,17	37.196.317,39	338.339.326,61	270.671.461,29	3,589
20	0,00	39.601.097,33	39.887.270,55	378.226.597,16	298.799.011,75	3,962
21	0,00	42.484.615,10	42.770.788,31	420.997.385,47	328.377.960,67	4,354
22	0,00	45.574.438,88	45.860.612,10	466.857.997,57	359.480.658,13	4,766
23	0,00	48.885.290,67	49.171.463,89	516.029.461,46	392.182.390,71	5,200
24	0,00	52.432.943,04	52.719.116,26	568.748.577,72	426.561.433,29	5,656
25		-	-75.418.690,76	-75.418.690,76	-75.418.690,76	-1,000

