

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
FLOTANTE PARA EMBARCACIONES E
ISLA DE TABARCA"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2020

AUTOR: Raúl Sala Gómez

DIRECTOR/ES: Manuel Vicente Gascó
González

AGRADECIMIENTOS

Como no puede ser de otra manera, mi primer agradecimiento es para mis padres que me han apoyado siempre a pesar de todos mis vaivenes y me han ofrecido la oportunidad de obtener unos estudios universitarios.

En segundo lugar, he de reconocer a mi tutor D. Manuel Vicente Gascó González su atención y comprensión a la hora de abordar el trabajo.

Para finalizar, quiero mencionar a todos los profesores de la Escuela Politécnica Superior de Elche por su implicación a la hora de atender al alumnado y que me hayan permitido expandir mis conocimientos



RESUMEN:

El objeto del presente proyecto es el diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica flotante asentada en el puerto de la isla de Tabarca (Alicante), de acuerdo con las normativas legales y técnicas vigentes.

Esta instalación fotovoltaica buscará cubrir la demanda de energía eléctrica por parte de las embarcaciones eléctricas e híbridas, ofreciendo el excedente a la propia isla de Tabarca.

ABSTRACT:

The aim of this project is the design and calculation of a floating photovoltaic installation located in the port of the island of Tabarca (Alicante), in accordance with current legal and technical regulations.

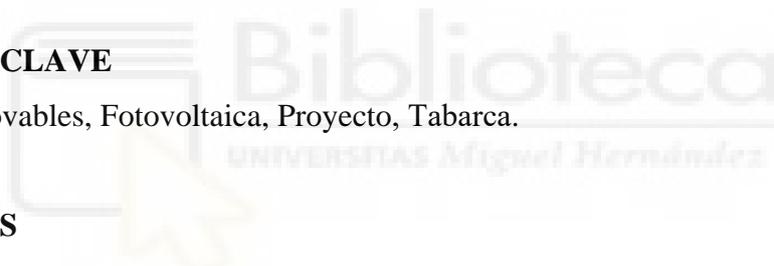
This photovoltaic installation will seek to cover the demand for electrical energy by electric and hybrid boats, offering the surplus to the island of Tabarca itself.

PALABRAS CLAVE

Energía, Renovables, Fotovoltaica, Proyecto, Tabarca.

KEY WORDS

Energy, Renewables, Photovoltaic, Project, Tabarca.



ÍNDICE

1. MEMORIA	6
2. PLANOS.....	53
3. PLIEGO DE CONDICIONES	59
4. PRESUPUESTO.....	110
5. ANEXOS	129



1. MEMORIA

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA	9
1.1.1. PREÁMBULO	9
1.1.2. ESTADO DE LA TECNOLOGÍA	11
1.1.3. OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO.....	20
1.1.4. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	20
1.1.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	20
1.1.5.1. NORMATIVA	20
1.1.5.3. PREVISIÓN DE CARGA	23
1.1.5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	23
1.1.5.4.1.PLACAS SOLARES	23
1.1.5.4.2.SISTEMA DE ACUMULACIÓN	26
1.1.5.4.3.REGULADOR DE CARGA	28
1.1.5.4.4.INVERSORES.....	30
1.1.5.4.5.PLATAFORMAS FLOTANTES	32
1.1.5.4.6.CONTENEDORES.....	33
1.1.5.4.7.CABLEADO.....	33
1.1.5.4.8.DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	34
1.1.5.4.9.PROTECCIÓN DE TIERRA.....	36
1.1.5.4.10. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL	36
1.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	36
1.2.1. CÁLCULO DE LA PREVISIÓN DE CARGA	36
1.2.2. ORIENTACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	36
1.2.3. IRRADIACIÓN SOBRE EL GENERADOR	38
1.2.1. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO.....	39
1.2.2. CONFIGURACIÓN DE LOS PANELES.....	40
1.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES	41
1.2.4. DISTANCIA ENTRE PANELES	42
1.2.6. CONFIGURACIÓN DE LOS INVERSORES	45
1.2.7. VOLUMEN Y SUPERFICIE QUE REQUERIRÁ EL EQUIPO ELECTRÓNICO	45
1.2.8. SECCIÓN DEL CABLEADO	47
1.2.9. PERFORMANCE RATIO	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Gráfico con eficiencias de células solares y potencias de panel según la tecnología utilizada.[13]	12
Ilustración 2: Potencia de las plantas fotovoltaicas flotantes instaladas según porcentajes del número de instalaciones en ese rango respecto al total hasta el 2017 [21]	16
Ilustración 3: Emisiones de transporte en 2017 como porcentaje de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de la UE [28]	18
Ilustración 4: 10 principales emisores de CO ₂ en Europa [29].....	18
Ilustración 5: Objetivos de reducción del CO ₂ emitidos por los barcos [30]	19
Ilustración 6: Puerto de Tabarca [36]	20
Ilustración 7: Dimensiones del módulo fotovoltaico, a la izquierda, parte delantera, y a la derecha, parte trasera [mm] [37].....	25
Ilustración 8: Curvas potencia-voltaje del modelo con diferentes irradiancias a la izquierda y curvas corriente-voltaje con diferentes temperaturas a la derecha. Ambas curvas son del modelo cuya potencia máxima es 405W [37].....	26
Ilustración 9: Voltaje de la batería frente a la capacidad de descarga a diferente velocidades de descarga [38]	27
Ilustración 10: Dimensiones de la batería con soporte para montaje en pared [pulgadas] [38]	28
Ilustración 11: Flotadores ISIFLOATING [41]	33
Ilustración 12:Ángulo de inclinación y de azimut [42]	37
Ilustración 13: Inclinación óptima y K según el período de diseño [42].....	38
Ilustración 14: Irradiación en el plano horizontal y generador [43]	39
Ilustración 15: Irradiancia diaria media del mes de julio [43].....	41
Ilustración 16: Representación gráfica de la distancia mínima entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente [42].....	43
Ilustración 17: Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados [44].....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del módulo fotovoltaico en condiciones STC [37]	24
Tabla 2: Características del módulo fotovoltaico en condiciones NMOT [37].....	24
Tabla 3: Datos mecánicos del módulo fotovoltaico [37].....	24
Tabla 4: Variación con la temperatura de las características y máximos rangos del módulo fotovoltaico [37]	25
Tabla 5: Características de la batería [38]	27
Tabla 6: Datos sobre la corriente de cortocircuito [38]	28
Tabla 7: Características del regulador [39].....	30
Tabla 8: Características del inversor [40].....	32
Tabla 9: Tensión en una rama según el número de módulos que la componen	42
Tabla 10: Caída de tensión porcentual y absoluta según la sección del conductor en el tramo generador - regulador	48
Tabla 11: Caída de tensión porcentual y absoluta según la sección del conductor en el tramo regulador - almacenamiento	48
Tabla 12: Caída de tensión porcentual y absoluta según la sección del conductor en el tramo almacenamiento - inversor	49
Tabla 13: Caída de tensión porcentual y absoluta según la sección del conductor en el tramo inversor - carga.....	49
Tabla 14: Producción energética diaria por mes [43].....	51
Tabla 15: PR medio mensual y anual	52

1. MEMORIA

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1. PREÁMBULO

La preocupación por los problemas medioambientales por parte de la sociedad española está en aumento, no en vano, el 1,3% de la población los considera uno de los tres problemas principales que existen en España según la última encuesta del CIS (marzo de 2020) [1]. Pese a que este valor puede parecer algo escaso, este año, según la encuesta realizada en enero, llegó a suponer el 3,4%, coincidiendo con la celebración de la Cumbre del Clima (COP 25) realizada en Madrid [2]. Este valor resulta nada desdeñable teniendo en cuenta que en las encuestas anteriores al 2018, este incluido, solo en contadas ocasiones lograba superar el 1% [1]. Respecto a Europa, el 93% de los europeos reconocen el cambio climático como una cuestión grave y contra la que han realizado, al menos, una acción y el 79% considera la actuación contra el cambio climático una oportunidad para la innovación [3]. Esto demuestra una creciente, aunque de forma paulatina, conciencia ambiental y fruto de ella han surgido diversas reivindicaciones.

Una de estas reivindicaciones es la reducción de lo que se han denominado gases de efecto invernadero, entre los cuales el más reconocido por la ciudadanía es el dióxido de carbono (CO₂), pero entre los principales también se encuentran el vapor de agua (H₂O), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), el clorofluorcarbono (CFC), el ozono (O₃) y el hexafluoruro de azufre (SF₆) [4].

Con el objetivo reducir la emisión de dichos gases se han firmado diversos tratados internacionales como el Protocolo Kioto de 1997, en el que se acordó reducir un 5% de las emisiones globales respecto a las emisiones de 1990 de los siguientes seis gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), y otros tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆) [5]. Sin embargo, Estados Unidos, que en aquel momento y hasta 2005 era el máximo emisor de esos gases, jamás lo ratificó [6].

Más actual es el Acuerdo de París, creado en el COP 21 de 2015. Su objetivo ya no era la mera reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino paliar el calentamiento global, asignando como meta limitar el aumento de la temperatura global a 2°C respecto

a la temperatura de los años en los que se produjo la revolución industrial. Pese a ello, se reconoce que lo ideal sería no aumentar más de 1,5°C la temperatura global [7]. Sin embargo, pese a que este fuese ratificado por la mayoría de los Estados, en 2017 Estados Unidos anunció su retirada del mismo [8], lo cual dificulta la consecución de estos objetivos.

En Europa, en 2019, se propuso el que se ha denominado “EU Green Deal”, traducido al castellano: Pacto Verde de la UE. Este pacto busca que la economía europea sea “limpia”, con cero emisiones y protegiendo el hábitat natural europeo. La propia presidenta de la Comisión Europea llegó a reseñarlo como “el hombre en la luna” europeo [3].

Mucho antes de estos tres acuerdos, en 1988, se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Este grupo es un órgano científico que se creó para ofrecer una visión clara y científica sobre el estado actual de los conocimientos que conciernen al cambio climático y cómo este puede repercutir en el medioambiente, la sociedad y la economía. Desde su fundación ha desarrollado cinco informes de evaluación y actualmente trabaja en el sexto, que prevé terminado en 2022 [9].

En lo que concierne al sector eléctrico, según el IPCC, en 2010 el 22% de las emisiones directas mundiales de gases de efecto invernadero correspondía a la producción eléctrica y térmica. Por ello, en su último informe, propone el uso de tecnología que genere electricidad con escasas emisiones de CO₂, entre la que se encuentra la nuclear y las renovables. Es en este contexto en el que se sitúa el proyecto que aquí se desarrolla puesto que se aboga por el uso no solo de tecnología fotovoltaica para la producción eléctrica, sino también por el uso de transporte que utilice como fuerza motriz este tipo de energía, puesto que, según también el IPCC, el transporte suponía el 14% de las emisiones arriba mencionadas [10].

Asimismo, uno de los problemas del desarrollo es el terreno a utilizar, no solo en cuanto a su precio sino también en cuanto a su extensión. Poco a poco, los centros urbanos van avanzando y las zonas rurales se van reduciendo. Solo en Europa, entre los años 2000 y 2018, 780,49 km² de suelo destinado a la agricultura, de suelo forestal y suelo parcialmente cultivado era sustituido por terreno urbanístico anualmente, de los cuales, 709,96 km² fueron destinados a alojamientos, actividades recreativas, servicios, industria, transporte, minas o vertederos entre otros [11]. Es por ello por lo que, no solo Europa, sino el mundo en su conjunto debe expandirse más allá, no ceñirse únicamente a la tierra

firme, sino comenzar a realizar infraestructuras acuáticas que respeten el medio ambiente y aporten progreso a la humanidad. Instalar placas solares sobre plataformas flotantes en mares, océanos o embalses, por ejemplo, es la oportunidad perfecta para evitar que los campos destinados a la agricultura sean sustituidos por campos solares, permitiéndose así nuevas formas de gestión y desarrollo.

En este marco, cabe destacar la situación geográfica de Tabarca, pues es una isla. Esto supone que el suelo utilizable es todavía más crítico, además, para obtener energía eléctrica en la zona existen dos vías, o mediante la conexión que existe entre la isla y la península, con las consecuentes pérdidas o con centrales de generación propias. Estas últimas suponen el uso del suelo crítico que antes se mencionaba, por lo que, el uso de paneles fotovoltaicos en sus costas, incluso si estos alimentan a barcos de recreo eléctricos, no solo alivia la dependencia respecto a la península, sino que lo hace sin ocupar suelo útil.

1.1.2. ESTADO DE LA TECNOLOGÍA

Tecnología fotovoltaica

La generación eléctrica a partir de la energía emitida por el Sol es una de las apuestas globales para mitigar el calentamiento global. La energía derivada del Sol podemos dividirla en dos grupos, la indirecta, en la que se encontraría la eólica, la hidráulica o la undimotriz, y la directa. Para captar la energía solar directa existen dos métodos: captación térmica de forma pasiva o activa y la captación fotónica subdividida en captación fotoquímica y en captación fotovoltaica.

Esta última forma de captación, la fotovoltaica, se realizaría mediante paneles fotovoltaicos. Este tipo de tecnología fue descubierta en 1839 por el físico francés Alexadre-Edmond Becquerel, sin embargo, su uso comercial se limitó durante mucho tiempo a los laboratorios Bell, dedicados a la industria juguetera. No fue hasta 1957, gracias a la carrera espacial, cuando la URSS lanzó el primer satélite espacial, un año más tarde lo haría Estados Unidos. En aquella época la eficiencia llegaba hasta el 6%. Actualmente, el uso de los paneles fotovoltaicos en el sector espacial más representativo se encuentra en la Estación Espacial Internacional, los cuales tienen una eficiencia del orden del 20% sobre la superficie terrestre, en el vacío espacial la eficiencia es mucho mayor [12].

Una eficiencia del 16% o 17% de un panel solar se considera estándar, siendo a partir del 19% reconocidos como paneles de alta eficiencia. En 2018, un estudio realizado por EnergyTrend determinó que el rango actual de la eficiencia de las células solares de las que están compuestos los paneles solares va del 18,5% al 24,5%, dependiendo de la tecnología [13].

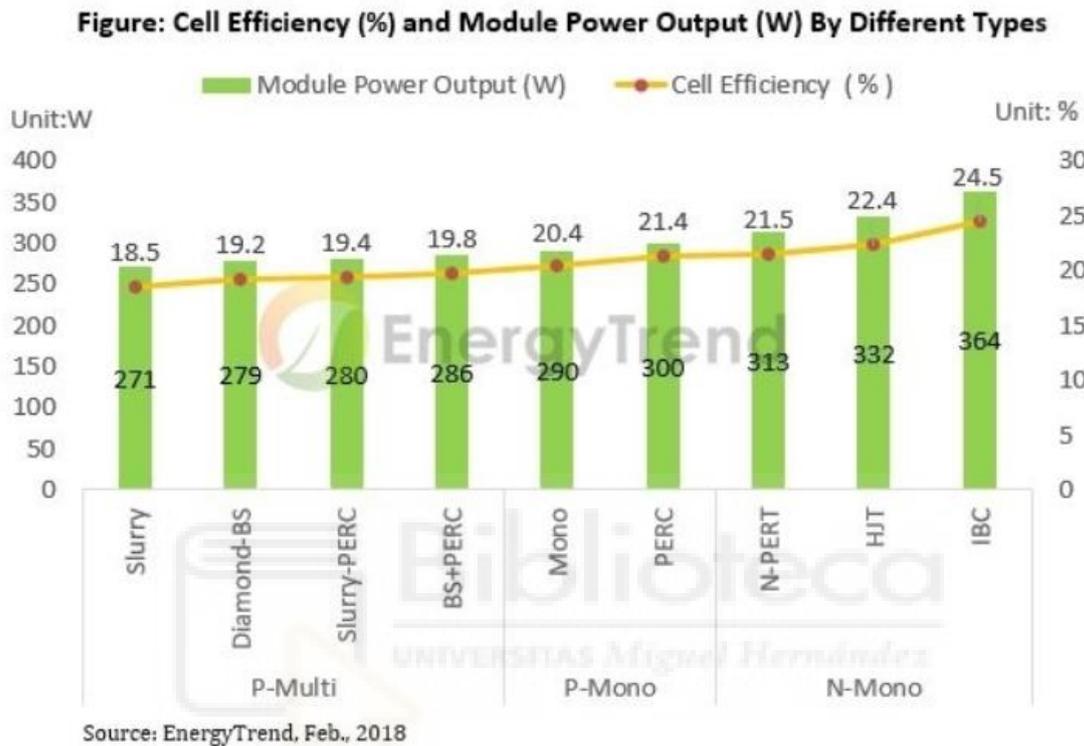


Ilustración 1: Gráfico con eficiencias de células solares y potencias de panel según la tecnología utilizada.[13]

En la parte izquierda del gráfico, el eje Y indica hasta qué potencia podía llegar a alcanzar cada uno de los paneles solares en función de la tecnología utilizada.

En la parte derecha del gráfico, el eje Y muestra la eficiencia de la célula según el caso, no del panel, que, como es sabido, siempre es algo menor.

En el eje X se muestran los distintos tipos de tecnología refiriéndose P-Multi a la tecnología policristalina, P-Mono a la Monocristalina y la N-Mono a la monocristalina de alta pureza.

Actualmente, existen paneles, como el utilizado en este proyecto, que logran superar los 400W de potencia gracias a su alta eficiencia.

Plataformas flotantes

A la hora de realizar una instalación offshore, uno de los principales problemas a los que se enfrenta la elaboración del proyecto es uno que no se encuentra en tierra firme, la flotabilidad. Por ello, los distintos elementos deben descansar sobre unas plataformas que aseguren la estabilidad de los mismos.

Las plataformas a utilizar dependerán no solo de los elementos que se serán instalados, sino, también, del entorno y condiciones particulares de la zona de instalación. Aun así, los principales tipos de plataformas sobre los que descansan las instalaciones offshore se puede dividir en aquellas que descansan sobre el mismo lecho marino y aquellas que flotan gracias al principio de Arquímedes. Este principio explica el equilibrio entre el peso de un cuerpo sumergido y la fuerza o empuje que el agua ejerce sobre él. Esto supone que cuanto mayor peso deba soportar la plataforma, mayor debe ser su calado.

Entre las plataformas de pequeño calado encontramos plataformas de bloques, plataformas no rígidas y plataformas de sistema modular.

Las plataformas de bloques son plataformas de gran tamaño, que podrían llegar a suponerse modulares, pero su gran tamaño no permite realizar montajes de forma sencilla y rápida. Está pensado para ser utilizado en aguas tranquilas y para soportar un gran peso, por lo que no son aptas para zonas con oleaje.

Las plataformas no rígidas se destinan al uso recreativo. Al ser inflado mediante aire a presión, su superficie se deforma

Las plataformas de sistema modular son muy polivalentes. Esto es debido a su adaptabilidad a todo tipo de aguas como a su facilidad y versatilidad de montaje que permite adaptarse al tamaño requerido, de esta forma, sirven tanto como puente, cubierta de bañistas o incluso como soporte para paneles solares, el caso de interés de este proyecto.

Este tipo de plataformas con las que se busca que sean la base de instalaciones de bajo peso, suelen estar compuestas por polietileno (PE), destacando el polietileno de alta densidad y alto peso molecular (HMWHDPE) [15].

Electrónica

Este apartado está compuesto por los reguladores de carga y los inversores.

Los reguladores de carga son un elemento intermediario entre los módulos fotovoltaicos y las baterías y se encargan de impedir la carga de la batería, una vez alcanzada la carga máxima de esta, y su sobredescarga. Evitando la carga excesiva se previene el calentamiento de la batería o incluso su gasificación, lo que no solo acorta la vida útil de la batería, sino que también puede resultar peligroso. Por otro lado, evitar la sobredescarga también previene el acortamiento de la vida útil del sistema de almacenamiento. Todo esto lo hace controlando el nivel de carga y descarga de la batería. Tras el corte de servicio, en caso de reguladores instalados en sitios aislados o de difícil acceso, es recomendable que cuenten con rearme automático, pese a que este puede ser manual.

Un inversor tiene la función de convertir la corriente continua en alterna, la alterna en continua o incluso transforma una forma senoidal de la corriente alterna en otra corriente alterna, pero con distinta forma. Para instalaciones fotovoltaicas, los inversores más utilizados son los inversores que transforman la corriente continua en alterna. Según la forma de la onda podemos distinguir entre los inversores de onda cuadrada, de onda modulada, de onda sinoidal pura y de onda sinoidal modificada. En el caso de los proyectos fotovoltaicos, los inversores más utilizados son los de onda sinoidal pura, los cuales permiten obtener una forma de onda a la salida prácticamente indistinguible de la onda de la red eléctrica general [15].

Sistemas de acumulación

Existen distintas formas de acumular la energía, por lo que existen distintos tipos de almacenamiento, podemos encontrar: almacenamiento de energía química, de energía eléctrica, de energía mecánica, de energía térmica y de energía electroquímica. El almacenamiento de energía química se realiza mediante hidrógeno o gas natural sintético y el de energía eléctrica, con supercondensadores y superconductores magnéticos. Por su parte, el almacenamiento de energía mecánica se puede realizar mediante ruedas de inercia o bombeo de agua, entre otras formas, y el de energía térmica mediante sistemas de cambio de fase o transferencia calorífica en intercambiadores empaquetados. Por último, el almacenamiento de energía electroquímica, que es el comúnmente utilizado en las instalaciones fotovoltaicas aisladas, se realiza mediante baterías clásicas y baterías de flujo redox [16].

Dentro de las baterías clásicas podemos encontrar monoblock, de ciclo profundo, AGM, estacionarias translúcidas o transparentes, de plomo-ácido, de níquel-cadmio y de litio, entre otras.

Las baterías monoblock están formadas por un solo bloque y tienen menor capacidad en comparación con otro tipo de baterías, por ello, se utilizan en pequeñas instalaciones que requieren poca potencia [17]. Utilizan plomo-ácido y requieren mantenimiento anual y deben ser instaladas en zonas abiertas o con ventilación.

Las baterías de ciclo profundo son similares a las monoblock, pero están pensadas para instalaciones solares de uso diario teniendo una durabilidad de 3 a 4 veces superior que las monoblock. Además, como su nombre indica, pueden sufrir descargas completas sin que eso afecte a su vida útil [18].

Las baterías AGM no requieren de mantenimiento y poseen una duración media a misma profundidad de descarga más elevada que las baterías monoblock. Al ser las baterías cuyo ácido es absorbido entre las placas e inmovilizado mediante alfombrillas o esteras de fibra de vidrio muy fina las hacen idóneas para instalaciones fotovoltaicas que requieran poca potencia y cuyo mantenimiento sea difícil o costoso, cuando la resistencia a golpes y vibraciones sea importante, en espacios cerrados, en sitios donde haya riesgo de congelación o donde no se pueda tolerar derrame de ácido por fugas, vuelcos o roturas. Otras ventajas son su alta potencias y su fácil transporte, entre otras [18].

Las baterías estacionarias translúcidas o transparentes se encuentran separadas en celdas y su voltaje suele rondar los 2,2 voltios, por lo que se recomienda conectarlas en serie con el fin de alcanzar mayores voltajes. Su tamaño y peso son superiores a los de la batería monoblock. Utilizan plomo-ácido [17].

Las baterías de litio no emiten gases y ofrecen una carga rápida. Además, poseen un volumen y peso menor. Actualmente, la principal desventaja que presentan son su alto coste [18].

Las baterías de flujo basan su funcionamiento en las reacciones redox. Existen dos tipos de baterías de flujo comerciales: las de Zinc-Bromo (Zn-Br) y las de Vanadio [19]. Este tipo de baterías están compuestas por dos tanques, una que contiene el polo positivo y otra que contiene el negativo, separadas por una membrana. Sus ventajas frente a las baterías de litio son que no están conformados por células, sino por tanques escalables,

además, las baterías redox son ignífugas y pueden ser descargadas completamente. Tampoco se degradan pese a la temperatura exterior y, son reutilizables [20].

Proyectos fotovoltaicos sobre plataformas flotantes

Las plantas solares fotovoltaica flotantes son un proyecto novedoso que se empezó a realizar ya empezado este siglo, siendo 2007 el primer año en el que se instaló un sistema de captación solar fotovoltaico sobre plataformas flotantes. Hasta el año 2014 únicamente se habían construido 3 plantas solares flotantes en el mundo, sin embargo, según un estudio realizado por SolarPlaza, a finales de 2016 llegaba a cuantificar más de 70 proyectos realizados de este tipo. La potencia que suponía la totalidad del conjunto de estos más de estos proyectos apenas superaba los 93 MWp. 45 de esas instalaciones se encontraban en Japón.

Pese a la gran capacidad de generación que pueden llegar a alcanzar (la mayor planta, situada en la provincia de Anhui en China, tiene una potencia de 40 MWp), la mayoría de las plantas existentes no superaban en 2017 1MWp [21].

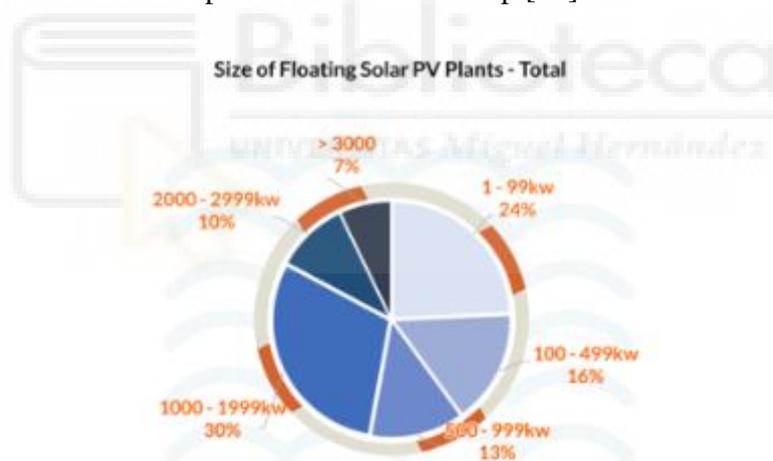


Ilustración 2: Potencia de las plantas fotovoltaicas flotantes instaladas según porcentajes del número de instalaciones en ese rango respecto al total hasta el 2017 [21]

El rápido crecimiento en la instalación de este tipo de plantas hace pensar en un nuevo boom de la tecnología fotovoltaica, de hecho, solo la empresa Ciel et Terre, a fecha de marzo de 2020, ha participado en la realización de 180 proyectos fotovoltaicos sobre plataformas flotantes, suponiendo más de 230MWp [22]. Hay que añadir que ya hay empresas, como Swimsol, que no solo están especializadas en el diseño de instalaciones fotovoltaicas en suelo firme, sino también en instalaciones flotantes [23].

En España ya se han comenzado a realizar instalaciones fotovoltaicas sobre plataformas flotantes. Destaca el proyecto realizado por Esfera Solar que llevó a cabo la primera instalación fotovoltaica flotante en España inaugurada en 2017 en Lorca, con una potencia de 161 kWp destinada a bombeo [24]. Cabe mencionar el parque fotovoltaico flotante concedido por la Junta de Extremadura a Acciona Energía el cual contará con 3000 módulos fotovoltaicos sobre el agua y 1,125 MWp de potencia instalada.

Cabe mencionar que la compañía alemana Sinn Power ha desarrollado una plataforma flotante con diseño modular que busca aprovechar no solo la energía solar, sino también la eólica y la undimotriz. Este diseño será testeado por primera vez a finales del verano de 2020 con el fin de certificar su rendimiento [26].

Entre las ventajas de este tipo de instalaciones flotantes frente a las convencionales se encuentran:

No se utiliza suelo útil que puede ser destinado a otros usos como la agricultura, industria... A esto hay que sumarle que el arrendamiento de terrenos con superficies de agua es más económico que otro tipo de terrenos.

Si se instalan en embalses o lagos se reduce la evaporación del agua, lo que permite un mayor control de los niveles del agua.

El contacto con el agua retrasa el calentamiento de las instalaciones y mejora la eficiencia.

También evita una mayor proliferación de organismos.

Entre sus desventajas cabe destacar que su instalación resulta más complicada que si se realizara en tierra firme, mayor coste y dificultad en el mantenimiento y que hay que tener en cuenta más parámetros, además de los propios de las plantas fotovoltaicas convencionales.

Barcos eléctricos

Hasta 2018 el transporte marítimo suponía algo más del 2% de las emisiones globales [27] y en 2017 suponía el 3,15% de las emisiones europeas [28].



Ilustración 3: Emisiones de transporte en 2017 como porcentaje de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de la UE [28]

Pese a ello, puede resultar sorprendente saber que una empresa dedicada al transporte marítimo se encuentre entre los 10 principales emisores de CO₂ en Europa [29].

Ships carrying iPads and avocados join coal plants and Ryanair in top 10 EU GHG emitters

1.	 PGE GIEK S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów coal plant	38.3 Mt CO ₂
2.	 Kraftwerk Neurath coal plant	32.1 Mt CO ₂
3.	 Kraftwerk Niederaußem coal plant	25.9 Mt CO ₂
4.	 Kraftwerk Jämschalde coal plant	22.8 Mt CO ₂
5.	 Kraftwerk Weisweiler coal plant	16.8 Mt CO ₂
6.	 Kraftwerk Schwarze Pumpe coal plant	12.4 Mt CO ₂
7.	 Kraftwerk Lippendorf coal plant	11.7 Mt CO ₂
8.	 Mediterranean Shipping Company	11 Mt CO ₂
9.	 Kraftwerk Boxberg Werk IV coal plant	10.2 Mt CO ₂
10.	 Ryanair	9.9 Mt CO ₂

TRANSPORT & ENVIRONMENT | @transenv | @transenv | transportenvironment.org | Source: T&E estimates based on the 2018 EU ETS and shipping MRV reports

Ilustración 4: 10 principales emisores de CO₂ en Europa [29]

Es por ello por lo que la propia industria ha hecho una llamada a la búsqueda de nuevos modelos de barcos y combustibles alternativos [30].

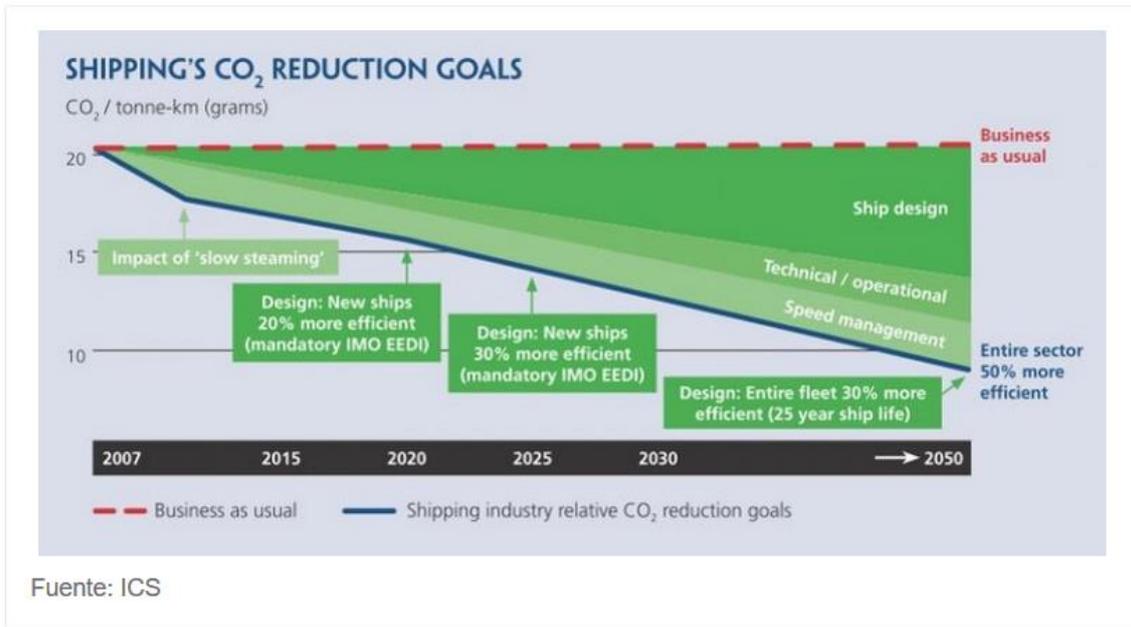


Ilustración 5: Objetivos de reducción del CO₂ emitidos por los barcos [30]

En este contexto se emplazan los barcos eléctricos y surgen empresas como Port-Liner que está desarrollando barcos totalmente eléctricos. En su caso, Port-Liner diseña barcos de transporte totalmente eléctricos que utilizan baterías de flujo [31]. Pero este tipo de nuevo transporte no se limita al transporte de mercancías, de hecho, es necesario resaltar el EcoShip, un crucero que, pese a no ser 100% eléctrico, ha logrado reducir las emisiones propias de este tipo de barco un 40%. Esto lo realiza mediante un ingenioso y estético diseño que acopla 10 aerogeneradores retráctiles, otras 10 velas de paneles solares también retráctiles e, incluso, suelos cinéticos. Fue de tal importancia su diseño que en 2008 fue nominado al Nobel de la Paz [32].

En el caso de barcos de recreo existen casos como X Shore [33] que son totalmente eléctricos o Silent-Yachts [34] que cuyos diseños de barcos de lujo utiliza una propulsión híbrida entre combustible tradicional y electricidad.

Llegados a este punto resulta imposible no comparar el estado de estas embarcaciones eléctricas con el desarrollo de los coches eléctricos.

Desde hace años, los coches eléctricos han invadido no solo los debates técnicos o institucionales, sino también las conversaciones de la calle, mientras tanto, los barcos eléctricos son, si acaso, algo circunstancial de este tipo de conversaciones. Pese a que esto

no muestra la situación técnica de estas tecnologías, sí permite hacerse una idea de ella. A nivel institucional, existe un compromiso con el reemplazo de los coches que utilizan combustible fósil por el de coches eléctricos. Además, la creación de aplicaciones que indican, entre otras cosas, puntos de recarga cercanos [35], ha permitido cierta estandarización en su recarga. En el caso de los barcos eléctricos no existe toda esta bibliografía que facilite la evolución del sector hacia la electrificación.

1.1.3. OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

El presente trabajo pretende realizar el dimensionamiento eléctrico de una instalación de placas solares sobre plataformas flotantes sobre el mar que almacene un máximo de 273,6 kWh destinados a la carga de las baterías eléctricas de los barcos de recreo eléctricos e híbridos que naveguen las costas de Tabarca. Los excedentes generados serán destinados a alimentar demanda de la propia isla de Tabarca.

1.1.4. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación se ubicará en el puerto de Tabarca con coordenadas $38^{\circ} 10' N 0^{\circ} 28' O$. En la imagen inferior se muestra la ubicación.

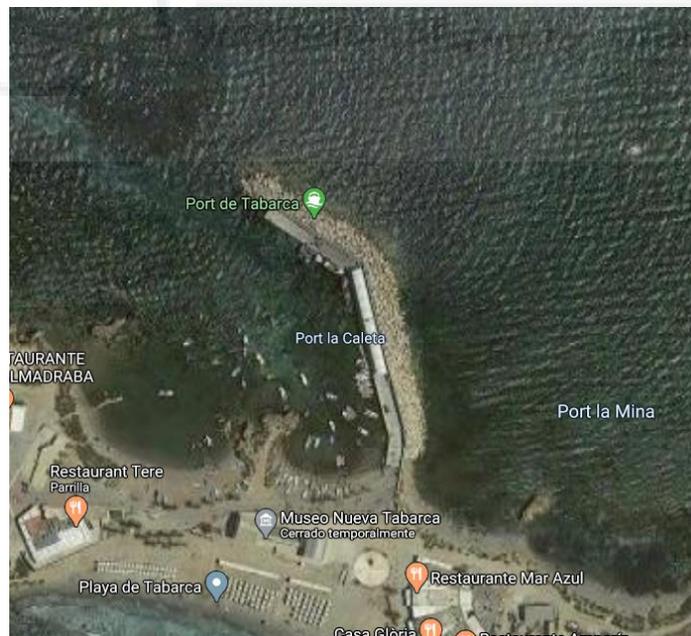


Ilustración 6: Puerto de Tabarca [36]

1.1.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.1.5.1. NORMATIVA

- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.

- Ley 17/2007, de 4 de julio, que modifica la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Normativa propia del IDAE.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Norma UNE-EN-IEC 61853-3-4 sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.

- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE 20460-7-712:2006 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

1.1.5.2. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

La instalación se realizará en el puerto de Tabarca con coordenadas 38° 10' N 0° 28' O. Estará compuesta por 240 módulos fotovoltaicos debidamente asentados sobre plataformas flotantes. Se requerirá un total de 480 plataformas flotantes sobre las que se asiente los módulos fotovoltaicos y 32 plataformas flotantes auxiliares. De esta forma, la instalación tendrá una potencia de generación igual a 99600 Wp. Esta potencia será

utilizada para cargar las baterías de los barcos de recreo híbridos y eléctricos que así lo deseen, si bien, en los momentos en los que no exista este tipo de demanda, esa potencia alimentará un sistema de baterías con capacidad igual a 273,8 kWh, que estará disponible para la recarga de barcos de recreo. Tanto el sistema de acumulación como el equipo electrónico estarán asentados sobre contenedores asentados, a su vez, sobre tierra firme.

Además, el excedente energético será destinado a alimentar demanda de la propia isla de Tabarca

1.1.5.3. PREVISIÓN DE CARGA

La previsión de carga será un total de 480 kWh diarios máximos con un máximo de potencia igual a 80 kW. Esto supone recargar dos veces al día las baterías del barco de recreo con mayor capacidad de almacenamiento.

1.1.5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.1.5.4.1. PLACAS SOLARES

La generación eléctrica de esta instalación se realizará mediante 240 paneles fotovoltaicos de alta eficiencia y tipo monocristalinos PERC. La marca de los módulos será CSUNPOWER. El modelo del producto será el CSP16-72H con potencia igual a 415W.

Las características del módulo fotovoltaico elegido son:

En condiciones STC

Máxima potencia (P_{max}) [W]	415
Voltaje máxima potencia (V_{mp}) [V]	42,00
Corriente máxima potencia (I_{mp}) [A]	9,88
Voltaje circuito abierto (V_{oc}) [V]	50,55
Corriente cortocircuito (I_{sc}) [A]	10,55
Eficiencia del módulo [%]	20,68

Tabla 1: Características del módulo fotovoltaico en condiciones STC [37]

En condiciones NMOT

Máxima potencia (P_{max}) [W]	309
Voltaje máxima potencia (V_{mp}) [V]	38,67
Corriente máxima potencia (I_{mp}) [A]	7,99
Voltaje circuito abierto (V_{oc}) [V]	46,95
Corriente cortocircuito (I_{sc}) [A]	8,45

Tabla 2: Características del módulo fotovoltaico en condiciones NMOT [37]

Datos mecánicos

Células solares	Monocristalina
Orientación de la célula	144 [2 x (12 x 6)]
Dimensiones del módulo	2015 x 996 x 40 mm
Peso	22,7 kg
Cristal	3,2 mm (0,13 pulgadas), Alta Transmisión, Cristal Reforzado con Calor Recubierto con AR
Material encapsulante	EVA
Parte posterior	Blanca
Marco	40 mm (1,57 pulgadas), Aleación de Aluminio Anodizado Negro
Protección	IP 68
Cables de salida (incluyendo conector)	Cable de tecnología fotovoltaica 4,0 mm ² (0,006 pulgadas ²), Longitud: 300 mm
Conector	MC4/MC4 Compatible

Tabla 3: Datos mecánicos del módulo fotovoltaico [37]

RANGO DE TEMPERATURA	
NOCT	45°C (±2°C)

MÁXIMOS RANGOS	
Temperatura de operación	-40°C ~ +85°C

Coeficiente de temperatura de P_{max}	-0.35%/°C		Máximo voltaje del sistema	1000V DC (IEC)
Coeficiente de temperatura de V_{oc}	-0.272%/°C			1500V DC (UL)
Coeficiente de temperatura de I_{sc}	+0.044%/°C		Máxima corriente nominal en serie	20A

Tabla 4: Variación con la temperatura de las características y máximos rangos del módulo fotovoltaico [37]

Su garantía es de 12 años para la instalación y 25, para la generación de potencia.

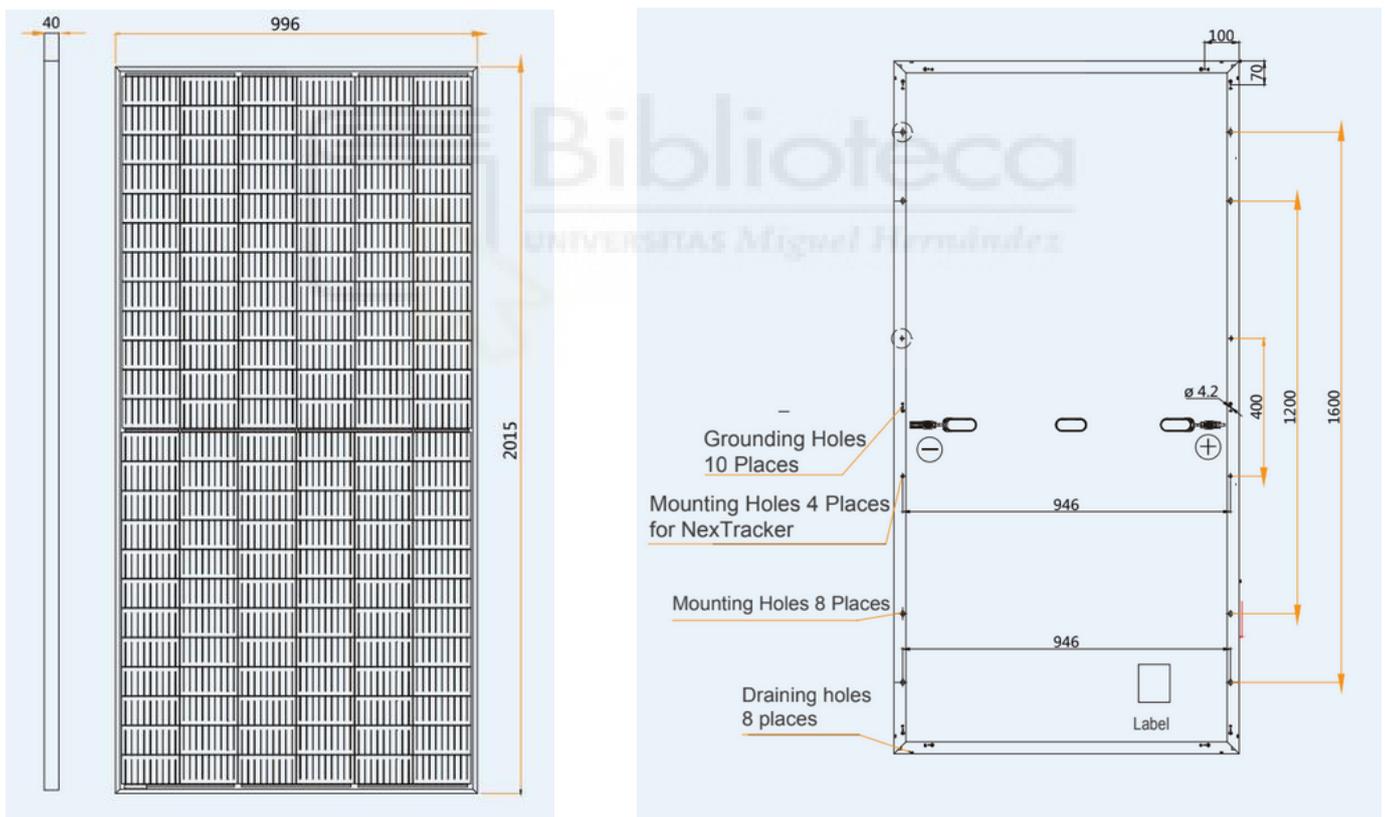


Ilustración 7: Dimensiones del módulo fotovoltaico, a la izquierda, parte delantera, y a la derecha, parte trasera [mm] [37]

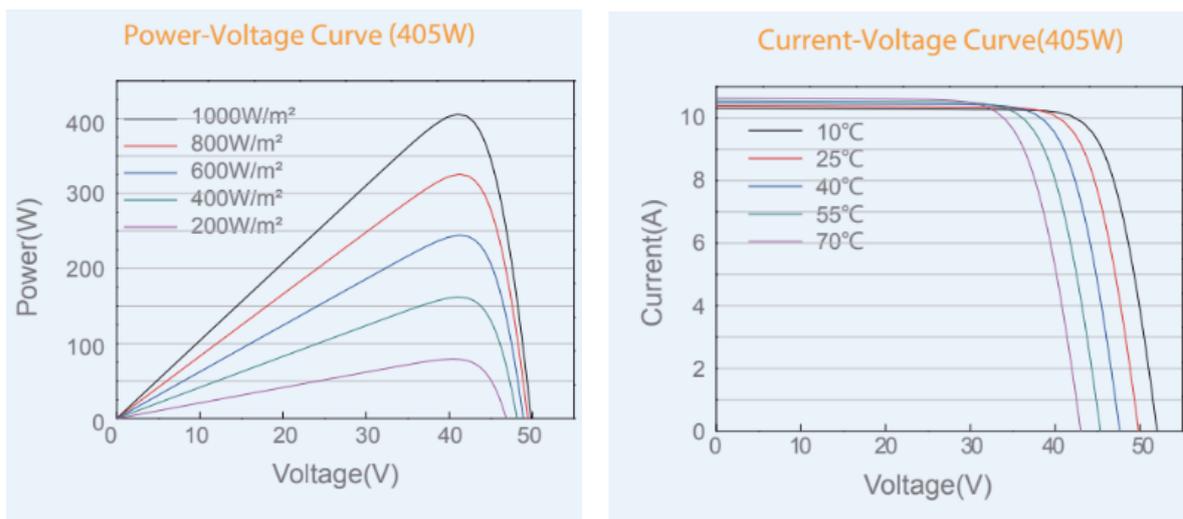


Ilustración 8: Curvas potencia-voltaje del modelo con diferentes irradiancias a la izquierda y curvas corriente-voltaje con diferentes temperaturas a la derecha. Ambas curvas son del modelo cuya potencia máxima es 405W [37]

El campo solar se conectará a reguladores de carga FLEXmax 100. A cada regulador se le conectará un total de 3 ramas formadas por 5 paneles en serie cada una, lo que supone un total de 6225 Wp. Este modelo se instalará un total de 16 veces, haciendo un total de 48 ramas y 240 módulos fotovoltaicos. Esto supondrá una potencia de generación eléctrica igual a 99600 Wp.

Los paneles estarán instalados sobre plataformas flotantes, con orientación 0° y ángulo de inclinación 5°.

1.1.5.4.2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

El sistema de acumulación estará conformado por un total de 72 baterías del modelo PHI 3,8 BATTERY con voltaje igual a 48V de la marca SIMPLIPHI POWER. Estas baterías están compuestas por Litio-Hierro-Fósforo y no requieren mantenimiento. La capacidad de acumulación de cada unidad es igual a 3,8 kWh.

Las características de la batería son:

Voltaje nominal en corriente continua	51,2 V en corriente continua
Amperios-hora	75 Ah
Capacidad nominal en corriente continua	3,8 kWh 100% DOD 3,04 kWh 80% DOD
Tasa de descarga máxima (10 minutos)	60 A en corriente continua (3,07 kW en corriente continua)

Tasa de descarga continua máxima	37,5 A en corriente continua (1,92 kW en corriente continua)
Tasa de carga continua máxima	37,5 A en corriente continua (1,92 kW en corriente continua)
Rango del voltaje en corriente continua	De 48 V a 56 V
Profundidad de descarga	Hasta 100%
Eficiencia operativa	98%
Temperatura de carga	32° F a 120° F (0°C a 49° C)
Temperatura de operación	-4° F a 140° F (-20° C a 60° C)
Temperatura de almacenamiento	6 meses: 14° F a 77° F (-10° C a 25° C) 3 meses: -4° F a 113° F (-20° C a 45° C)
Rango de autodescarga	< 1% por mes
Número de ciclos	Más de 10000 ciclos (80% DOD)
Efecto memoria	Ninguno
Garantía	10 años o 10000 ciclos (80% DOD)
Peso	78,24 libras (35,5 kg)
Dimensiones (Ancho x Altura x Profundo)	13.5 x 14 x 8 pulgada (15.5" H w /terminales) / 0.88 ft ³ 34.3 x 35.6 x 20.3 cm / 0.025 m ³

Tabla 5: Características de la batería [38]

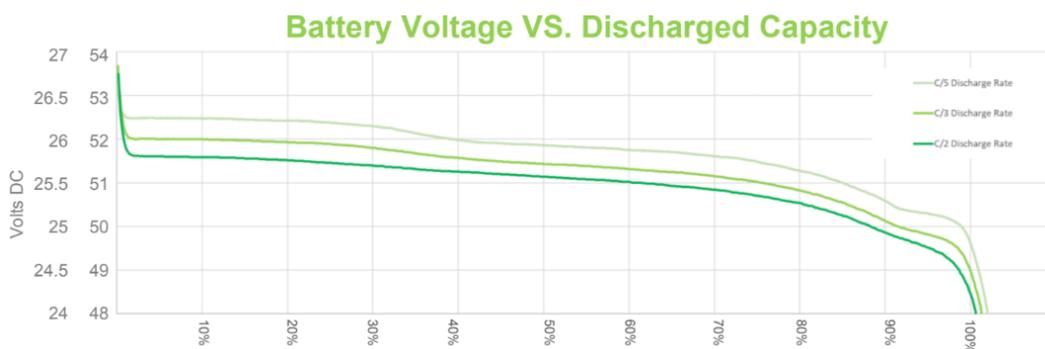


Ilustración 9: Voltaje de la batería frente a la capacidad de descarga a diferente velocidades de descarga [38]

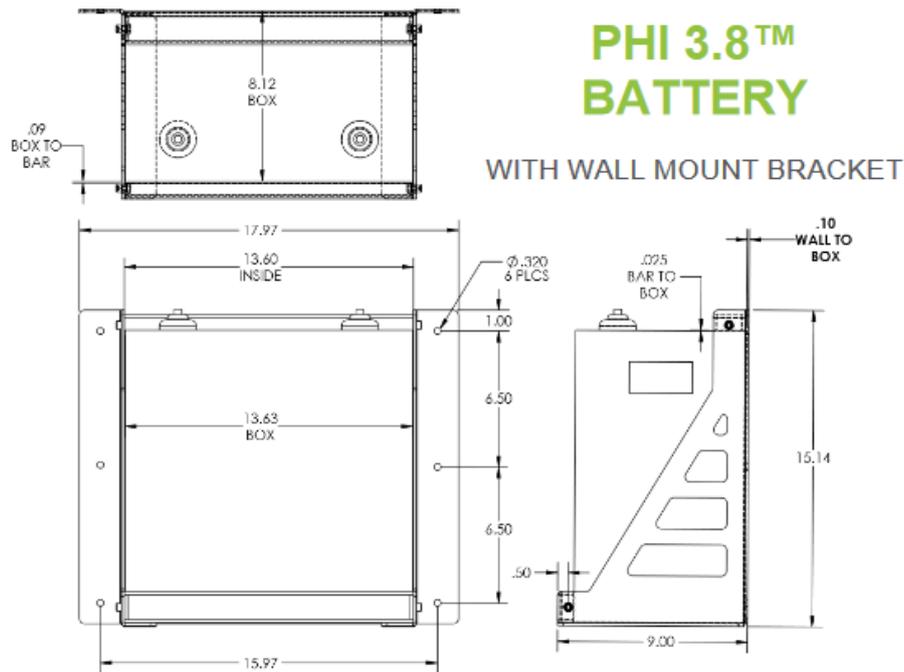


Ilustración 10: Dimensiones de la batería con soporte para montaje en pared [pulgadas] [38]

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	
BASADO EN	AMPERIOS EN CORRIENTE CONTINUA
Impedancia interna de la batería	~ 2,000 A
Sistema de administración de la batería	~ 200 A
Disyuntor de circuito incorporado	80 A (continua) 200 A (1 segundo) 400 A (100 microsegundos) 550 A (10 microsegundos)

Tabla 6: Datos sobre la corriente de cortocircuito [38]

1.1.5.4.3. REGULADOR DE CARGA

Con el objetivo de regular la carga y descarga del sistema de almacenamiento se utilizará un regulador de la empresa OUTBACK POWER. El modelo que se utilizará será el FLEXMAX 100 AFCI. Serán utilizados 16 unidades de este modelo. A cada modelo se

le conectará 3 ramas de 5 módulos cada uno. El modelo utilizado funcionará conectado a un sistema de almacenamiento de 48V en corriente continua.

Las características del regulador son:

Máxima corriente continua de salida	100A
Máxima corriente de entrada en cortocircuito	64A
Potencia máxima (placa de identificación STC)	7000W (salida de la carga limitada a 100A en el voltaje de la batería)
Máximo voltaje del sistema PV	300 V en corriente continua
Rango de voltaje de entrada operativo	30V a 290V en corriente continua
Consumo de potencia en espera	~2.5W
Eficiencia de conversión de potencia	97%
Pico de eficiencia	98,8%
Regulación de carga	Tres etapas
Puntos de ajuste de la regulación del voltaje	Absorción, flotación y estabilización
Modo de bajo consumo de potencia	Sí, configurable para maximizar el ahorro energético en base a los límites de voltaje, tiempo y corriente
Carga de estabilización	Programable en intervalos de tiempo, punto de ajuste de voltaje y duración. Finalización automática cuando se completa
Compensación de la temperatura de la batería	Ajustable de 2mV / celda / ° C a 6mV / celda / ° C
Capacidad de reducción de voltaje	Reduzca la conversión de cualquier voltaje de matriz aceptable a cualquier voltaje de batería (ejemplo: matriz de 72 V CC a batería de 24 V CC)
Salida de control auxiliar programable	12VDC output signal which can be programmed for different control applications (maximum of 0.25ADC)
Indicación de estado	Indicadores LED
Pantalla remota y controlador	MATE3s compatible

Cableado de red	Sistema de red patentado que utiliza conectores modulares RJ-45
Registro de datos	128 días
Rango de temperatura de funcionamiento	Ambiente, -25°C a 60°C (-13°F a 140°F), potencia de salida reducida por encima de 25°C
Grado de protección de entrada	IP54
Tipo de caja	3R
Clasificación de altitud máxima	10000 pies
Conducto knockouts	Fondo y costados
Garantía	5 años
Peso (libras/kg)	Unidad: 16.0 / 7.3 Envío: 19.75 / 8.9
Dimensiones (Altura x Ancho x Profundo) (pulgadas/centímetros)	Unidad: 23 × 8.8 × 6 / 58.4 × 22.4 × 15.2 Envío: 26 × 12 × 10/66 × 30.5 × 25.4
Opciones	Sensor de temperatura remoto (RTS), HUB10.3, MATE3s
Certificaciones	UL 1741, CSA C22.2 No. 107.1, IEC 62109-1
Tamaño mínimo del banco de baterías	100Ah
Rango de carga (Salida)	20V a 68V en corriente continua
Características adicionales	Detección e interrupción de circuito de falla de arco incorporada y reemplazable en campo (AFCI), GFCI y ventilador de enfriamiento

Tabla 7: Características del regulador [39]

1.1.5.4.4. INVERSORES

El sistema inversor estará conformado por un total de 12 inversores, del modelo RADIANT GS7048E. Cada uno de esos inversores posee una potencia igual a 7 kVA, totalizando un total de 63 kVA. Este modelo permite ser utilizado como inversor y como cargador, en este proyecto tendrá la función de inversor.

Las características del inversor a utilizar son:

Potencia instantánea (100 ms)	16300 VA
Potencia de sobretensión (5 sec)	11500 VA
Potencia punta (30 min)	7900 VA

Potencia continua (25 °C)	7000 VA
Tensión de entrada en continua	48 VDC
Tensión de salida en alterna (Seleccionable)	230 VAC (210 – 250 VAC)
Frecuencia de salida en alterna (Seleccionable)	50 Hz (60 Hz)
Potencia en tiempo ocioso	Modo inversor: 34 W Cargador: 10 W
Eficiencia	92%
Eficiencia pico	96%
Distorsión armónica total	Normalmente: <2% Máxima: <5%
Regulación de la salida del voltaje	± 2%
Rango del voltaje de entrada en alterna (MATE3s: Ajustable)	L-N: 170 – 290 VAC
Rango de la frecuencia de entrada en alterna	50 Hz: 45 – 55 Hz 60 Hz: 54 – 66 Hz
Rango del voltaje conectado a red	L-N: 208 – 252 VAC
Rango de la frecuencia conectado a red	50 Hz: 47 – 51 Hz 60 Hz: 57 – 61 Hz
Máxima corriente de entrada en alterna	50 AAC
Máxima corriente de interacción	30 A
Salida de carga continua a batería	100 ADC
Carga avanzada de baterías	De flujo, gel, AGM, iones de litio e inundadas
Rango de voltaje de entrada en continua	40 – 640 VDC
Puertos remotos	Sensor de temperatura remoto (incluido), comunicaciones MATE3s y HUB
Garantía	5 años estándar hasta 10 años
Peso (lb / kg)	Unidad: 125 / 56,7 Montaje: 140 / 63,5
Dimensiones H x W x D (in / cm)	Unidad: 28 x 16 x 8,7 / 71,1 x 40,6 x 2,21

	Montaje: 34,5 x 21 x 14,5 / 87,6 x 53,3 x 36,8
Rango de temperatura	-20 – 50 °C Máximo: -40 – 60 °C
Listas / Certificaciones	IEC 62477-1, AS4777.2, AS477.3, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000- 3-2, EN61000-3-3, AS3100, CE, RoHS compliant per directive 2011/65/EU

Tabla 8: Características del inversor [40]

La salida de cada inversor estará constituida por la protección de tierra, la línea destinada a la carga de las embarcaciones, otra conectada a la red de Tabarca para inyectar en ella el excedente energético y por el neutro. Su disposición será tal que habrá cuatro inversores en paralelo por cada fase.

1.1.5.4.5. PLATAFORMAS FLOTANTES

Las plataformas que se utilizarán serán las ISIFLOATING, ofrecidas por la empresa española ISIGENERE. Estos flotadores se pueden diferenciar en los que están destinados a soportar los módulos fotovoltaicos y los que cuya función es la de soportar pasarelas, barreras o como zona de paso.

Los flotadores destinados a soportar los paneles tienen las siguientes dimensiones: 1160x935x370 mm, un ángulo de inclinación de 5° y es capaz de soportar 240 kg por panel. El flotador secundario tiene las siguientes dimensiones: 1097x575x240 mm y un ángulo de inclinación de 0° y una flotabilidad igual a 157 kg/m².

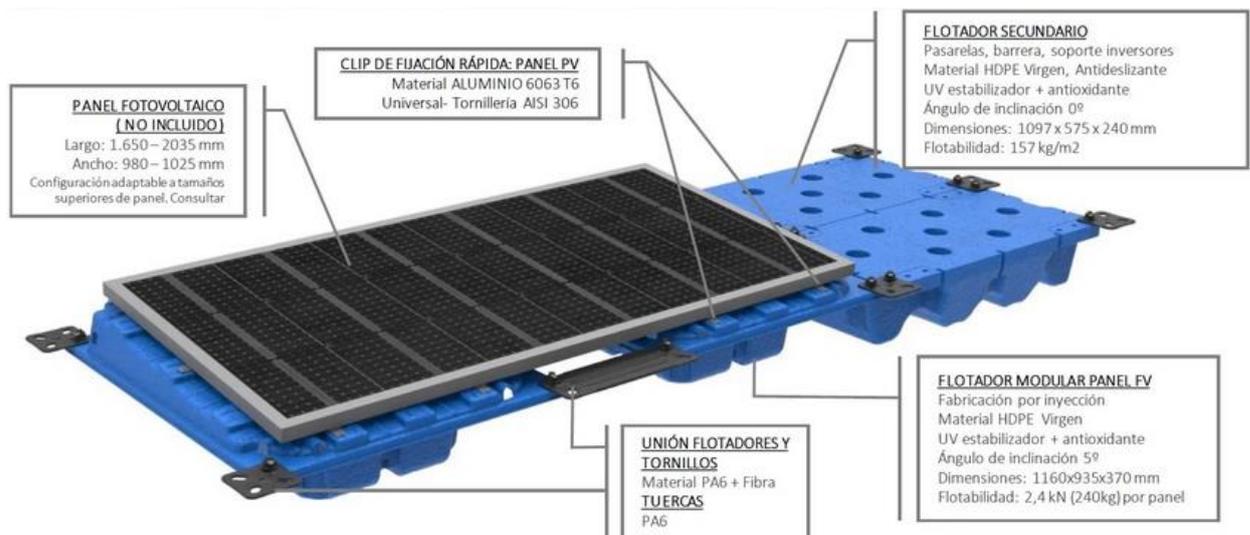


Ilustración 11: Flotadores ISIFLOATING [41]

Se requerirá un total de 480 flotadores modulares para el panel fotovoltaico y 24 flotadores secundarios.

Estas plataformas estarán conectadas al sistema de anclaje mediante barras separadoras. Este anclaje estará conformado por cadenas que enlacen las barras separadoras del sistema de flotación con pesos muertos situados en el fondo marino.

1.1.5.4.6. CONTENEDORES

Los contenedores no solo servirán como contingente del equipo electrónico sino también lo protegerán frente a las condiciones climáticas. Asimismo, al estar contenidos en contenedores se facilita su transporte en caso de necesidad.

Cada contenedor contendrá 16 cargadores FLEXMAX 100 AFCI, 12 inversores RADIAN GS7048E y 72 unidades de la batería modelo PHI 3,8 BATTERY.

Por ello, el contenedor deberá ser capaz de almacenar $4,68 \text{ m}^3$ con una superficie mínima de $4,94 \text{ m}^2$. Con el objetivo de cumplir sobradamente con esas especificaciones, los contenedores tendrán las siguientes dimensiones exteriores 2,44 metros de ancho, 6,10 metros de largo y 2,59 metros de alto. Sus dimensiones interiores serán 2,352 metros de ancho, 5,989 metros de largo y 2,393 metros de alto.

1.1.5.4.7. CABLEADO

Según normativa IDAE, el cable será de cobre y con una sección que no solo sea capaz de soportar 1,25 la intensidad máxima, sino que no permita una caída de tensión mayor

del 1,5%, según la ITC - BT 40 “Instalaciones generadoras de Baja Tensión”. De esta forma, los cables variarán según el tramo en el que se encuentren distinguiéndose los distintos tramos:

- Tramo que discurre desde la conexión de los paneles de una rama hasta el regulador, pasando por la caja de conexiones.
- Tramo que discurre desde el regulador correspondiente al embarrado de las baterías.
- Tramo que discurre entre los cables que unen las baterías y los inversores con el embarrado.
- Tramo que discurre desde los inversores hasta la carga.

Las secciones de los cables serán:

- Tramo que discurre desde la conexión de los paneles hasta el regulador, pasando por la caja de conexiones: dos cables con sección igual a 35 mm².
- Tramo que discurre desde el regulador correspondiente al embarrado de las baterías: dos cables con sección igual a 120 mm².
- Tramo que discurre entre los cables que unen las baterías y los inversores con el embarrado: 2 cables con sección igual a 95 mm².
- Tramo que discurre desde los inversores hasta la carga: 3 cables con sección igual a 95 mm².

Los cables serán modelo XTREM H07RN-F de la marca Top Cable.

Los cables del panel estarán unidos mediante manguitos. Estos manguitos serán el modelo MC4 – Evo, de la empresa STÄUBLI GROUP.

1.1.5.4.8. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Con el objeto de proteger la instalación se instalarán los siguientes elementos:

- Fusibles:

Los fusibles que se utilizarán estarán instalados tanto en el cable positivo como negativo de cada rama. Estos fusibles serán de la marca df electric, del modelo Fusibles cilíndricos gPV. La referencia de estos fusibles será 491620. Este modelo de fusible posee un poder

de corte de 30 kA, una tensión admisible de 1000 V en corriente continua y trabajan con intensidades nominales iguales a 10 A.

Los fusibles se acoplarán a la instalación a través de una base portafusibles

- Protección frente a sobretensiones

Para asegurar la protección frente a sobretensiones se instalarán entre el sistema generador y el sistema regulador los correspondientes elementos. Por ello se instalará el disyuntor modelo BR275-10DP de la empresa BRITEC que permite operar la instalación hasta un máximo de 300 V en corriente continua. Este valor es importante dado que el regulador sufriría daños en caso de que se superara dicho valor de tensión.

En la zona de corriente alterna también se instalará protección frente a sobretensiones. Con el fin de proteger este tramo de la instalación se instalarán protecciones de modelo SGS1C1-275-20 cuya tensión de empleo es 230/400 V en corriente alterna.

- Disyuntor:

Con el fin de aumentar la protección de la instalación se instalará un disyuntor entre el sistema generador y el sistema regulador. El disyuntor a utilizar será de la empresa ABB, modelo S800PV-SP, el cual estará configurado de tal forma que no permita corrientes superiores a los 32A.

- Magnetotérmico

En el tramo de corriente alterna se instalarán dos interruptores magnetotérmicos, uno en la línea conectada a Iberdrola y otra en la línea que alimenta a las embarcaciones, con el fin de proteger la instalación frente a sobrecargas y cortocircuitos. El modelo que se instalará será el GV7RE150, de Schneider Electric, en ambos casos.

- Caja de protección

Con el fin de separar la instalación de que corresponde a Iberdrola de la del presente proyecto se instalará una caja de protección esquema 10 de la empresa Cahors, modelo CGP-10-250/BUC. A continuación de esa caja se instalará una caja de protección y medida también de la empresa Cahors, en este caso el modelo será CMT-300E-MF.

- Aislamiento baterías e inversores

Se instalarán los seccionadores necesarios para permitir el aislamiento de las baterías y los inversores, permitiendo así trabajar sobre estos elementos de manera segura.

1.1.5.4.9. PROTECCIÓN DE TIERRA

Con el objeto de que la instalación no presente diferencias de potencia peligrosas y a la vez permita el paso de corrientes de defecto o descargas de tipo atmosférico como protección de tierra se utilizará un cable de cobre por cada rama del sistema generador de sección igual a 35 mm².

Para proteger la parte alterna se instalará una pica de 2 metros y 14 mm de diámetro conectada con los inversores mediante un cable de cobre de 35 mm².

1.1.5.4.10. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL

La producción de energía eléctrica anual será igual a 118,796 MWh, según datos de PVGIS [43].

1.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1.2.1. CÁLCULO DE LA PREVISIÓN DE CARGA

Para la previsión de la carga se tendrán en cuenta la situación actual de los barcos de recreo eléctricos e híbridos, teniendo estos una capacidad de almacenaje eléctrico entre 120 kWh y 240 kWh.

Por ello, se considerará que la máxima capacidad a almacenar en el sistema de baterías del barco de recreo será igual a 240kWh.

Debido y gracias a ser un proyecto escalable, el presente proyecto se focalizará en lograr almacenar la energía máxima requerida por un solo barco de recreo entre dos horas y media y tres horas solares, teniendo así la posibilidad de realizar una recarga completa a 2 barcos diarios. En caso de que se requiera más energía, este proyecto podrá ser realizado cuantas veces se requieran hasta satisfacer la demanda.

1.2.2. ORIENTACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

La orientación e inclinación de los paneles fotovoltaicos son importantes debido a que, de estos parámetros, entre otros, depende la radiación recibida por el sistema. De esta forma, podemos distinguir el ángulo α y el ángulo β .

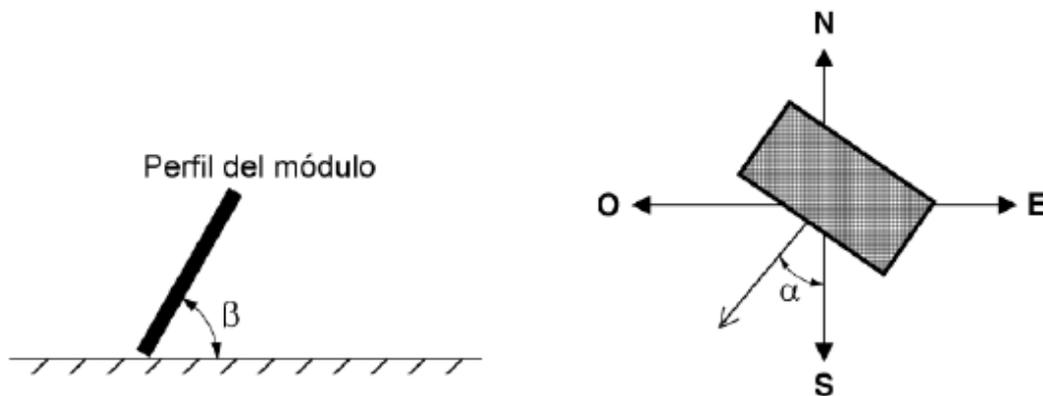


Ilustración 12: Ángulo de inclinación y de azimut [42]

El ángulo α es el ángulo de acimut, representa la orientación y es el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur y $+90^\circ$ para módulos orientados al oeste. Como norma general, los paneles situados en el hemisferio norte se orientarán hacia el sur ($\alpha_{\text{ópt}} = 0^\circ$), y los del hemisferio sur, hacia el norte ($\alpha_{\text{ópt}} = 180^\circ$).

El ángulo β es el de inclinación, es el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos en situación horizontal y 90° en verticales. Su ángulo óptimo será aquel que permita la incidencia perpendicular de la irradiación. Para calcular dicho valor, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\beta_{\text{ópt}} = 3,7 + 0,69|\phi|$$

Siendo:

- $\beta_{\text{ópt}}$: el valor óptimo de inclinación
- ϕ : la latitud de la ubicación

Sin embargo, IDAE ofrece una tabla con la que, no solo calcular la inclinación óptima, sino también la relación entre la irradiancia de un lugar con la irradiación del mismo lugar con los ángulos óptimos sin tener en cuenta las sombras. Este será el método utilizado.

<i>Período de diseño</i>	β_{opt}	$K = \frac{G_{dm}(\alpha=0, \beta_{opt})}{G_{dm}(0)}$
Diciembre	$\phi + 10$	1,7
Julio	$\phi - 20$	1
Anual	$\phi - 10$	1,15

ϕ = Latitud del lugar en grados

Ilustración 13: Inclinación óptima y K según el período de diseño [42]

Al situarse el proyecto en el hemisferio norte, los paneles deberán orientarse hacia el sur, así pues, $\alpha_{opt} = 0^\circ$.

Debido a que el periodo donde más demanda se espera es en verano, se tendrá en cuenta el mes de julio, donde en la tabla se observa una $K=1$ y un ángulo de inclinación óptimo igual a la latitud menos 20 grados, siendo pues $\beta_{opt} = 38^\circ - 20^\circ = 18^\circ$.

Una de las ventajas de encontrarse sobre el mar es que no habrá nada que le haga sombras. De esta forma, el factor de sombras será igual a la unidad. Sin embargo, el ángulo dependerá del ángulo ofrecido por las plataformas flotantes (5°) y habrá que calcular las pérdidas.

1.2.3. IRRADIACIÓN SOBRE EL GENERADOR

Dado que tanto la K como los factores de irradiación y de sombras son iguales a la unidad, el valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador será igual al de la superficie horizontal según la siguiente fórmula:

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0, 18) = G_{dm}(0) \cdot FI \cdot FS \cdot K$$

$$FI = 1 - (1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2)$$

Siendo:

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ el valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh / (m² · día) y en el que se hayan descontado las pérdidas.
- $G_{dm}(0)$ el valor medio mensual o anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal en kWh / (m² · día)

- FI, FS y K los factores de irradiación, de sombra y la constante ofrecida por el IDAE, respectivamente.

$$FI = 1 - (1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (5 - 18)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0^2) = 0.98$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0,18) = G_{dm}(0) \cdot 0.98 \cdot 1 \cdot 1$$

En la siguiente tabla se muestra la irradiación media mensual sobre el plano horizontal. Estos datos son ofrecidos por PVGIS y se han tomado los de una ubicación en tierra de Tabarca puesto que sobre el mar no ofrecen datos. Además, los valores son del 2016, puesto que es el año más reciente del que ofrecen datos a fecha de la redacción de este proyecto:

Mes	Irradiación en plano horizontal (kWh/m ² ·mes)	Irradiación en plano generador (kWh/m ² ·mes)
Enero	69,33	67,94
Febrero	86,66	84,93
Marzo	139,71	136,92
Abril	161,05	157,83
Mayo	198,08	194,12
Junio	232,06	227,42
Julio	233,02	228,36
Agosto	216,84	212,50
Septiembre	167,35	164,00
Octubre	113,32	111,05
Noviembre	74,61	73,12
Diciembre	61,4	60,17

Ilustración 14: Irradiación en el plano horizontal y generador [43]

1.2.1. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Aunque el sistema que se busca alimentar tiene una capacidad de almacenamiento igual a 240 kWh, el sistema de almacenamiento de esta instalación será un 14% mayor (273,6 kWh). La tensión de salida del sistema es la misma tensión que cada batería individual, por lo que será requerimiento un total de:

$$N_{BAT} = \frac{C_{SIST. ALMACENAMIENTO}}{C_{BATERÍA}}$$

Siendo:

- N_{BAT} : el número de baterías a utilizar
- $C_{SIST. ALMACENAMIENTO}$: la capacidad de almacenamiento de la instalación
- $C_{BATERÍA}$: la capacidad de almacenamiento de una batería

$$N_{BAT} = \frac{273,6 kWh}{3,8 kWh} = 72$$

Las baterías se dispondrán con la configuración en paralelo unidas mediante un embarrado.

1.2.2. CONFIGURACIÓN DE LOS PANELES

Para obtener los paneles necesarios se utilizará la siguiente fórmula:

$$N_T = \frac{E_{1 recarga}}{P \cdot H_{1 recarga} \cdot \eta_{módulo}}$$

Siendo:

- N_T : número de paneles necesarios
- $E_{1 recarga}$: energía que puede llegar a alcanzar un módulo de almacenamiento
- P : potencia del módulo a utilizar
- $H_{1 recarga}$: tiempo en el que el sistema deberá haber almacenado la energía necesaria
- $\eta_{módulo}$: rendimiento del módulo (como norma general se supone 0,9)

$$N_T = \frac{273,6 kWh}{415 W \cdot 3 h \cdot 0,9} = 244,18$$

Por lo que, para que el tiempo de recarga sea 3 horas, se requerirán 245 paneles fotovoltaicos, sin embargo, se instalarán 240 aceptando que este tiempo sea algo mayor, dado que el objetivo no es que esté completamente recargado, sino que alimente una carga menor.

1.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES

La intensidad de cortocircuito máxima de la instalación, despreciando los efectos de temperatura será la siguiente:

$$I_{SC} = \frac{I'_{SC}}{G'} G$$

Siendo:

- I_{SC} : la intensidad de cortocircuito máxima de un módulo fotovoltaico en las condiciones de la presente instalación.
- I'_{SC} : la intensidad de cortocircuito máxima de un módulo fotovoltaico en las condiciones de ensayo STC.
- G : irradiancia máxima que recibe la presente instalación
- G' : irradiancia del ensayo STC (1000 W/m^2)

Donde los valores prima se han tomado los ofrecidos por el fabricante para el ensayo STC y G es el máximo valor ofrecido por PVGIS a lo largo de un día de julio, dado que este es el mes con mayor G_{dm} (α, β).

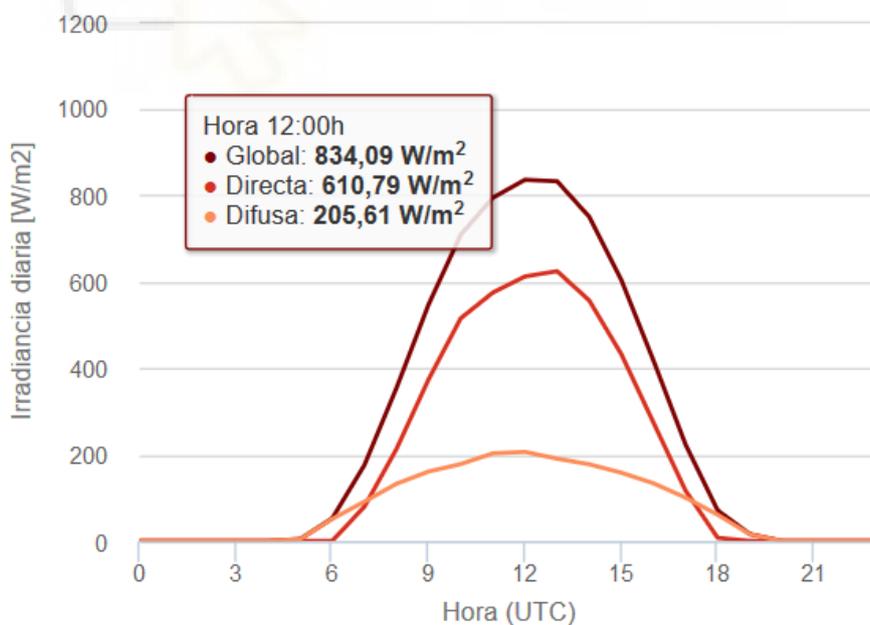


Ilustración 15: Irradiancia diaria media del mes de julio [43]

Debido a las pérdidas, $G=817,41 \text{ W/m}^2$.

$$I_{SC} = \frac{10,55 A}{1000 W/m^2} 817,41/m^2 = 8,62 A$$

Máximo valor de la tensión en circuito abierto:

$$V_{oc} = V'_{oc} + (T_{c\ min} - T'_c) \cdot \frac{dV_{oc}}{dT_c}$$

Siendo:

- V_{oc} : la tensión en circuito abierto máxima de un módulo fotovoltaico en las condiciones de la presente instalación.
- V'_{oc} : la tensión en circuito abierto máxima de un módulo fotovoltaico en las condiciones de ensayo STC.
- $T_{c\ min}$: es la temperatura mínima que se espera en la instalación
- T'_c : temperatura en condiciones de ensayo STC.

$$V_{oc} = 50,55 V + (0\ ^\circ C - 25\ ^\circ C) \cdot (-0,00272 \cdot 50,55) \frac{V}{^\circ C} = 53,9874 V$$

Valor de la tensión en una rama según el número de módulos que la componen:

Nmódulos	1	2	3	4	5	6	7	8
Tensión (V)	53,99	107,97	161,96	215,95	269,94	323,92	377,91	431,9

Tabla 9: Tensión en una rama según el número de módulos que la componen

Dado que la tensión máxima soportada por el regulador son 300 V, cada rama estará formada por 5 módulos, siendo, pues, 48 ramas en total.

1.2.4. DISTANCIA ENTRE PANELES

Según las directrices de IDAE la distancia mínima entre las filas se representa gráficamente de la siguiente forma:

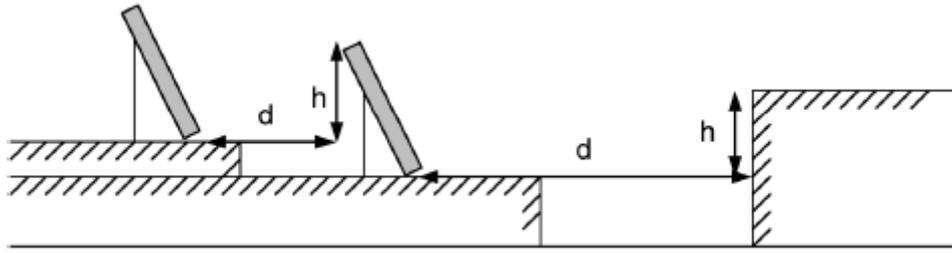


Ilustración 16: Representación gráfica de la distancia mínima entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente [42]

La distancia es $d = h \cdot k$, siendo h la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la baja de la posterior y k la constante obtenida mediante la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

Dada la ubicación de este proyecto $k = 2,36$.

Los paneles estarán instalados todos en el mismo nivel, por lo que h será igual a:

$$h = \text{longitud del módulo} \cdot \text{sen}(\text{ángulo de inclinación del módulo})$$

$$h = 0,996\text{m} \cdot \text{sen}(5^\circ) = 0,086\text{ m}$$

$$d = 0,086\text{ m} \cdot 2,36 = 0,2\text{ m}$$

1.2.5. CONFIGURACIÓN DE LOS REGULADORES

Para determinar la intensidad que debe soportar el regulador de carga se utilizará la siguiente fórmula:

$$I_R > 1,2 \cdot I_{GEN} = 1,2 \cdot N_P \cdot I_{SC}$$

Siendo:

I_R : intensidad total que debe ser capaz de soportar el sistema regulador

I_{GEN} : intensidad total del sistema generador

$$I_R > 1,2 \cdot 48 \cdot 8,62\text{ A} = 496,72\text{ A}$$

La intensidad total admisible por el conjunto de reguladores debe, al menos, igual a 607,68 A. Para calcular cuántos reguladores serán necesarios con este supuesto, se utilizará la siguiente expresión:

$$N_{REG} = \frac{I_R}{I_{R \text{ individual}}}$$

Siendo:

- N_{REG} : número de reguladores necesarios
- $I_{R \text{ individual}}$: intensidad de un regulador

$$N_{REG} = \frac{492,72 \text{ A}}{64 \text{ A}} = 7,76$$

Según el valor obtenido, serán necesarios un mínimo de 8 reguladores.

Comprobaremos ahora el número mínimo de reguladores de carga que debería haber según la potencia soportada por cada regulador.

Según la ficha técnica, el regulador de carga FLEXmax 100 puede soportar hasta 7000 W. Cada rama fotovoltaica estará formada por 5 módulos, por lo que la potencia máxima de cada rama será igual a:

$$P_{MÁX \text{ RAMA}} = P_{MÁX \text{ MÓDULO}} \cdot N_{MÓDULO \text{ FOTOVOLTAICO POR RAMA}}$$

$$P_{MÁX \text{ POR RAMA}} = 415 \text{ W} \cdot 5 = 2075 \text{ W}$$

Número de ramas soportadas por un regulador:

$$N_{RAMAS \text{ SOPORTADAS}} = \frac{P_{REGULADOR}}{P_{MÁX \text{ RAMA}}}$$

Siendo:

- $N_{RAMAS \text{ SOPORTADAS}}$: el número de ramas que se pueden conectar al regulador
- $P_{REGULADOR}$: la potencia unitaria del regulador
- $P_{MÁX \text{ RAMA}}$: la potencia en cada rama del sistema generador

$$N_{RAMAS \text{ SOPORTADAS}} = \frac{7000}{2075} = 3,37$$

Según el valor obtenido, cada regulador deberá estar conectado a no más de 3 ramas.

Según esta disposición será requisito mínimo el uso de 16 reguladores.

1.2.6. CONFIGURACIÓN DE LOS INVERSORES

Si las baterías del barco de recreo a alimentar serán recargadas completamente en 3 horas, de media, la potencia de salida de la presente instalación deberá ser de 80 kW.

Dado que el inversor de la instalación tendrá una potencia máxima de 7 kW, se requerirán un total de:

$$N_{INV} = \frac{P_{SALIDA}}{P_{UNIDAD}}$$

Siendo:

- N_{INV} : el número de inversores que se requieren para alimentar la carga esperada
- P_{SALIDA} : la potencia de la carga
- P_{UNIDAD} : la potencia unitaria del inversor

$$N_{INV} = \frac{80 \text{ kW}}{7 \text{ kW}} = 11,43$$

Por lo que se necesitará un total de 12 inversores para satisfacer la demanda de potencia. Estos inversores estarán conectados en paralelo.

1.2.7. VOLUMEN Y SUPERFICIE QUE REQUERIRÁ EL EQUIPO ELECTRÓNICO

El volumen mínimo disponible para el almacenaje del sistema electrónico del que deberá disponer el barco anfitrión será:

$$V_{MIN. \text{ ELECTRÓNICA}} = V_{REGULADORES} + V_{BATERÍAS} + V_{INVERSORES}$$

$$V_{REGULADORES} = V_{REGULADOR} \cdot N_{REG}$$

$$V_{BATERÍAS} = V_{BATERÍA} \cdot N_{BAT}$$

$$V_{INVERSORES} = V_{INVERSOR} \cdot N_{INV}$$

Siendo:

- $V_{MIN. \text{ ELECTRÓNICA}}$: el volumen mínimo que requerirá la electrónica
- $V_{REGULADORES}$: el volumen que requerirá el sistema regulador
- $V_{BATERÍAS}$: el volumen que requerirá el sistema de almacenamiento

- $V_{INVERSORES}$: el volumen que requerirá el sistema inversor
- $V_{REGULADOR}$: el volumen unitario del regulador
- $V_{BATERÍA}$: el volumen unitario de una batería

$V_{INVERSOR}$: el volumen unitario del inversor

$$V_{REGULADORES} = 0,66 \cdot 0,305 \cdot 0,254 \text{ m}^3 \cdot 16 = 0,82 \text{ m}^3$$

$$V_{BATERÍAS} = 0,025 \text{ m}^3 \cdot 72 = 1,8 \text{ m}^3$$

$$V_{INVERSORES} = 0,876 \cdot 0,533 \cdot 0,368 \text{ m}^3 \cdot 12 = 2,06 \text{ m}^3$$

$$V_{ELECTRÓNICA} = 0,82 \text{ m}^3 + 1,8 \text{ m}^3 + 2,06 \text{ m}^3 = 4,68 \text{ m}^3$$

El espacio de almacenamiento deberá ser mayor a $3,984 \text{ m}^3$ ya que este valor es suponiendo todo junto, sin distancia entre ningún elemento.

La superficie mínima disponible para el almacenaje del sistema electrónico del que deberá disponer el barco anfitrión será:

$$S_{MIN. ELECTRÓNICA} = S_{REGULADORES} + S_{BATERÍAS} + S_{INVERSORES}$$

$$S_{REGULADORES} = S_{REGULADOR} \cdot N_{REGULADOR}$$

$$S_{BATERÍAS} = S_{BATERÍA} \cdot N_{BATERÍAS}$$

$$S_{INVERSORES} = S_{INVERSOR} \cdot N_{INVERSOR}$$

Siendo:

- $S_{MIN. ELCTRÓNICA}$: la superficie mínima que requerirá la electrónica
- $S_{REGULADORES}$: la superficie que requerirá el sistema regulador
- $S_{BATERÍAS}$: la superficie que requerirá el sistema de almacenamiento
- $S_{INVERSORES}$: la superficie que requerirá el sistema inversor
- $S_{REGULADOR}$: la superficie unitaria del regulador
- $S_{BATERÍA}$: la superficie unitaria de una batería
- $S_{INVERSOR}$: la superficie unitaria del inversor

$$S_{REGULADORES} = 0,305 \cdot 0,254 \text{ m}^3 \cdot 12 = 0,93 \text{ m}^2$$

$$S_{BATERÍAS} = 0,34 \cdot 0,203 \text{ m}^2 \cdot 72 = 4,97 \text{ m}^2$$

$$S_{INVERSORES} = 0,533 \cdot 0,368 \text{ m}^3 \cdot 12 = 2,35 \text{ m}^2$$

$$S_{ELECTRÓNICA} = 0,93 \text{ m}^2 + 4,97 \text{ m}^2 + 2,35 \text{ m}^2 = 8,25 \text{ m}^2$$

La superficie de almacenamiento deberá ser mayor a 4,94 m² ya que este valor es suponiendo todo junto, sin distancia entre ningún elemento.

1.2.8. SECCIÓN DEL CABLEADO

A la hora de calcular la sección del cableado los criterios que se tendrán en cuenta serán los de máxima caída de tensión y máxima intensidad admisible.

- Caída de tensión máxima

La caída de tensión máxima no superará el 1,5% de caída de tensión máxima, según la ITC 40 “Instalaciones generadoras de Baja Tensión”. Los diferentes tramos en los que se divide la instalación son los que unen al sistema generador con el regulador, el que une el sistema regulador con el sistema de almacenamiento, el que une al sistema de almacenamiento con el sistema inversor y el que une el sistema inversor con la carga.

Para poder elegir los cables con mayor precisión y cumpliendo el criterio de máxima caída de tensión se muestran 4 tablas con la caída de tensión en cada tramo según la sección del cableado

La fórmula que es utilizada en los tramos de corriente continua es la siguiente:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{c \cdot S}$$

La fórmula que permitirá conocer la sección mínima en los tramos de corriente continua es la siguiente:

$$\Delta V = \frac{L \cdot I}{c \cdot S}$$

Siendo:

- ΔV caída de tensión
- L: longitud del cable
- I: intensidad que conduce el cable
- c: conductividad del cable a 20 °C
- S_{MIN}: sección del cable

- Tramo generador – regulador

En este tramo hay que tener en cuenta que son tres ramas las que van por una misma línea hasta cada regulador y que son cinco paneles por rama. Se toman los valores de máxima potencia (7,99 A y 46,95 V). Longitud igual a 30 metros.

S	ΔV (%)	ΔV (V)
4	2,735%	6,42053571
6	1,823%	4,28035714
10	1,094%	2,56821429
16	0,684%	1,60513393
25	0,438%	1,02728571
35	0,313%	0,73377551
50	0,219%	0,51364286
70	0,156%	0,36688776
95	0,115%	0,27033835
120	0,091%	0,21401786
150	0,073%	0,17121429
185	0,059%	0,13882239
240	0,046%	0,10700893

Tabla 10: Caída de tensión porcentual y absoluta según la sección del conductor en el tramo generador - regulador

- Tramo regulador – almacenamiento

En este tramo la intensidad y tensión son las críticas (100 A y 48 V). Longitud igual a 5 metros.

S	ΔV (%)	ΔV (V)
4	9,301%	4,46428571
6	6,200%	2,97619048
10	3,720%	1,78571429
16	2,325%	1,11607143
25	1,488%	0,71428571
35	1,063%	0,51020408
50	0,744%	0,35714286
70	0,531%	0,25510204
95	0,392%	0,18796992
120	0,310%	0,14880952
150	0,248%	0,11904762
185	0,201%	0,0965251
240	0,155%	0,07440476

Tabla 11: Caída de tensión porcentual y absoluta según la sección del conductor en el tramo regulador - almacenamiento

- Tramo almacenamiento – inversor

En este tramo la intensidad será la máxima admisible por el inversor. La tensión es la nominal (51,2 V). Longitud igual a 3 metros.

S	ΔV (%)	ΔV (V)
4	11,440%	5,491071429
6	7,626%	3,660714286
10	4,576%	2,196428571
16	2,860%	1,372767857
25	1,830%	0,8785714286
35	1,307%	0,6275510204
50	0,915%	0,4392857143
70	0,654%	0,3137755102
95	0,482%	0,2312030075
120	0,381%	0,1830357143
150	0,305%	0,1464285714
185	0,247%	0,1187258687
240	0,191%	0,09151785714

Tabla 12: Caída de tensión porcentual y absoluta según la sección del conductor en el tramo almacenamiento - inversor

- Tramo inversor carga

En este tramo la intensidad será la suma de la intensidad máxima capaz de evacuar cada inversor. La tensión asignada será igual a 230 V. Longitud igual a 25 metros.

S	ΔV (%)	ΔV (V)
4	6,640%	3,187034161
6	4,426%	2,124689441
10	2,656%	1,274813665
16	1,660%	0,7967585404
25	1,062%	0,5099254658
35	0,759%	0,3642324756
50	0,531%	0,2549627329
70	0,379%	0,1821162378
95	0,280%	0,1341909121
120	0,221%	0,106234472
150	0,177%	0,08498757764
185	0,144%	0,06890884673
240	0,111%	0,05311723602

Tabla 13: Caída de tensión porcentual y absoluta según la sección del conductor en el tramo inversor - carga

Tras los resultados obtenidos,

- Intensidad máxima

A la hora de escoger un cable, en base a la intensidad máxima admisible hay que tener en cuenta que según la ITC 40 “Instalaciones generadoras de Baja Tensión”, los cables de conexión deberán tener una intensidad admisible de, al menos, 125% de la máxima intensidad del generador.

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

Ilustración 17: Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados [44].

Aunando ambos criterios, las secciones a utilizar serán:

- Tramo generador – regulador: cables con una sección igual a 35 mm²
- Tramo regulador – almacenamiento: cables con una sección igual a 120 mm²
- Tramo almacenamiento – inversor: cables con una sección igual a 120 mm²

- Tramo inversor – carga: cables con una sección igual a 95 mm²

1.2.9. PERFORMANCE RATIO

Según datos de PVGIS, para una instalación fotovoltaica autónoma de 99600 Wp, capacidad de almacenamiento de 273600 Wh, con un consumo diario de 480000 Wh (dos recargas completas del barco de recreo modelo) y ángulos de inclinación igual a 5° y 0° de azimut, la producción estimada es la siguiente:

MES	PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DIARIA (Wh)
ENERO	194565,9
FEBRERO	245028,5
MARZO	323983,3
ABRIL	380575,4
MAYO	414908,3
JUNIO	446401,0
JULIO	448158,8
AGOSTO	434054,7
SEPTIEMBRE	372121,0
OCTUBRE	280894,8
NOVIEMBRE	203828,8
DICIEMBRE	170583,3

Tabla 14: Producción energética diaria por mes [43]

Para calcular el Performance Ratio (PR) se utilizará la siguiente fórmula

$$PR = \frac{E_{gfv}}{P_{gfv} \frac{G(\alpha, \beta)}{G(cem)}}$$

Siendo:

- PR: el Performance Ratio. El IDAE no marca un valor mínimo, pero sí ofrece un rango de valores típicos (0,65 ~ 0,8)
- P_{gfv}: la potencia del generador fotovoltaico (W)
- G (α, β): el valor medio mensual de la irradiancia diaria, considerando el ángulo de inclinación y orientación de la instalación (Wh/m²·d)

- G (cem): $1000\text{W}/\text{m}^2$
- E_{gfv} : la producción energética media diaria de la instalación solar fotovoltaica (Wh/día)

MES	PRODUCCIÓN (Wh/d)	IRRADIACIÓN MENSUAL (KWh/mes)	IRRADIACIÓN DIARIA (kWh/d)	PR
ENERO	194565,9	67,94	2,1916129	0,891
FEBRERO	245028,5	84,93	2,92862069	0,811
MARZO	324762,1	136,92	4,41677419	0,738
ABRIL	401434,1	157,83	5,261	0,766
MAYO	464622,3	194,12	6,26193548	0,745
JUNIO	519977,1	227,42	7,58066667	0,689
JULIO	523929,5	228,36	7,36645161	0,714
AGOSTO	475911,9	212,5	7,08333333	0,675
SEPTIEMBRE	376608	164	5,46666667	0,692
OCTUBRE	280894,8	111,05	3,58225806	0,787
NOVIEMBRE	203828,8	73,12	2,43733333	0,840
DICIEMBRE	170583,3	60,17	1,94096774	0,882
				0,769*

*PR medio anual

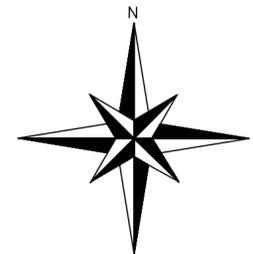
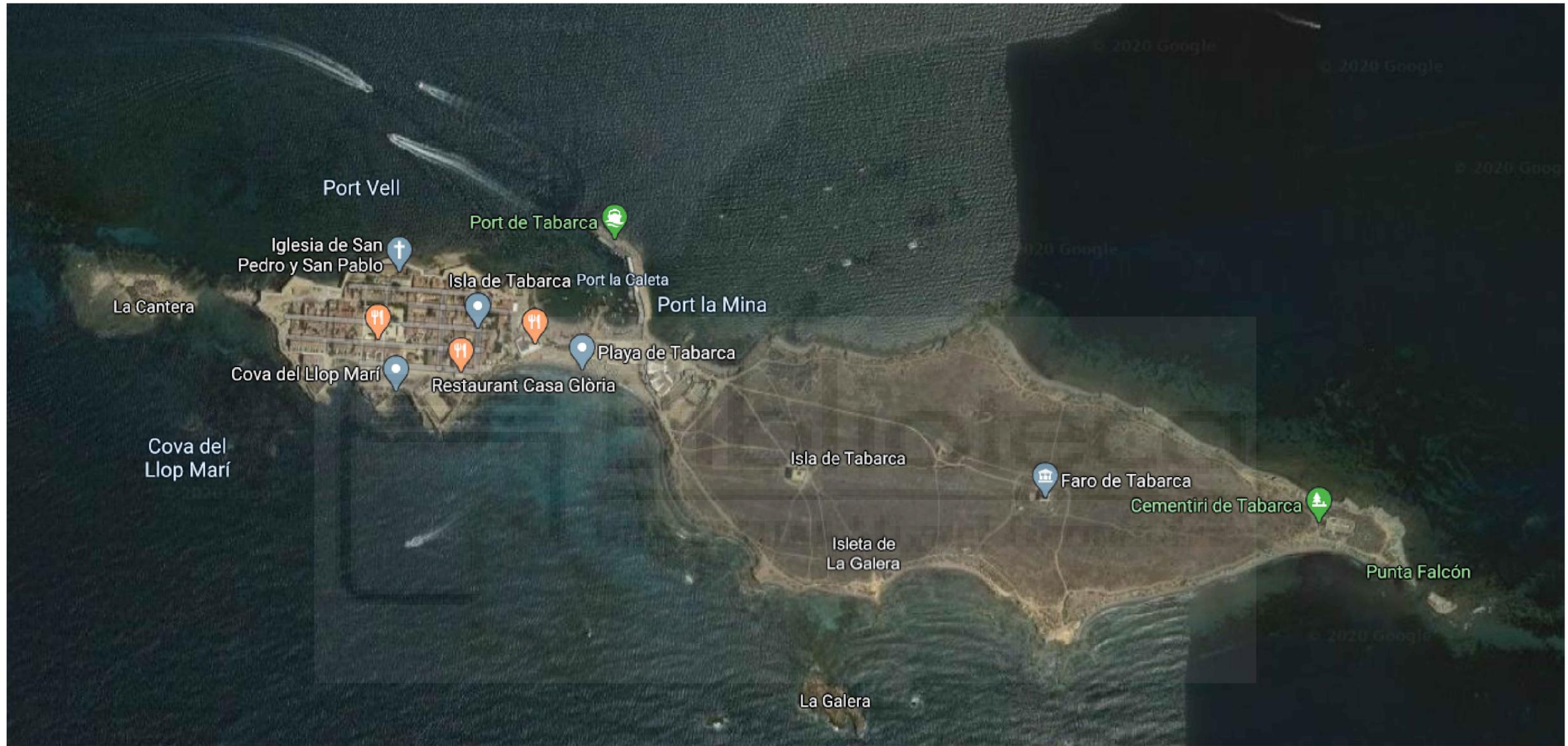
Tabla 15: PR medio mensual y anual

Como se puede observar en la tabla superior, existen unos valores aceptables en todo momento, teniendo como referencia los valores típicos ofrecido por IDAE. Por ello, el Performance Ratio medio anual es un valor aceptable, siendo algo superior al valor medio entre los típicos ofrecidos por el IDAE.

2. PLANOS

2.1.	SITUACIÓN	54
2.2.	EMPLAZAMIENTO	55
2.3.	UBICACIÓN	56
2.4.	UNIFILAR.....	57
2.5.	MULTIFILAR	58

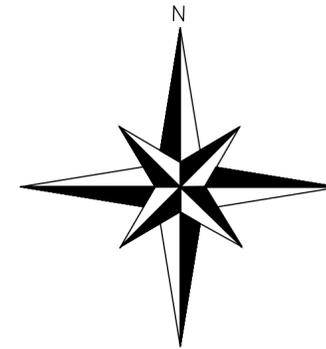
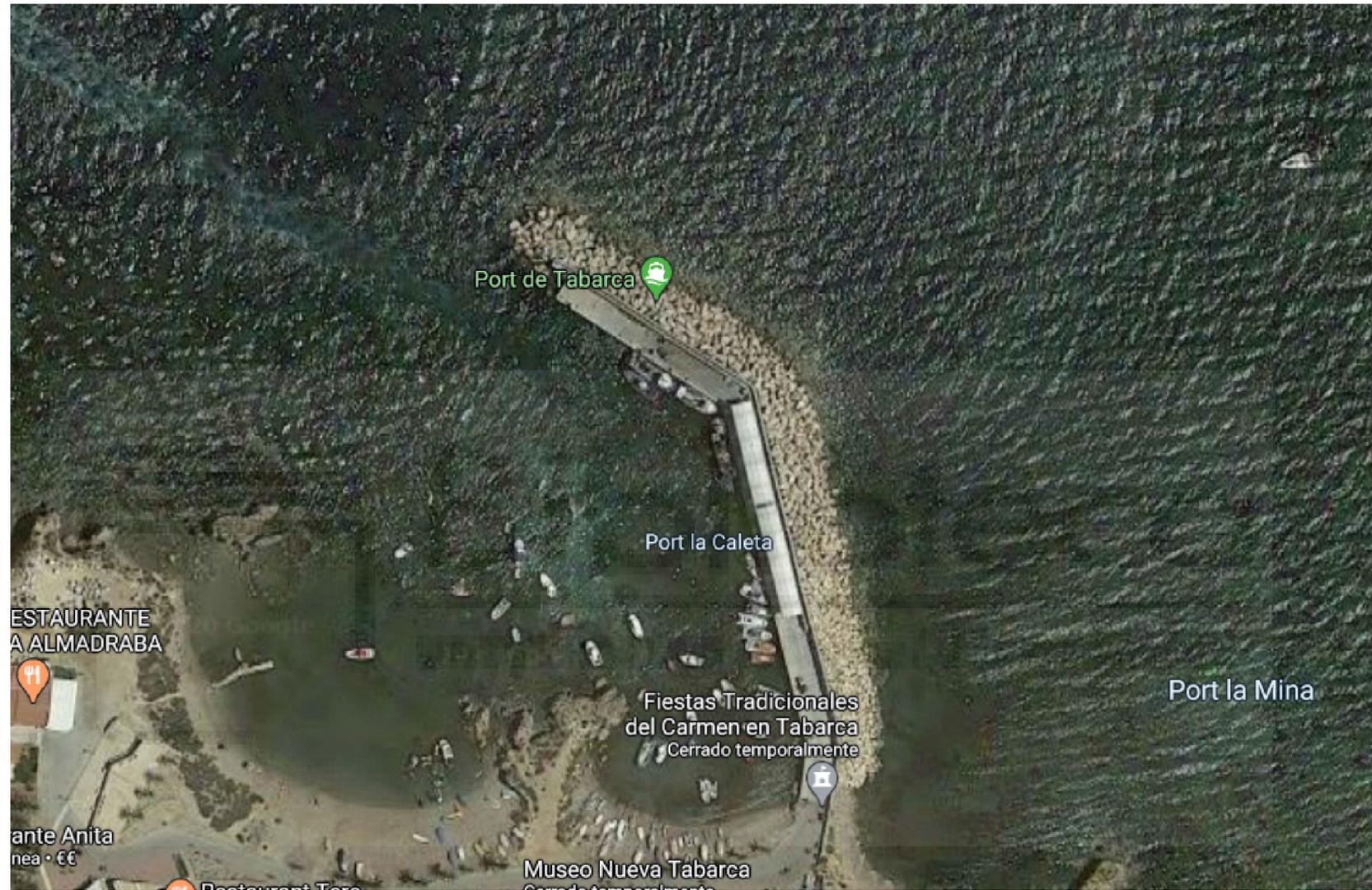




Título del proyecto: Instalación fotovoltaica flotante para embarcaciones en la isla de Tabarca	
Situación: Tabarca	Escala: 1/2000
Autor: Raúl Sala Gómez	Formato: A2
Tutor: Manuel Gascó	Fecha: 10/07/20
Plano: Situación	PLANO 1

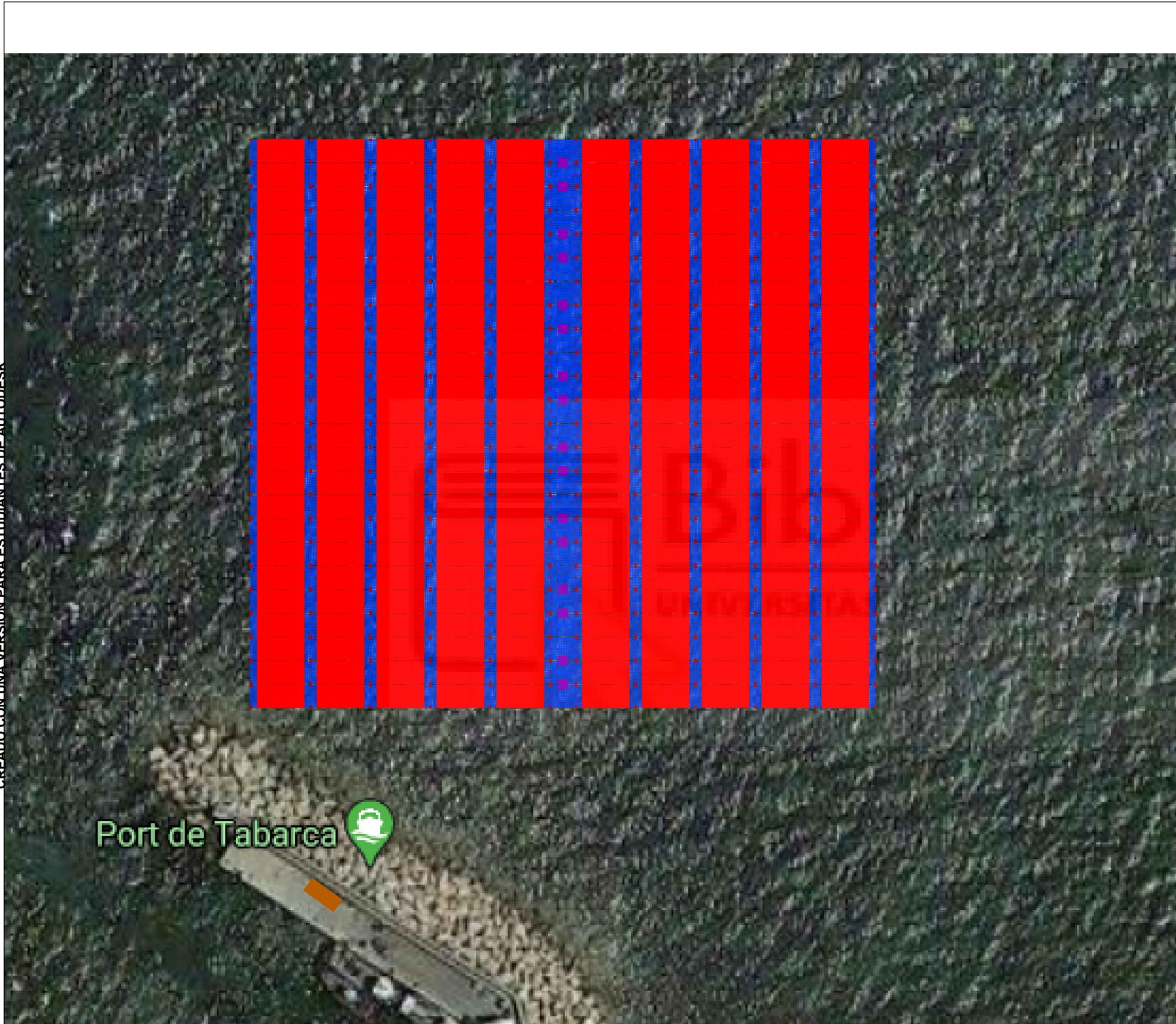
M Gascó Raúl Sala



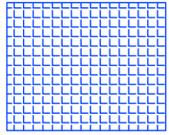


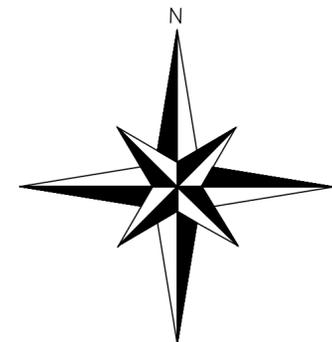
Título del proyecto: Instalación fotovoltaica flotante para embarcaciones en la isla de Tabarca	
Situación: Tabarca	Escala: 1/1000
Autor: Raúl Sala Gómez	Formato: A2
Tutor: Manuel Gascó	Fecha: 10/07/20
Plano: Emplazamiento	PLANO 2

M Gascó Raúl Sala



Port de Tabarca 

LEYENDA	
	PANEL FOTOVOLTAICO
	PLATAFORMA FLOTANTE
	CONTENEDOR
	CAJA DE CONEXIONES



Título del proyecto: Instalación fotovoltaica flotante para embarcaciones en la isla de Tabarca	
Situación: Tabarca	Escala: 1/500
Autor: Raúl Sala Gómez	Formato: A2
Tutor: Manuel Gascó	Fecha: 10/07/20
Plano: Ubicación	PLANO 3

M Gascó Raúl Sala



CAMPO FOTOVOLTAICO
240 PANELES CSP16-72H
48 RAMAS EN PARALELO
CADA 3 RAMAS UN
REGULADOR
FLEXMAX 100

3 RAMAS EN PARALELO
5 MÓDULOS EN SERIE
1 FUSIBLE POR RAMA x16
1 DISYUNTOR CADA 3 RAMAS
1 VARISTOR CADA 3 RAMAS

12 INVERSORES RADIAN
E-SERIES
MODELO GS7048E
7000 VA

REGULADOR
FLEXMAX 100
300V MPPT
7000W x16



72 BATERIAS
PHI 3.8 BATTERY 48V
EN PARALELO

LEYENDA



PANEL FOTOVOLTAICO
CSP16-72H 415 Wp SUN POWER



CONJUNTO DE REGULADORES
FLEXMAX 100 300 V MPPT
OUTBACK



PHI 3.8 BATTERY 48V 3.8 kWh



INVERSOR RADIAN E-SERIES
GS7048E 7000 VA 48VDC



FUSIBLE



DISYUNTOR



VARISTOR



MAGNETOTÉRMICO



CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN



EQUIPO DE MEDIDA

Título del proyecto: Instalación fotovoltaica flotante para embarcaciones en la isla de Tabarca

Situación: Tabarca

Escala:

Autor: Raúl Sala Gómez

Formato: A2

Tutor: Manuel Gascó

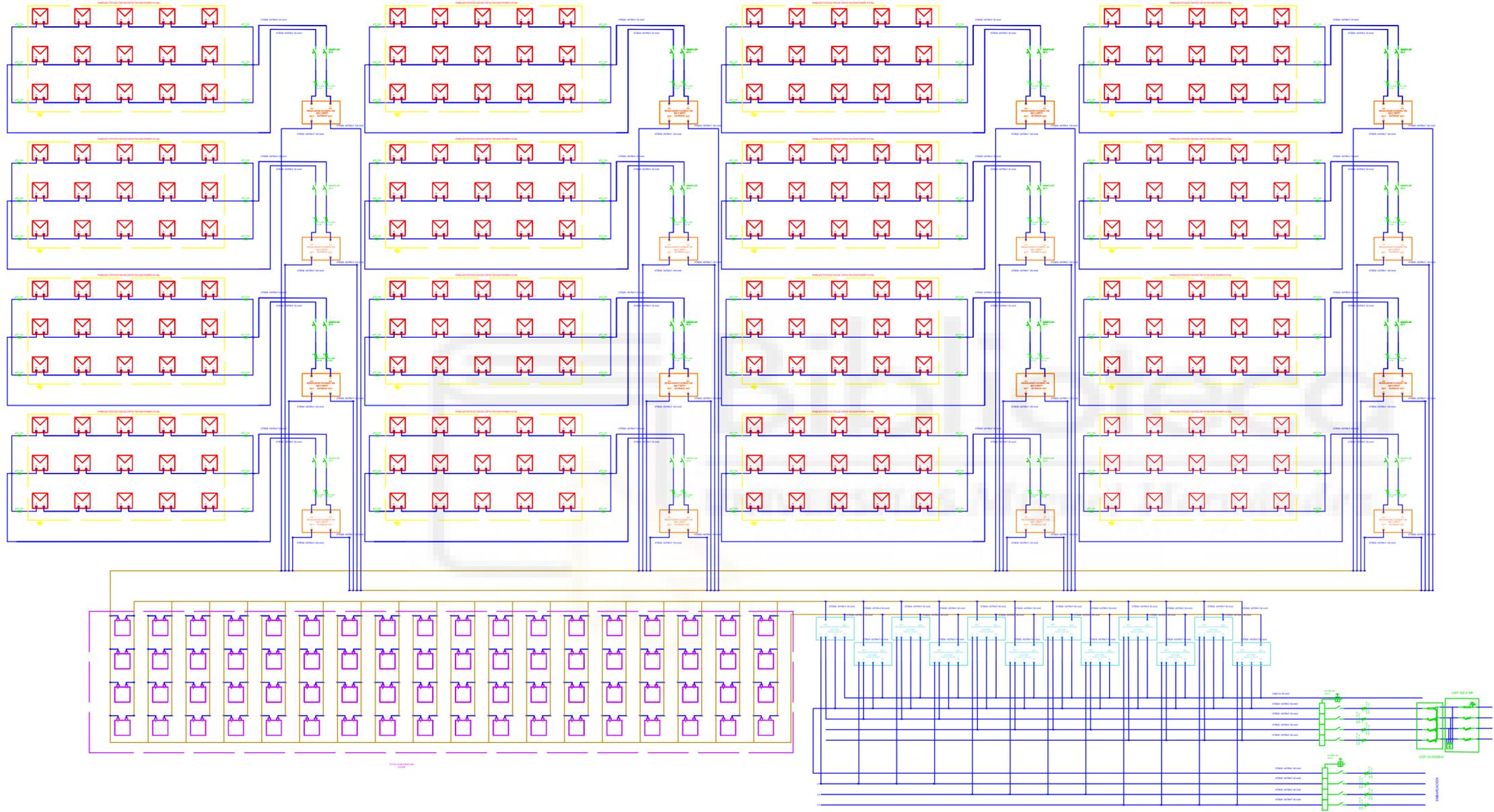
Fecha: 11/07/20

Plano: Unifilar

PLANO 4

M Gascó Raúl Sala





LEYENDA	
	PANEL FOTOVOLTAICO CSP16-72H 415 Wp SUN POWER
	REGULADOR FLEXMAX 100 300 V MPPT OUTBACK
	PHI 3.8 BATTERY 48V 3.8 kWh
	INVERSOR RADIAN E-SERIES GS7048E 7000 VA 48VDC
	FUSIBLE
	DISYUNTOR
	VARISTOR
	MAGNETOTERMICO
	INTERRUPTOR CON FUSIBLE
	PLETINA
	EQUIPO DE MEDIDA

Título del proyecto: Instalación fotovoltaica flotante para embarcaciones en la isla de Tabarca	
Situación: Tabarca	Escala:
Autor: Raúl Sala Gómez	Formato: A2
Tutor: Manuel Gascó	Fecha: 10/07/20
Plano: Multifilar	PLANO 5

M Gascó Raúl Sala

3. PLIEGO DE CONDICIONES	61
3.1. CONDICIONES GENERALES.	61
3.1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.	61
3.1.2. DISPOSICIONES GENERALES.	61
3.1.2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.	61
3.1.2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	63
3.1.2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.	64
3.1.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.	64
3.1.3.1. DATOS DE LA OBRA.	64
3.1.3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.	65
3.1.3.3. CONDICIONES GENERALES.	65
3.1.3.4. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.	67
3.1.3.5. ACOPIO DE MATERIALES.	67
3.1.3.6. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.	68
3.1.3.7. PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.	68
3.1.3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.	69
3.1.3.9. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.	69
3.1.3.10. PROTECCIÓN.	70
3.1.3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.	70
3.1.3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.	70
3.1.3.13. OBRAS DE ALBAÑILERÍA.	71
3.1.3.14. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.	71
3.1.3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.	71
3.1.3.16. ACCESIBILIDAD.	72
3.1.3.17. CANALIZACIONES.	72
3.1.3.18. MANGUITOS PASAMUROS.	73
3.1.3.19. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.	73
3.1.3.20. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.	73
3.1.3.21. CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.	74
3.1.3.22. PINTURAS Y COLORES.	74
3.1.3.23. IDENTIFICACIÓN.	74
3.1.3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.	75
3.1.3.25. PRUEBAS.	75
3.1.3.26. PRUEBAS FINALES.	76
3.1.3.27. RECEPCIÓN PROVISIONAL.	76
3.1.3.28. PERIODOS DE GARANTÍA.	77
3.1.3.29. RECEPCIÓN DEFINITIVA.	78
3.1.3.30. PERMISOS.	78
3.1.3.31. ENTRENAMIENTO.	78
3.1.3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.	79
3.1.3.33. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.	79
3.1.3.34. RIESGOS.	79
3.1.3.35. RESCISIÓN DEL CONTRATO.	80
3.1.3.36. PRECIOS.	80

3.1.3.37. PAGO DE OBRAS.....	80
3.1.3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.....	81
3.1.4. DISPOSICIÓN FINAL.....	81
3.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	81
3.2.1. CRITERIOS ECOLÓGICOS.....	82
3.2.2. INFORMACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.....	82
3.2.2.1. INFORMACIÓN DE LA HOJA DE DATOS.....	82
3.2.2.2. INFORMACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS.....	84
3.2.3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN.....	84
3.2.3.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM).....	84
3.2.3.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).....	85
3.2.3.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).....	86
3.2.3.4. INTERFAZ CC/CC.....	87
3.2.3.5. ALMACENAMIENTO.....	88
3.2.3.6. INVERSOR.....	90
3.2.3.7. INTERFAZ CA/CA.....	91
3.2.3.8. INTERFAZ A LA RED.....	93
3.2.4. ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	94
3.2.4.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.....	94
3.2.4.2. ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA.....	94
3.2.4.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.....	94
3.3. MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	95
3.3.1. ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.....	95
3.3.2. LA ESTRUCTURA SOPORTE.....	96
3.3.2.1. MONTAJE SOBRE SUELO.....	98
3.3.2.2. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.....	101
3.3.2.3. MONTAJE SOBRE AGUA.....	102
3.3.3. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.....	102
3.3.3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.....	102
3.3.3.2. CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.....	103
3.3.3.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.....	103
3.3.4. INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.....	104
3.3.5. MONTAJE DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES.....	105
3.3.6. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.....	106
3.4. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	107
3.4.1. GENERALIDADES.....	107
3.4.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	107

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. CONDICIONES GENERALES.

3.1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de energías renovables, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

3.1.2. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.1.2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se registrarán por lo especificado en:

- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, que modifica la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de

información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Normativa propia del IDAE.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Norma UNE-EN-IEC 61853-3-4 sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE 20460-7-712:2006 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.

- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

3.1.2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de

Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.1.2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.1.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.1.3.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de

acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.1.3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

3.1.3.3. CONDICIONES GENERALES.

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra

para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciara todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista. En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10

de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.

c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

3.1.3.4. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

3.1.3.5. ACOPIO DE MATERIALES.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las

horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

3.1.3.6. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

3.1.3.7. PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural. El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

3.1.3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

3.1.3.9. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros

oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

3.1.3.10. PROTECCIÓN.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

3.1.3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

3.1.3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como paneles fotovoltaicos, etc,

desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

3.1.3.13. OBRAS DE ALBAÑILERÍA.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

3.1.3.14. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

3.1.3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán

realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

3.1.3.16. ACCESIBILIDAD.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, elementos de control, etc.

3.1.3.17. CANALIZACIONES.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

3.1.3.18. MANGUITOS PASAMUROS.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

3.1.3.19. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

3.1.3.20. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto

accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

3.1.3.21. CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

3.1.3.22. PINTURAS Y COLORES.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

3.1.3.23. IDENTIFICACIÓN.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

3.1.3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

3.1.3.25. PRUEBAS.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

3.1.3.26. PRUEBAS FINALES.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

3.1.3.27. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas,

enmarcado bajo cristal.

- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

3.1.3.28. PERIODOS DE GARANTÍA.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 8 años.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de

transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

- Asimismo, se deberá incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

3.1.3.29. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.1.3.30. PERMISOS.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

3.1.3.31. ENTRENAMIENTO.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

3.1.3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

3.1.3.33. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

3.1.3.34. RIESGOS.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil

frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

3.1.3.35. RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma. Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

3.1.3.36. PRECIOS.

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberá coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

3.1.3.37. PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación

valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.1.3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

3.1.4. DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

3.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del +- 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

3.2.1. CRITERIOS ECOLÓGICOS.

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

Criterios ecológicos

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados
- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución del productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- Envase: Ley 11/1997.

Requisitos de aptitud para el empleo

- Marcado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

3.2.2. INFORMACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.

3.2.2.1. INFORMACIÓN DE LA HOJA DE DATOS.

Certificados

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos

Material constructivo

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes:

- Tipo de célula.
- Marco.
- Cubierta frontal.

Funcionamiento eléctrico

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m², 25 ±2 °C, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (P_{max}).
- Corriente de cortocircuito (I_{sc}).
- Tensión en circuito abierto (V_{oc}).
- Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp}).

Características generales

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- Espesor total del módulo fotovoltaico.
- Peso.

Características térmicas

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

Clasificación de potencia y tolerancias de producción

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

3.2.2.2. INFORMACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS.

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- Pmax +- tolerancias de producción, Isc, Voc y Vmpp (todos los valores en las STC).

3.2.3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN.

3.2.3.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM).

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesado, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador cc.

- Interfaz de carga cc/cc.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.
- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia cc.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.
- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.
- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

3.2.3.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:

- Módulos.
- Subcampos de módulos.

- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

3.2.3.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Tensión e intensidad.
 - Tolerancia en la tensión de salida.
 - Limitación de intensidad.

- Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- Rendimiento del acondicionador cc.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

3.2.3.4. INTERFAZ CC/CC.

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc. La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión cc/cc.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Protección contra rayos.
 - Regulador de tensión.
 - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.

- Tensión e intensidad nominales.
- Rangos de tensión e intensidad.
- Variaciones dinámicas.

- Condiciones de salida.
 - Tensión e intensidad.
 - Tolerancia en la tensión de salida.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.

- Rendimiento de la interfaz.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

3.2.3.5. ALMACENAMIENTO.

El subsistema de almacenamiento suministra el medio para reservar la energía eléctrica para uso posterior bajo demanda. El subsistema puede incluir también dispositivos de control de entrada-salida tales como regulación de carga, protección de sub/sobretensión, limitador de corriente de salida, instrumentación, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Protección de sub/sobretensión y sub/sobreintensidad.
- Protección del personal.

- Protección del medioambiente.

Las características del subsistema de almacenamiento pueden incluir, entre otros, lo siguiente:

- Tipo de almacenamiento.
- Capacidad de almacenamiento.
- Máxima profundidad de descarga.
- Condiciones medioambientales.
- Ciclos de vida.
- Pérdidas internas de energía (en función del tiempo).
- Energía específica (relación entre energía almacenable y el peso del elemento de almacenamiento).
- Dependencia con la temperatura.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión y rango de tensión nominales.
 - Intensidad de carga máxima.
- Condiciones de salida.
 - Rango de tensión.
 - Intensidad de descarga máxima.
- Rendimiento energético y culómbico.
 - Autodescarga.
 - Condiciones de ciclado.

Otras consideraciones:

- Requisitos de seguridad.
- Interacción con el control principal (CPM).
- Mantenimiento.
- Características mecánicas generales.

- Instrumentación.

3.2.3.6. INVERSOR.

El inversor convierte el acondicionador cc y/o salida de la batería de almacenamiento en potencia útil de ca (corriente alterna). Puede incluir control de tensión, fuentes de alimentación internas, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Aislamiento entre entrada y salida.
- Protecciones de sobretensión y sobreintensidad.

El inversor puede controlar uno o más, pero no está limitado a, los parámetros siguientes:

- Frecuencia.
- Nivel de tensión.
- Encendido y apagado.
- Sincronización.
- Potencia reactiva.
- Forma de la onda de salida.

Aunque el inversor puede especificarse y ensayarse independientemente del sistema de generación FV, las características técnicas dependen de los requisitos del sistema en el que se instale la unidad. Por ejemplo, los parámetros pueden ser distintos en un sistema autónomo y un sistema conectado a red.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas de tensión de entrada.

- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Tensión e intensidad.
 - Distorsión armónica y frecuencia de salida.
 - Tolerancias de tensión y de frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.

- Rendimiento del inversor.

Otras consideraciones:

- Pérdidas sin carga.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones mecánicas generales.
- Condiciones de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Generación de ruido acústico.

3.2.3.7. INTERFAZ CA/CA.

Incluye las funciones necesarias para convertir la tensión ca del sistema de generación FV a una carga ca. También puede conectarse a una fuente auxiliar de ca.

Un subsistema ca/ca puede incluir uno o más (entre otros) de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión ca/ca.
- Conexión de fuente ca auxiliar.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.

- Dispositivo de protección contra el rayo (pararrayos).
- Reguladores.
- Seguridad.
- Aislamiento entre entrada y salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Número de fases.
 - Tensión (es) e intensidad (es) nominal (es).
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia.
 - Rango de frecuencia.
 - Factor de potencia.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia y distorsión armónica.
 - Tolerancia de tensión y frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
 - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.

- Instrumentación.

3.2.3.8. INTERFAZ A LA RED.

Conecta eléctricamente la salida del inversor cc/ca y la red de distribución eléctrica. Posibilita al sistema de generación FV operar en paralelo con la red para así entregar o recibir energía eléctrica a o desde la red.

La interfaz a la red puede consistir, entre otros, de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidores de tensión ca/ca.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Pararrayos.
 - Reguladores de tensión.
 - Relés.
 - Transformador de aislamiento.
- Sistemas de acoplo y desacoplo.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Número de fases.
 - Intensidad (es) y tensión (es) nominal (es).
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia.
 - Rango de frecuencia.
 - Factor de potencia.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Rangos de tensión e intensidad.

- Frecuencia y distorsión armónica.
- Tolerancia de tensión y frecuencia.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.
- Factor de potencia.
- Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

3.2.4. ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

3.2.4.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según IEC 61435.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 nm y 400 nm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

3.2.4.2. ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2012.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

3.2.4.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según IEC 61721.

3.3. MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.3.1. ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).

- Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.

- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc, que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

3.3.2. LA ESTRUCTURA SOPORTE.

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

- Actuar de armazón para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la

disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.

- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.
- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.

La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de la misma.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de

corrosión.

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

3.3.2.1. MONTAJE SOBRE SUELO.

Podrán utilizarse dos tipos de estructuras diferentes: las de único apoyo, en las que un poste metálico o mástil sostiene a los paneles y los soportes de entramado longitudinales (rastrales o racks).

También será utilizado el sistema de poste en el caso de estructuras dotadas de algún mecanismo de movimiento (sistemas de seguimiento solar) para conseguir que los paneles sigan lo mejor posible el curso del sol y obtener así una apreciable ganancia neta de energía en comparación con los sistemas estáticos. Este tipo de estructuras vendrán prefabricadas y con instrucciones de montaje muy precisas.

El proceso de montaje se podrá dividir en las siguientes etapas:

Preparación del terreno

La cimentación de la estructura, bien sea por medio de zapatas aisladas, peana corrida o losa, exigirá una excavación de profundidad suficiente, debiendo ser las dimensiones del hueco tanto mayores cuanto más blando sea el terreno.

El hueco será un paralelepípedo rectangular, es decir, sus caras laterales serán verticales y formando ángulos rectos, y la base quedarán perfectamente horizontal, limpiando y compactando si fuese necesario. Tendrá la orientación adecuada para que a su vez la estructura quede correctamente orientada, debiéndose tener esto muy presente antes de comenzar las excavaciones.

Preparación del hormigón

Si no se utiliza un hormigón preparado, que se vierta directamente desde el camión-

hormigonera en los pozos, la labor de dosificación y preparación de los morteros y hormigones deberá encomendarse a un albañil con experiencia en estas tareas.

El cemento, que deberá ser de la categoría adecuada a la normativa vigente, se presenta frecuentemente en sacos de 50 kg, que en volumen ocupan aproximadamente unos 33 litros.

Eligiendo una dosificación volumétrica de cemento-arena-grava igual a 1:2:4, y teniendo en cuenta que el material sólido necesario para conseguir un m³ de hormigón ocupa 1450 l, se necesitarían:

- 205 litros de cemento.
- 415 litros de arena.
- 830 litros de grava.

En cuanto a la cantidad de agua a añadir, en teoría un hormigón es más resistente cuanto menos agua lleve, pero en la práctica, para que el mismo sea manejable y fácil de trabajar, se requerirán al menos 50 ó 55 litros de agua por cada dos sacos de cemento (100 kg).

Si, por ejemplo, se dispone de una hormigonera en obra que en cada amasada puede proporcionar 1/4 de m³ de hormigón, se deberá llenar a razón de una palada de cemento por cada dos de arena y cuatro de grava (sin olvidar también el agua) hasta rebosar.

Si las cargas o la naturaleza del terreno lo requieren, puede ser aconsejable preparar también una primera capa de hormigón, llamada también de "limpieza", que será la que se vierta primero y que tendrá entre 10 cm y 20 cm de espesor, sobre la cual se podrá disponer horizontalmente una armadura o entramado reticulado de barras corrugadas que aumentarán la resistencia de la zapata.

Ejecución de la cimentación

Se podrán utilizar dos técnicas diferentes. La primera, y habitual, consistirá en, una vez realizada la excavación, encofrar para poder conformar la peana o base exterior, posicionar los pernos, mediante una plantilla a propósito o con listones de madera colocados a la distancia precisa y, habiendo comprobado que las posiciones de los pernos son las correctas, proceder con cuidado al vertido del hormigón, evitando que se mueva la plantilla y los pernos, y esperar a que éste fragüe.

La segunda consistirá en encofrar y hormigonar primero y, una vez fraguado el hormigón en todas las cimentaciones, marcar la situación de los orificios donde irán los pernos, mediante una plantilla que debe ser una réplica exacta de las bases de la estructura, y proceder al taladrado del hormigón con el diámetro y profundidad adecuados. A continuación, se verterá sobre los orificios así dispuestos un mortero fino o un preparado comercial adecuado para lograr una buena adherencia, e inmediatamente se introducirán los pernos montados en su correspondiente plantilla. Estos deberán quedar perfectamente perpendiculares y, como en el caso anterior, sobresaliendo en la cantidad necesaria para tener en cuenta el grosor tanto de la chapa base de la estructura como de la capa de nivelación que, en su caso, fuese preciso efectuar.

Tanto en uno u otro caso será conveniente que los cables que transportan la energía eléctrica desde los paneles queden lo más ocultos y protegidos posible, para lo cual habrá que prever una canalización dentro de la propia zapata y una salida lateral en la misma. Esto se logrará introduciendo un tubo de diámetro adecuado en el agujero de la excavación antes de verter en éste el hormigón. Dicho tubo deberá sobresalir al menos medio metro en cada extremo. Si se utiliza una plantilla con orificio central, uno de los extremos del tubo saldrá precisamente por dicho orificio. La plantilla quedará siempre a unos 5 cm, aproximadamente, sobre la superficie.

Es una buena práctica soldar los extremos inferiores de los espárragos a un perfil en L, a fin de aumentar la rigidez del conjunto.

Una vez haya fraguado el hormigón, hay que proceder a la operación de reglaje de la plantilla, que consistirá en asegurarse de que ésta queda perfectamente horizontal.

Actuando sobre las tuercas de nivelación, situadas inmediatamente debajo de la plantilla (conviene que lleven una arandela), se logrará que ésta quede perfectamente horizontal.

A continuación, y después de untar con aceite mineral la parte inferior de la plantilla a fin de evitar que se adhiera el mortero (llamado mortero de reglaje) que hay que introducir bajo la placa, se preparará una mezcla de cemento y arena que constituirá el mortero de alta resistencia que hay que introducir (aprovechando el agujero central de la plantilla) hasta rellenar perfectamente el hueco, de un 5 cm de altura, que debe existir entre la parte inferior de la plantilla y la superficie del hormigón.

Una vez vertido el mortero de reglaje y cuando rebose por los cuatro lados de la plantilla, se alisará con ayuda de la espátula sus zonas visibles, dejándolas con un ángulo de unos 45°.

Cuando el mortero haya fraguado, se retira la chapa de la plantilla, quedando así la

cimentación lista para recibir a la estructura metálica.

Anclaje de la estructura

Es preferible que la mayoría de las operaciones puedan realizarse en taller (soldadura de perfiles, etc), aunque por otra parte el traslado de la estructura requerirá medios mecánicos de mayor envergadura.

Situada la estructura (o los pilares de la misma, según el método que se haya elegido) junto a las zapatas de apoyo ya preparadas, se montarán los pilares sobre las mismas, generalmente con ayuda de una grúa, encajando los espárragos en los correspondientes orificios de la base del pilar (que tendrá la misma geometría que la plantilla antes usada). Una vez colocadas las arandelas, tuercas y contratueras, se procederá a su apriete, efectuando éste en dos pasadas, a fin de no crear tensiones desiguales.

En el caso de que la estructura lleve puesta a tierra (la cual se deberá haber previsto dejando un agujero para el conductor de tierra en la zapata elegida para ello), podrá usarse una pletina independiente que se habrá alojado en cualquiera de los pernos de anclaje y a la cual se conectará el conductor de tierra que llegará hasta el extremo superior de la pica.

Terminación de la estructura

Una vez anclada y asegurada, se completan aquellas partes de la estructura que todavía estuviesen sin montar, de acuerdo con las guías de montaje que siempre deberá proveer a tal efecto el suministrador de la estructura o el encargado de su diseño.

Será preferible que los módulos estén ya pre-ensamblados en grupos antes de ponerlos en la estructura.

3.3.2.2. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.

Tanto la propia cubierta, bien sea ésta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si la resistencia de la misma lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

3.3.2.3. MONTAJE SOBRE AGUA

A la hora de realizar el montaje sobre agua se deberá realizar sobre estructuras flotantes que permitan la estabilidad de todos los elementos que se asiente sobre ellas.

El proceso de montaje se podrá ser realizado tanto en la ubicación destino como en una ubicación diferente debiendo ser la estructura posteriormente remolcada hasta la ubicación elegida. Este proceso deberá ser realizado con total seguridad tanto para la instalación como para el personal.

Una vez en la ubicación se realizará el amarre de la misma. Este amarre podrá realizarse mediante dos métodos. Se podrá fijar la instalación mediante el uso de peso muerto que descansa en el lecho acuático o en tierra firme próxima o podrá fijarse mediante el enganche de la estructura a estructuras previamente enterrados en el fondo.

3.3.3. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexionado y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

3.3.3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.

- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

3.3.3.2. CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexión.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

3.3.3.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente

mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

3.3.4. INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

Según UNE 20460-7-712:2006 se podrán adoptar cualesquiera de los tres métodos siguientes:

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc).
- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.
- Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único

cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.

- La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.
- Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualesquiera de los siguientes métodos (según UNE 20460-7-712:2006):

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.
- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección.

3.3.5. MONTAJE DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES.

El transporte y manipulación de baterías pesadas requerirá el empleo de medios materiales y técnicos adecuados para dichas tareas.

El lugar donde se alojen los acumuladores deberá tener unas características muy concretas:

- Seco, fresco y protegido de la intemperie.
- Provisto de ventilación adecuada.
- Suficientemente alejado de aparatos que puedan provocar chispas o llamas.
- De acceso restringido.
- Con las señalizaciones pertinentes: peligro eléctrico, prohibido fumar, material corrosivo, etc.

Cuando se coloquen en un local, las baterías deberán estar aisladas eléctricamente del suelo por medio de una estructura (bancada) que suele ser de madera o metálica y resistente al ácido. La superficie del local deberá soportar, de forma estable, el elevado peso que puede llegar a tener todo el sistema (bancada y baterías), y la colocación de las baterías sobre la bancada deberá realizarse de forma que no tengan lugar situaciones inestables en la misma (debido a la mala distribución de la carga) que provoquen la caída de las baterías. Esta colocación deberá llevarse a cabo teniendo en cuenta en interconexión final, de modo que la situación relativa de los distintos bornes deberá respetar su diseño.

Deberá realizarse un conexionado de baterías de tal forma que la corriente se distribuya por igual en todas ellas, evitando caminos preferentes para la corriente (el conexionado tipo "cruzada" será adecuado). Otra práctica recomendada es el empleo del cableado de igualación, consistente en conectar los bornes de las baterías situadas en filas en paralelo que deberían tener la misma tensión.

Se deberá proteger el conjunto de la conexión cable-terminal-borne con una cubierta protectora que impida el contacto humano accidental con partes activas (bajo tensión) y los contactos accidentales entre bornes causados por útiles mecánicos y otros cables.

En cuanto a los cables de interconexión de baterías, deberá evitarse que su conexión con los bornes suponga un esfuerzo o tensión que provoque su movimiento en caso de desconexión accidental o intencionada. Será, pues, necesario que antes de la conexión el cable pueda adoptar de forma estable la posición que tendrá una vez conectado.

3.3.6. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

3.4. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.4.1. GENERALIDADES.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

3.4.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Se realizarán dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El plan de mantenimiento preventivo engloba las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deberán permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

- La visita a la instalación en los plazos siguientes:
 - Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
 - Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento deberá realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas

de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).



4. PRESUPUESTO

4.1. ESTADO DE MEDICIONES.....	111
4.2. CUADRO DE PRECIOS	117
4.3. PRESUPUESTOS PARCIALES	120
4.4. RESUMEN DE PRESUPUESTOS	127
4.5. PRESUPUESTO GENERAL.....	128



4.1. ESTADO DE LAS MEDICIONES

CAPÍTULO 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total
1.1 01.01 u Suministro e instalación módulo fotovoltaico conexion a red de 415 Wp, 2x72 celulas, monocristalino. Vmp. 42,00V. Imp. 9,88 A, eficiencia del módulo 20,68%. Medidas: 2015x996x40mm . Peso 22,7 kg. Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo y conexionado. Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						
					Total u.....:	240,000
1.2 01.02 u Regulador de carga para el control de la carga y descarga del acumulador del sistema fotovoltaico, con 100 A de corriente de entrada y hasta 300 V en corriente continua de entrada. Compatible con bancos de baterías de 24, 36 y 48 Vcc.						
					Total u.....:	16,000
1.3 01.03 u Inversor trifásico 7 kVA marca OutBack modelo GS7048E Vmpp 170-290 V. IP 65. Inversor sin transformador. . Imax entrada 145 A. . Potencia nominal salida 7 KVA. Imax salida 145 A. Rango de frecuencia 50 - 60 Hz. Dimensiones 87.6 x 53.3 x 36.8 mm. Peso 63,5 kg.						
					Total u.....:	12,000
1.4 01.04 u Batería de litio con capacidad de almacenamiento 3,8 kWh. 48 Vcc. Intensidad de salida descarga rápida (10 minutos) 60 A. Intensidad de salida descarga continua 37,5 A. Rango de voltaje 48 Vdc - 56 Vdc. Dimensiones 34.3 x 35.6 x 20.3 cm / 0.025 m3. Peso 35,5 kg.						
					Total u.....:	72,000



CAPÍTULO 2 CABLEADO Y PUESTA A TIERRA

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total
2.1 02.01	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 35 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.				
					Total m.....:	1.000,000
2.2 02.02	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 120 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.				
					Total m.....:	200,000
2.3 02.03	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 95 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.				
					Total m.....:	4.000,000
2.4 02.04	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 4 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.				
					Total m.....:	1.248,000
2.5 02.05	m	Conducción de puesta a tierra instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
					Total m.....:	100,000
2.6 02.06	u	Piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 1.5 metros, incluso hincado y conexiones, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
					Total u.....:	2,000
2.7 02.07	u	Elemento de unión de los cables de conexión entre paneles				
					Total u.....:	432,000



CAPÍTULO 3 PROTECCIÓN INSTALACIÓN

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total
3.1 03.02	u	Fusible cilíndrico 10x38 de intensidad nominal 10 A y poder de corte 30 kA. Tensión admisible hasta 1000 Vcc.				
					Total u.....:	48,000
3.2 03.01	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 150 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 35 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
					Total u.....:	2,000
3.3 03.03	u	Suministro e instalación de interruptor diferencial de intensidad nominal 32 A bipolar con intensidad nominal de defecto 30 mA, 250 V para corriente continua Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
					Total u.....:	16,000
3.4 03.04	u	Protección frente a tensiones superiores de 300 V. Tiempo de respuesta igual o menor a 25 ns.				
					Total u.....:	32,000
3.5 03.05	u	Protección frente a tensiones de hasta 1200 V y 20kA.				
					Total u.....:	8,000
3.6 03.06	u	Instalación y suministro de caja de conexiones para 3 arrays donde alojar diversos elementos protectores de la instalación.				
					Total u.....:	16,000
3.7 SREREBT	u	Señal triangular de riesgo eléctrico, normalizada, instalada conforme a Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002.				
					Total u.....:	2,000



CAPÍTULO 4 CONEXIONES CON CARGA

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total
4.1 04.01	u	Tomas de corriente industriales conforme a la UNE-EN 60309-2. 125 A. Tensión 346/415 V. Grado de protección IP 67.				
					Total u.....:	1,000
4.2 04.02	u	Caja de protección tipo esquema 10. Intensidad asignada 250/400 A. Provista de bornes de 6-240 mm, colocada para acometida subterránea, realizada con material autoextinguible y autoventilada, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
					Total u.....:	1,000
4.3 04.03	u	Suministro e instalación en suelo de caja de protección y medida para un suministro trifásico compuesta por 1 contador, bases cortacircuitos y bloque de comprobación, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, conforme el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
					Total u.....:	1,000



CAPÍTULO 5 SISTEMA DE FLOTACIÓN

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total
5.1 05.01	u	Base flotante sobre la que se asientan los paneles fotovoltaicos. Incluido instalación.				
					Total u.....:	480,000
5.2 05.02	u	Base flotante auxiliar del módulo flotante sobre la que se asientan los paneles fotovoltaicos. Incluido instalación.				
					Total u.....:	32,000



CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
6.1 06.01	u	Partida correspondiente al presupuesto del estudio de Seguridad y Salud					
		Acorde a normativa legal vigente.					
					Total u.....:	1,000	



4.2. CUADRO DE PRECIOS

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		
1.1	<p>u Suministro e instalación módulo fotovoltaico conexion a red de 415 Wp, 2x72 células, monocristalino. Vmp. 42,00V. Imp. 9,88 A, eficiencia del módulo 20,68%. Medidas: 2015x996x40mm . Peso 22,7 kg. Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo y conexionado. Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p><i>Mano de obra</i></p> <p><i>Materiales</i></p> <p><i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>34,19</p> <p>120,00</p> <p>4,63</p>	158,82
1.2	<p>u Regulador de carga para el control de la carga y descarga del acumulador del sistema fotovoltaico, con 100 A de corriente de entrada y hasta 300 V en corriente continua de entrada. Compatible con bancos de baterías de 24, 36 y 48 Vcc.</p> <p><i>Mano de obra</i></p> <p><i>Materiales</i></p> <p><i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>3,70</p> <p>1.100,00</p> <p>33,11</p>	1.136,81
1.3	<p>u Inversor trifásico 7 kVA marca OutBack modelo GS7048E Vmpp 170-290 V. IP 65. Inversor sin transformador. . Imax entrada 145 A. . Potencia nominal salida 7 KVA. Imax salida 145 A. Rango de frecuencia 50 - 60 Hz. Dimensiones 87.6 x 53.3 x 36.8 mm. Peso 63,5 kg.</p> <p><i>Mano de obra</i></p> <p><i>Materiales</i></p> <p><i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>3,70</p> <p>3.200,00</p> <p>96,11</p>	3.299,81
1.4	<p>u Batería de litio con capacidad de almacenamiento 3,8 kWh. 48 Vcc. Intensidad de salida descarga rápida (10 minutos) 60 A. Intensidad de salida descarga continua 37,5 A. Rango de voltaje 48 Vdc - 56 Vdc. Dimensiones 34.3 x 35.6 x 20.3 cm / 0.025 m3. Peso 35,5 kg.</p> <p><i>Mano de obra</i></p> <p><i>Materiales</i></p> <p><i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>3,70</p> <p>2.650,00</p> <p>79,61</p>	2.733,31
	2 CABLEADO Y PUESTA A TIERRA		
2.1	<p>m Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 35 mm². Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.</p> <p><i>Mano de obra</i></p> <p><i>Materiales</i></p> <p><i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>2,99</p> <p>4,60</p> <p>0,23</p>	7,82
2.2	<p>m Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 120 mm². Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.</p> <p><i>Mano de obra</i></p> <p><i>Materiales</i></p> <p><i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>2,99</p> <p>14,55</p> <p>0,53</p>	18,07
2.3	<p>m Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 95 mm². Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.</p> <p><i>Mano de obra</i></p> <p><i>Materiales</i></p>	<p>2,99</p> <p>11,67</p>	

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	3 % Costes indirectos	0,44	15,10
2.4	m Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 4 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.		
	Mano de obra	2,99	
	Materiales	0,68	
	3 % Costes indirectos	0,11	3,78
2.5	m Conducción de puesta a tierra instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	Mano de obra	3,91	
	Materiales	1,21	
	3 % Costes indirectos	0,15	5,27
2.6	u Piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 1.5 metros, incluso hincado y conexiones, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	Mano de obra	3,70	
	Materiales	9,88	
	3 % Costes indirectos	0,41	13,99
2.7	u Elemento de unión de los cables de conexión entre paneles		
	Mano de obra	0,37	
	Materiales	0,08	
	3 % Costes indirectos	0,01	0,46
3 PROTECCIÓN INSTALACIÓN			
3.1	u Fusible cilíndrico 10x38 de intensidad nominal 10 A y poder de corte 30 kA. Tensión admisible hasta 1000 Vcc.		
	Mano de obra	1,48	
	Materiales	0,62	
	3 % Costes indirectos	0,06	2,16
3.2	u Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 150 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 35 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	Mano de obra	7,40	
	Materiales	254,44	
	3 % Costes indirectos	7,86	269,70
3.3	u Suministro e instalación de interruptor diferencial de intensidad nominal 32 A bipolar con intensidad nominal de defecto 30 mA, 250 V para corriente continua Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	Mano de obra	11,09	
	Materiales	95,00	
	3 % Costes indirectos	3,18	109,27
3.4	u Protección frente a tensiones superiores de 300 V. Tiempo de respuesta igual o menor a 25 ns.		
	Mano de obra	11,09	
	Materiales	52,00	
	3 % Costes indirectos	1,89	64,98
3.5	u Protección frente a tensiones de hasta 1200 V y 20kA.		

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	<i>Mano de obra</i>	11,09	
	<i>Materiales</i>	64,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,25	
			77,34
3.6	u Instalación y suministro de caja de conexiones para 3 arrays donde alojar diversos elementos protectores de la instalación.		
	<i>Mano de obra</i>	11,09	
	<i>Materiales</i>	240,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	7,53	
			258,62
3.7	u Señal triangular de riesgo eléctrico, normalizada, instalada conforme a Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002.		
	<i>Mano de obra</i>	3,14	
	<i>Materiales</i>	23,45	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,80	
			27,39
	4 CONEXIONES CON CARGA		
4.1	u Tomas de corriente industriales conforme a la UNE-EN 60309-2. 125 A. Tensión 346/415 V. Grado de protección IP 67.		
	<i>Mano de obra</i>	4,62	
	<i>Materiales</i>	15,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,59	
			20,21
4.2	u Caja de protección tipo esquema 10. Intensidad asignada 250/400 A. Provista de bornes de 6-240 mm, colocada para acometida subterránea, realizada con material autoextinguible y autoventilada, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	<i>Mano de obra</i>	40,33	
	<i>Materiales</i>	171,82	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	6,36	
			218,51
4.3	u Suministro e instalación en suelo de caja de protección y medida para un suministro trifásico compuesta por 1 contador, bases cortacircuitos y bloque de comprobación, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, conforme el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	<i>Mano de obra</i>	65,23	
	<i>Materiales</i>	175,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	7,21	
			247,44
	5 SISTEMA DE FLOTACIÓN		
5.1	u Base flotante sobre la que se asientan los paneles fotovoltaicos. Incluido instalación.		
	<i>Sin descomposición</i>	35,92	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,08	
			37,00
5.2	u Base flotante auxiliar del módulo flotante sobre la que se asientan los paneles fotovoltaicos. Incluido instalación.		
	<i>Sin descomposición</i>	20,39	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,61	
			21,00
	6 SEGURIDAD Y SALUD		
6.1	u Partida correspondiente al presupuesto del estudio de Seguridad y Salud acorde a la normativa vigente		
	<i>Sin descomposición</i>	3.398,06	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	101,94	
			3.500,00

4.3. PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPÍTULO 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1.1	01.01	u	Suministro e instalación módulo fotovoltaico conexion a red de 415 Wp, 2x72 células, monocristalino. Vmp. 42,00V. Imp. 9,88 A, eficiencia del módulo 20,68%. Medidas: 2015x996x40mm . Peso 22,7 kg. Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo y conexionado. Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	240,000	158,82	38.116,80
1.2	01.02	u	Regulador de carga para el control de la carga y descarga del acumulador del sistema fotovoltaico, con 100 A de corriente de entrada y hasta 300 V en corriente continua de entrada. Compatible con bancos de baterías de 24, 36 y 48 Vcc.	16,000	1.136,81	18.188,96
1.3	01.03	u	Inversor trifásico 7 kVA marca OutBack modelo GS7048E Vmpp 170-290 V. IP 65. Inversor sin transformador. . Imax entrada 145 A. . Potencia nominal salida 7 KVA. Imax salida 145 A. Rango de frecuencia 50 - 60 Hz. Dimensiones 87.6 x 53.3 x 36.8 mm. Peso 63,5 kg.	12,000	3.299,81	39.597,72
1.4	01.04	u	Batería de litio con capacidad de almacenamiento 3,8 kWh. 48 Vcc. Intensidad de salida descarga rápida (10 minutos) 60 A. Intensidad de salida descarga continua 37,5 A. Rango de voltaje 48 Vdc - 56 Vdc. Dimensiones 34.3 x 35.6 x 20.3 cm / 0.025 m3. Peso 35,5 kg.	72,000	2.733,31	196.798,32
			Total presupuesto parcial nº 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA :			292.701,80

CAPÍTULO 2 CABLEADO Y PUESTA A TIERRA

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
2.1	02.01	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 35 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.	1.000,000	7,82	7.820,00
2.2	02.02	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 120 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.	200,000	18,07	3.614,00
2.3	02.03	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 95 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.	4.000,000	15,10	60.400,00
2.4	02.04	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 4 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.	1.248,000	3,78	4.717,44
2.5	02.05	m	Conducción de puesta a tierra instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	100,000	5,27	527,00
2.6	02.06	u	Piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 1.5 metros, incluso hincado y conexiones, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	2,000	13,99	27,98
2.7	02.07	u	Elemento de unión de los cables de conexión entre paneles	432,000	0,46	198,72
Total presupuesto parcial nº 2 CABLEADO Y PUESTA A TIERRA :						77.305,14

CAPÍTULO 3 PROTECCIÓN INSTALACIÓN

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
3.1	03.02	u	Fusible cilíndrico 10x38 de intensidad nominal 10 A y poder de corte 30 kA. Tensión admisible hasta 1000 Vcc.	48,000	2,16	103,68
3.2	03.01	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 150 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 35 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	2,000	269,70	539,40
3.3	03.03	u	Suministro e instalación de interruptor diferencial de intensidad nominal 32 A bipolar con intensidad nominal de defecto 30 mA, 250 V para corriente continua Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	16,000	109,27	1.748,32
3.4	03.04	u	Protección frente a tensiones superiores de 300 V. Tiempo de respuesta igual o menor a 25 ns.	32,000	64,98	2.079,36
3.5	03.05	u	Protección frente a tensiones de hasta 1200 V y 20kA.	8,000	77,34	618,72
3.6	03.06	u	Instalación y suministro de caja de conexiones para 3 arrays donde alojar diversos elementos protectores de la instalación.	16,000	258,62	4.137,92
3.7	SREREBT	u	Señal triangular de riesgo eléctrico, normalizada, instalada conforme a Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002.	2,000	27,39	54,78
Total presupuesto parcial nº 3 PROTECCIÓN INSTALACIÓN :						9.282,18



CAPÍTULO 4 CONEXIONES CON CARGA

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
4.1	04.01	u	Tomas de corriente industriales conforme a la UNE-EN 60309-2. 125 A. Tensión 346/415 V. Grado de protección IP 67.	1,000	20,21	20,21
4.2	04.02	u	Caja de protección tipo esquema 10. Intensidad asignada 250/400 A. Provista de bornes de 6-240 mm, colocada para acometida subterránea, realizada con material autoextinguible y autoventilada, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,000	218,51	218,51
4.3	04.03	u	Suministro e instalación en suelo de caja de protección y medida para un suministro trifásico compuesta por 1 contador, bases cortacircuitos y bloque de comprobación, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, conforme el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,000	247,44	247,44
Total presupuesto parcial nº 4 CONEXIONES CON CARGA :						486,16



CAPÍTULO 5 SISTEMA DE FLOTACIÓN

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
5.1	05.01	u	Base flotante sobre la que se asientan los paneles fotovoltaicos. Incluido instalación.	480,000	37,00	17.760,00
5.2	05.02	u	Base flotante auxiliar del módulo flotante sobre la que se asientan los paneles fotovoltaicos. Incluido instalación.	32,000	21,00	672,00
Total presupuesto parcial nº 5 SISTEMA DE FLOTACIÓN :						18.432,00



CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
6.1	06.01	u	Partida correspondiente al presupuesto del estudio de Seguridad y Salud	1,000	3.500,00	3.500,00
Total presupuesto parcial nº 6 SEGURIDAD Y SALUD :						3.500,00



Presupuesto de ejecución material

	Importe (€)
1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .	292.701,80
2 CABLEADO Y PUESTA A TIERRA .	77.305,14
3 PROTECCIÓN INSTALACIÓN .	9.282,18
4 CONEXIONES CON CARGA .	486,16
5 SISTEMA DE FLOTACIÓN .	18.432,00
6 SEGURIDAD Y SALUD .	3.500,00
Total .	<hr/> 401.707,28

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **CUATROCIENTOS UN MIL SETECIENTOS SIETE EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS.**



4.4. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Presupuesto de ejecución material	401.707,28
16% de gastos generales	64.273,16
6% de beneficio industrial	24.102,44
Presupuesto de ejecución por contrata	490.082,88

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de **CUATROCIENTOS NOVENTA MIL OCHENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS.**



4.5 PRESUPUESTO GENERAL	Importe
Presupuesto de ejecución por contrata	490.082,88
21% IVA	102.917,40
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	593.000,28

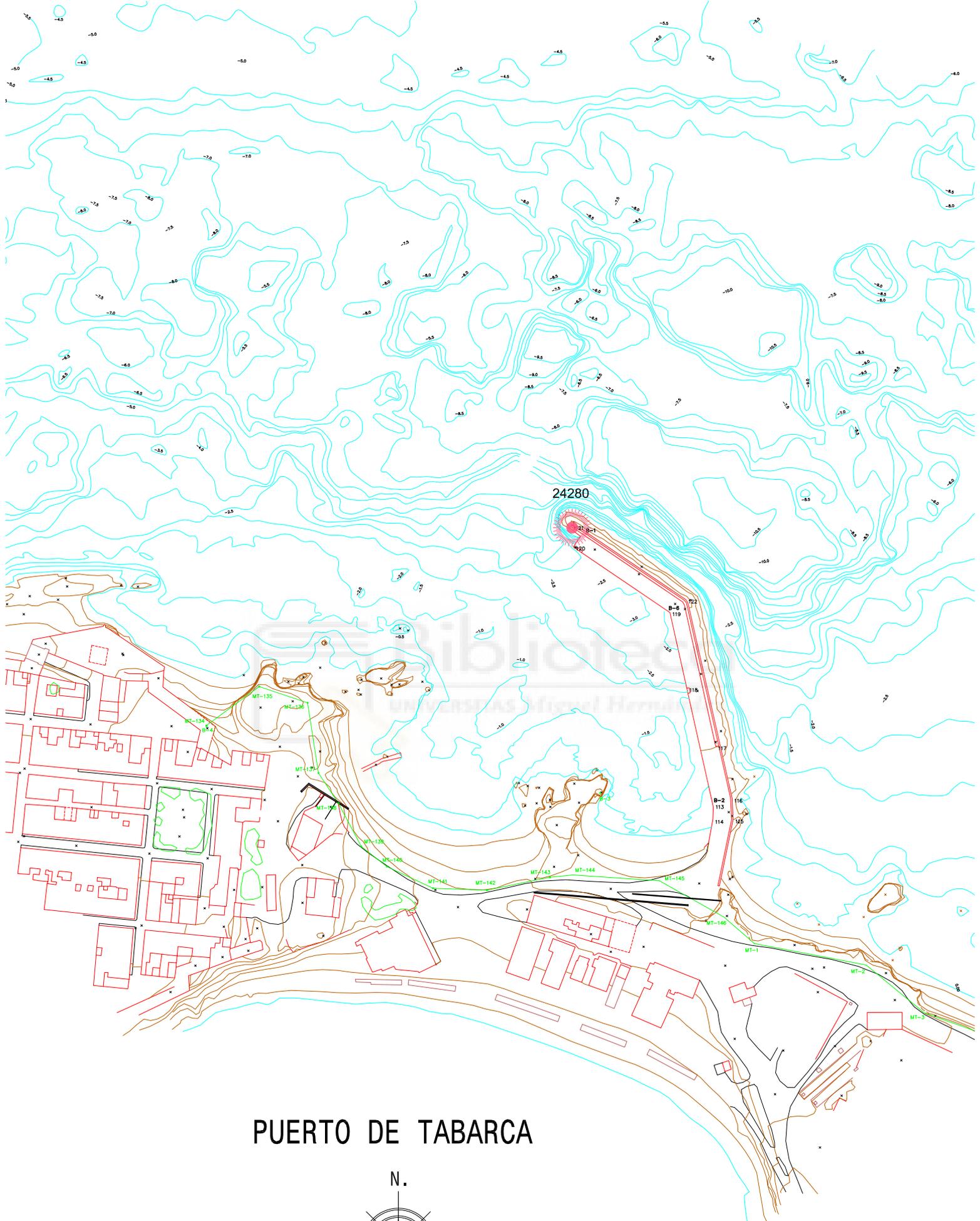
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de **QUINIENTOS NOVENTA Y TRES MIL EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS.**



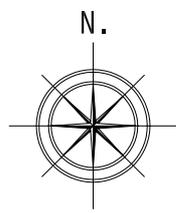
5. ANEXOS

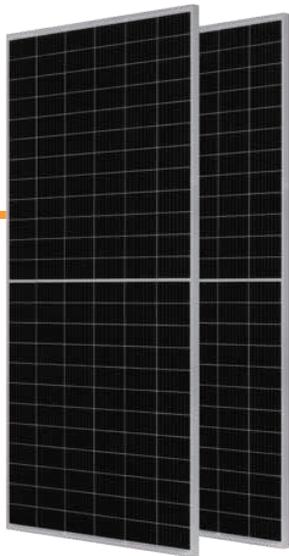
5.1.	CARTOGRAFÍA TABARCA.....	130
5.2.	FICHA TÉCNICA PANEL FOTOVOLTAIVO	131
5.3.	FICHA TÉCNICA REGULADOR DE CARGA	133
5.4.	FICHA TÉCNICA BATERÍA.....	135
5.5.	FICHA TÉCNICA INVERSOR	137
5.6.	FICHA TÉCNICA CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	139
5.7.	FICHA TÉCNICA CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	140
5.8.	FICHA TÉCNICA FUSIBLE.....	141
5.9.	FICHA TÉCNICA PROTECCIÓN SOBRETENSIONES CC	142
5.10.	FICHA TÉCNICA PROTECCIÓN SOBRETENSIONES CA.....	143
5.11.	FICHA TÉCNICA DISYUNTOR	145
5.12.	FICHA TÉCNICA MAGNETOTÉRMICO	147
5.13.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	150
5.13.1.	CUADRO DE MANO DE OBRA	150
5.13.2.	CUADRO DE MATERIALES.....	151
5.13.1.	PRECIOS AUXILIARES.....	152
5.13.4.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	153
5.13.	BIBLIOGRAFÍA	159





PUERTO DE TABARCA





Waratah Series

PRODUCTS

CSP16-72H

POWER RANGE

400-415W

MONO PERC

158mm HIGH EFFICIENCY

9BB

MULTIPLE BUSBAR TECHNOLOGY

20.68%

MAXIMUM EFFICIENCY

12 YEARS

HARDWARE WARRANTY



Higher Power Output

- Higher module conversion efficiency benefit from bigger wafer 158mm and half-cell structure.
- 9BB(busbar) technology enhance stronger current collection with lower series resistance.
- Reduce losses of current mismatch.



Excellent Temperature Coefficient

- Higher power yield with lower operating temperature coefficient.
- Enables better output in hot weather conditions.
- Better performance in weak light conditions.



Higher reliability

- Positive loading 5400 Pa on front side and 2400 Pa loading on back side.
- Split-type junction box design to guarantee reliability and safety during project operation.
- Excellent anti-PID performance to guarantee safe and reliable operation in extreme weather condition.



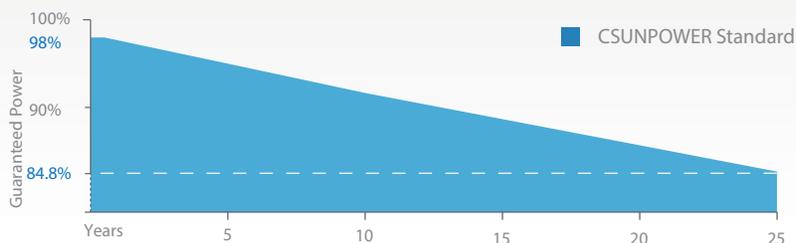
Lower Hot Spot and Crack Risk

- Reduce hot-spot risk with optimized electrical design and lower operating current.
- crack risk limitation with help of 9BB solar cell design.
- Better anti-shading performance.

Founded in 2004, CSUNPOWER(CSP) is one of the leading comprehensive solar energy solution providers in the world. We are specialized in high efficient solar module research, manufacturing and distribution as well as solar project development, EPC and O&M business. Till the end of 2019, we accumulatively distributed more than 10GW solar modules to 50countries, developed and built 500MW+ solar projects in Asia Pacific region.

PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty · 25 Year Power Warranty

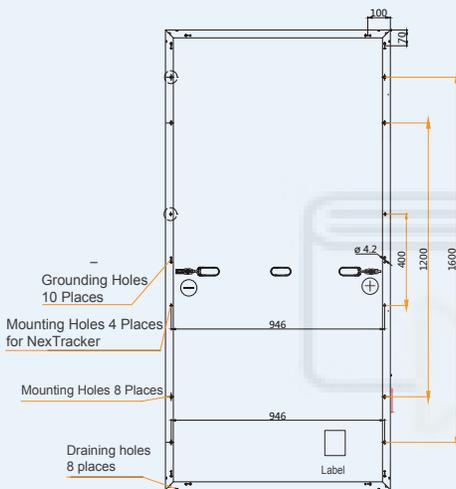
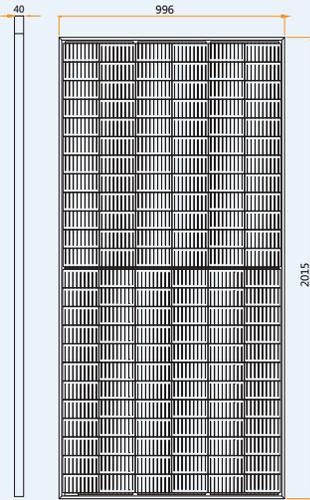


From the 2nd year to the 25th year, the average annual power decline will be no more than 0.55%.

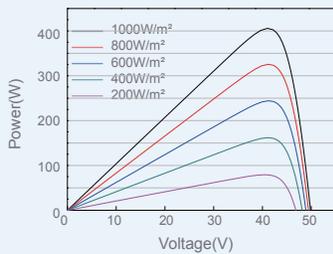
Comprehensive Products and System Certificates



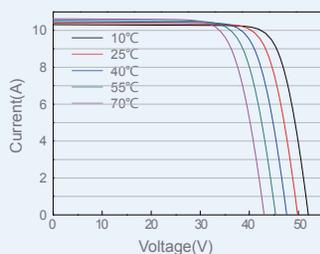
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



Power-Voltage Curve (405W)



Current-Voltage Curve(405W)



Electrical performance (STC)

Maximum Power (Pmax)	400	405	410	415
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.15	41.45	41.75	42.00
Maximum Power Current (Imp)	9.72	9.78	9.82	9.88
Open-circuit Voltage (Voc)	49.50	49.81	50.12	50.55
Short-circuit Current (Isc)	10.26	10.32	10.37	10.55
Module Efficiency(%)	19.93%	20.18%	20.43%	20.68%

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
 *Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Maximum Power (Pmax)	297	300	304	309
Maximum Power Voltage (Vmp)	38.11	38.2	38.45	38.67
Maximum Power Current (Imp)	7.8	7.85	7.91	7.99
Open-circuit Voltage (Voc)	46.18	46.42	46.69	46.95
Short-circuit Current (Isc)	8.28	8.34	8.39	8.45

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 [2 x (12 x 6)]
Module Dimensions	2015*996*40mm
Weight	22.7kg
Glass	3.2mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	40mm(1.57 inches) Anodized Aluminium Alloy Black
J-Box	IP68
Output Cables (Including Connector)	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²),Length:300mm
Connector	MC4/MC4 Compatible

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal operating cell temperature)	45 °C (±2 °C)
Temperature Coefficient of Pmax	-0.35%/ °C
Temperature Coefficient of Voc	-0.272%/ °C
Temperature Coefficient of Isc	+0.044%/ °C

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 °C ~ +85 °C
Maximum System Voltage	1000V DC (IEC)
	1500V DC (UL)
Maximum rated current series	20A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 27pieces
Container: 696 pieces

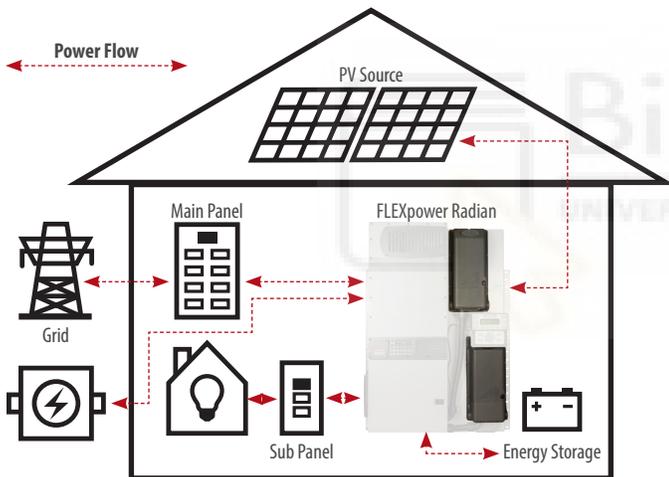


FLEXmax 100

Regulador de Carga 300V MPPT



Integración Típica del Sistema



Características:

- Salida de 100 A hasta para 5 kW de carga
- Compatible con bancos de baterías de 24, 36 y 48 Vcc
- El algoritmo actualizado de software MPPT mejora la recolección de energía en comparación con otros reguladores
- El límite de voltaje en circuito abierto de 300 Vcc permite una configuración de 2 cadenas que minimiza el BOS
- Red de OutBack totalmente integrada y programable
- Salida de control auxiliar programable para controles de carga inteligente
- Eficiencia de hasta un 99 %
- Garantía estándar de 5 años actualizado: 7,000 W de energía solar en configuraciones de 48V

The FLEXmax 100 from OutBack Power is the most advanced MPPT charge controller technology and power solution.

Diseñado con 15 años de experiencia en la fabricación de productos para aplicaciones intolerantes a fallas y de misión crítica, el FLEXmax 100 de OutBack ofrece un controlador de carga MPPT confiable y de alta calidad. El FLEXmax 100 ha superado extensas pruebas de calidad y confiabilidad, incluidas las Pruebas de vida altamente acelerada (HALT). La caja compacta y clasificada para exteriores, previene que el polvo y la humedad dañen los componentes internos. La protección integrada contra falla a tierra (Ground Fault) y una descarga rápida de capacitores para apagado rápido

(Rapid Shutdown), hacen que el FLEXmax 100 cumpla con los estándares normativos y sea fácil de instalar. La configuración del FLEXmax 100 en su sistema es sencilla, con 128 días de almacenamiento de datos incorporado, asistentes de programación inteligente (se requiere MATE3s) y conectividad con OpticsRE, puede monitorear, ordenar y controlar a través de internet. El FLEXmax 100 carga sus baterías y logra un estado de venta más rápido en aplicaciones conectadas a la red, maximizando su retorno de inversión con la mejor relación precio-potencia del mercado.

Modelo:	FLEXmax 100
Voltaje nominal del sistema de batería	24 VCC / 36 VCC / 48 VCC
Corriente de salida continua máxima	100 A
Corriente de entrada máxima (cortocircuito)	64 A
Arreglo FV máxima (placa de identificación STC)	3500 W / 5250 W / 7000 W (salida de carga limitada a 100A en voltaje de batería)
Voltaje máximo del sistema FV1	300 VCC
Rango operativo de voltaje de entrada2	30 VCC a 290 VCC
Consumo de energía en espera	~2.5 W
Eficacia de conversión de energía	24 V: 96 % 48 V: 97 %
Eficiencia pico	24 V: 97,5 % 48 V: 98,8 %
Regulación de carga	Tres etapas
Puntos de ajuste de regulación de voltaje	Absorción, flotación, silencioso y ecualización
Carga de compensación	Tiempo de inicio programable, punto de ajuste y duración de voltaje, finalización automática al completar
Compensación de la temperatura de la batería	Ajustable de 2 mV/celda/°C a 6 mV/celda/°C
Capacidad de reducción gradual de voltaje	Reducción de cualquier voltaje de matriz aceptable a cualquier voltaje de batería (ejemplo: matriz de 72 VCC a batería de 24 VCC)
Salida de control auxiliar programable	Señal de salida de 12 VCC que se puede programar para diferentes aplicaciones de control (máximo de 0,25 ADC)
Pantalla de estado	Indicadores luminosos
Pantalla y regulador remotos	Compatible con MATE3s
Cableado de red	Sistema exclusivo de red con conectores modulares RJ-45
Registro de datos	128 días
Rango operativo de temperatura3	Ambiente, -25 °C a 60 °C (-13 °F a 140 °F), potencia de salida reducida por encima de 25 °C
Calificación de protección de ingreso	IP54
Tipo de gabinete	3R
Clasificación de altura máxima	10.000 pies
Troquelados de conductos	Parte inferior y lados
Garantía	5 años
Peso (lb/kg)	Unidad: 18,3 / 8,3 Envío: 22 / 10
Dimensiones (alto x ancho x profundidad) (pulg./cm):	Unidad: 22 x 8,8 x 6 / 55,9 x 22,4 x 15,2 Envío: 25,5 x 12 x 10 / 64,8 x 30,5 x 25,4
Opciones	Sensor remoto de temperatura (RTS), HUB4, HUB10.3, MATE3s
Certificaciones	UL 1741, CSA C22.2 No. 107.1, IEC 62109-1
Tamaño mínimo del banco de baterías	100 Ah
Rango de carga (salida)	20 VCC a 68 VCC
Características adicionales	GFCI incorporado, ventilador de refrigeración reemplazable en campo

PHI 3.8™ BATTERY



CHEMISTRY	Lithium Ferro Phosphate (LFP) The safest Lithium Ion chemistry available No cobalt or risk of thermal runaway
OCPD	Built-in, accessible 80 Amp DC breaker on/off switch
BMS	Built-in Battery Management System
COMPATIBILITY	Compatible with all industry standard inverters and charge controllers Battery bank-to-inverter output sizing must adhere to a 2:1 ratio: $\text{battery quantity} = \frac{\text{inverter } kW_{AC} \text{ rating} \div \text{inverter efficiency}}{\text{battery MAX Continuous Discharge Rate (kW}_{DC})}$
MAINTENANCE	Maintenance-free No ventilation, cooling or thermal regulation required

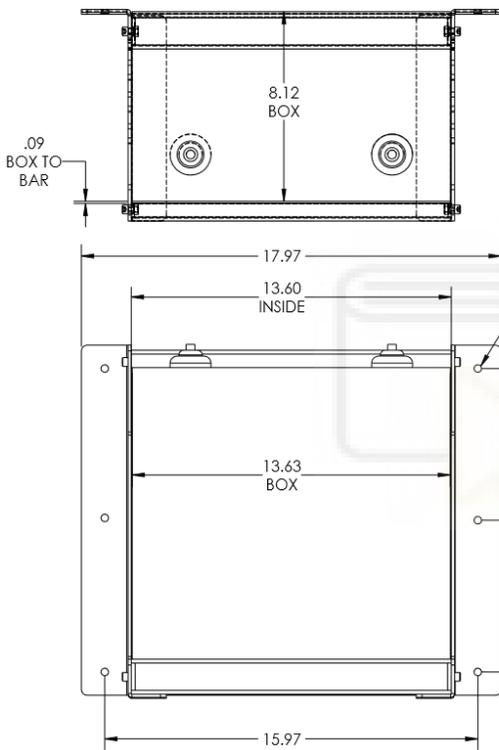
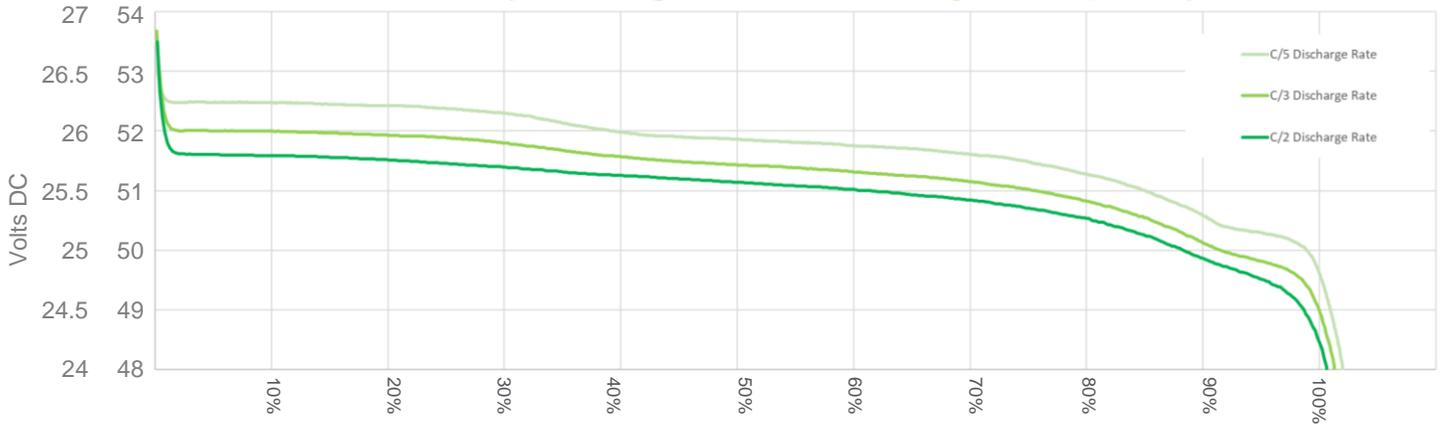
PHI 3.8 kWh Module	24V	48V
DC Voltages - Nominal	25.6 VDC	51.2 VDC
Amp-Hours	151 Ah	75 Ah
Rated kWh Capacity	3.8 kWh DC @ 100% DOD 3.04 kWh DC @ 80% DOD	3.8 kWh DC @ 100% DOD 3.04 kWh DC @ 80% DOD
MAX Discharge Rate (10 minutes)	60 Amps DC (1.53 kW DC)	60 Amps DC (3.07 kW DC)
MAX Continuous Discharge Rate	45 Amps DC (1.15 kW DC)	37.5 Amps DC (1.92 kW DC)
MAX Continuous Charge Rate	45 Amps DC (1.15 kW DC)	37.5 Amps DC (1.92 kW DC)
DC Voltage Range ¹	24 VDC to 28 VDC	48 VDC to 56 VDC
Depth of Discharge ¹	up to 100%	
Operating Efficiency	98%	
Charging Temperature ¹	32° to 120° F (0° to 49° C)	
Operating Temperature ¹	-4° to 140° F (-20° to 60° C)	
Storage Temperature	6 months: 14° to 77° F (-10° to 25° C) 3 months: -4° to 113° F (-20° to 45° C)	
Self-Discharge Rate	< 1% per month	
Cycle Life	10,000+ cycles (@ 80% DOD)	
Memory Effect	None	
Warranty	10 Years or 10,000 cycles (@ 80% DOD)	
Weight	78.24 lbs. (35.5 kg)	
Dimensions (W x H x D)	13.5 x 14 x 8 in. (15.5" H w/terminals) / 0.88 ft ³ (34.3 x 35.6 x 20.3 cm / 0.025 m ³)	

1. Max operating ranges. Refer to Warranty for recommended conditions.

- All specifications listed are typical/nominal and subject to change without notice.
- UN 3480, Lithium ion batteries, 9, II
- UL, CE, UN/DOT and RoHS compliant components - UL Compliant
- Designed and manufactured in California, USA

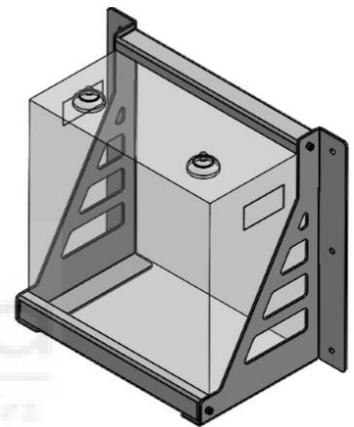
CERTIFIED
TO UL 1973

Battery Voltage VS. Discharged Capacity



PHI 3.8™ BATTERY

WITH WALL MOUNT BRACKET



Terminals	3/8 IN	10 MM
Battery Cables	6 AWG MINIMUM	
See Installation Manual for detailed wiring instructions.		

Short Circuit Current

Absolute discharge rate limits:

Based on	Amps DC
internal battery impedance	~2,000 A
battery management system	~200 A
built-in circuit breaker	80 A (continuous)
	200 A (1 second)
	400 A (100 microseconds)
	550 A (10 microseconds)

All PHI batteries monitor internal temperatures. Operating within the specified and warranted parameters ensures these temperatures are not exceeded and the battery is not adversely stressed. When critical temperatures are exceeded, the BMS will disconnect the battery from the DC Bus at indeterminate times and without notice/warning. Repeated exposure to these extremes adversely affects the health of the battery and voids the Warranty.

PHI 3.8™	24V	48V
Bulk & Absorb Charge	27.2 VDC	54.4 VDC
Absorb Time	1 HR	1 HR
Charge Controller Float Charge	27 VDC	54 VDC
Inverter Charging	2 STAGE NO FLOAT	
Equalization Charge	NONE	
Temperature Compensation	NONE	

Refer to the Integration Guide section of SimpliPhi's [Product Documentation](#) web page for inverter and/or charge controller specific settings. Must be followed to maintain PHI Warranty.

Radian E-Series™

50Hz, 230V Inverter/Chargers

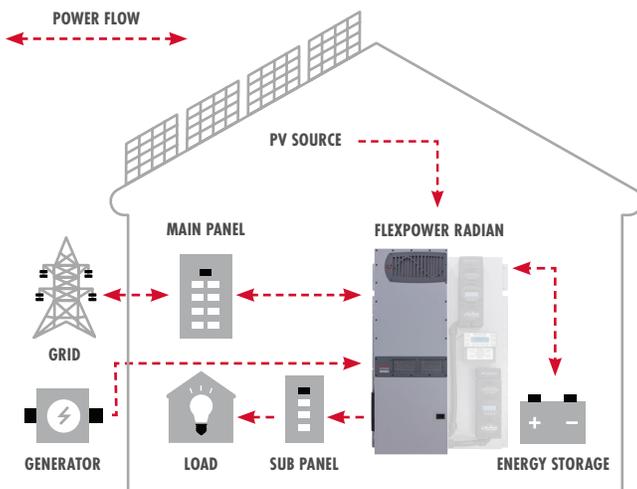


- Modular, stackable: up to nine units can be combined for three-phase operation and ten in parallel, single-phase operation
- Seven different programmable operating modes, with generator assist
- GridZero operating mode minimizes grid dependence in areas where incentives are changing and utility sell-back is limited
- 7000 and 3500VA of continuous power with dual AC inputs and peak operating efficiency of 96%
- Off-grid and grid-tied functionality in one unit
- Integrates both grid and generator with dual inputs

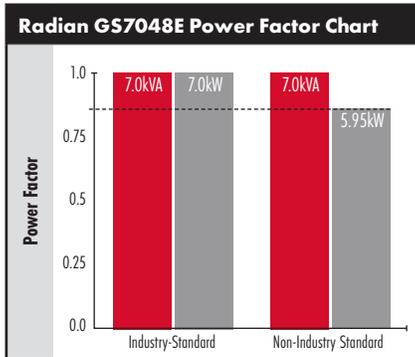
OutBack Power's acclaimed Radian Series made the benefits of solar technology available and accessible in one platform.

The Radian GS7048E and GS3548E features dual AC inputs for grid/generator flexibility with no external switching required, unparalleled surge capability and operational stability, easy field upgrade-ability and stacking capability for large system scaling, simplified system commissioning through a powerful, easy to use configuration wizard and multi-mode operational flexibility.

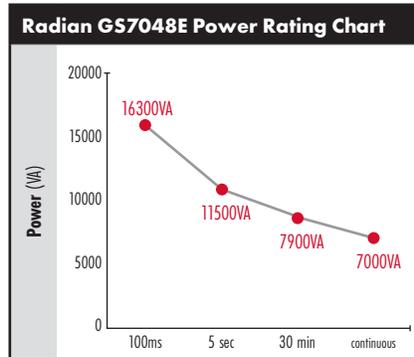
The Radian GS7048E and GS3548E incorporate OutBack's GridZero technology: energy management for self-generation and self-consumption programs providing precise balancing between using stored energy, solar and utility power, blending-in the latter to overcome surges and load spikes when needed.



Models:	GS7048E	GS3548E
Instantaneous Power (100ms)	16300VA	8200VA
Surge Power (5 sec)	11500VA	5800VA
Peak Power (30 min)	7900VA	4000VA
Continuous Power Rating (@ 25°C)	7000VA	3500VA
Nominal DC Input Voltage	48VDC	48VDC
AC Output Voltage (selectable)	230VAC (210 to 250VAC)	230VAC (210 to 250VAC)
AC Output Frequency (selectable)	50Hz (60Hz)	50Hz (60Hz)
Continuous AC Output Current (@ 25°C)	30AAC	15.2AAC
Idle Power	Invert mode, no load: 34W Search: 10W	Invert mode, no load: 34W Search: 10W
Typical Efficiency	92%	92%
Peak Efficiency	96%	96%
Total Harmonic Distortion	Typical: <2% Maximum: <5%	Typical: <2% Maximum: <5%
Output Voltage Regulation	±2%	±2%
AC Input Voltage Range (MATE3s Adjustable)	L-N: 170 to 290VAC	L-N: 170 to 290VAC
AC Input Frequency Range	50Hz: 45 to 55Hz 60Hz: 54 to 66Hz	50Hz: 45 to 55Hz 60Hz: 54 to 66Hz
Grid-Interactive Voltage Range	L-N: 208 to 252VAC	L-N: 208 to 252VAC
Grid-Interactive Frequency Range	50Hz: 47 to 51Hz 60Hz: 57 to 61Hz	50Hz: 47 to 51Hz 60Hz: 57 to 61Hz
Maximum AC Input Current	50AAC	50AAC
Maximum Utility Interactive Current	30A	15A
Continuous Battery Charge Output	100ADC	50ADC
Advanced Battery Charging	Flooded, gel, AGM, lithium-ion and flow chemistry	Flooded, gel, AGM, lithium-ion and flow chemistry
DC Input Voltage Range	40 to 64VDC	40 to 64VDC
Accessory Ports	Remote temperature sensor (included), MATE3s and HUB communications	Remote temperature sensor (included), MATE3s and HUB communications
Warranty	Standard 5 year, extended 10 year available	Standard 5 year, extended 10 year available
Weight (lb/kg)	Unit: 125 / 56.7 Shipping: 140 / 63.5	Unit: 82 / 37.2 Shipping: 94 / 42.6
Dimensions H × W × D (in/cm)	Unit: 28 × 16 × 8.7 / 71.1 × 40.6 × 22.1 Shipping: 34.5 × 21 × 14.5 / 87.6 × 53.3 × 36.8	Unit: 28 × 16 × 8.7 / 71.1 × 40.6 × 22.1 Shipping: 34.5 × 21 × 14.5 / 87.6 × 53.3 × 36.8
Temperature Range	Rated: -20 to 50°C Maximum: -40 to 60°C	Rated: -20 to 50°C Maximum: -40 to 60°C
Listings/Certifications	IEC 62477-1, AS4772, AS4773, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, AS3100, CE, RoHS compliant per directive 2011/65/EU	IEC 62477-1, AS4772, AS4773, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, AS3100, CE, RoHS compliant per directive 2011/65/EU



Power Rating Notes
 Inverters that specify power in VA but do not use the unity standard Power Factor (PF) could have misleading power specifications. Volt-amps (VA) is a total inverter output, while watts (W) represent the power consumed by the electrical loads. PF, which varies by types of loads, is the ratio of W to VA, and the difference between the two is power in the circuit that does no useful work. At 1.0PF (unity), all power is used. This is the industry standard used by OutBack Power.

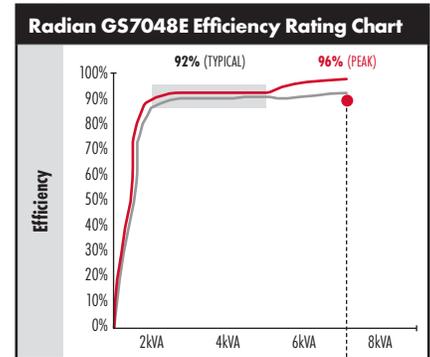


Instantaneous Power Rating
 Most stringent, massive load start GS7048E: 16300VA

Surge Power Rating
 Less stringent load start GS7048E: 11500VA

Peak Power Rating
 Frequent "heavy duty" load requirements GS7048E: 7900VA

Continuous Power Rating
 Sustained "real world" load requirements GS7048E: 7000VA



INVERTING | **SELLING**

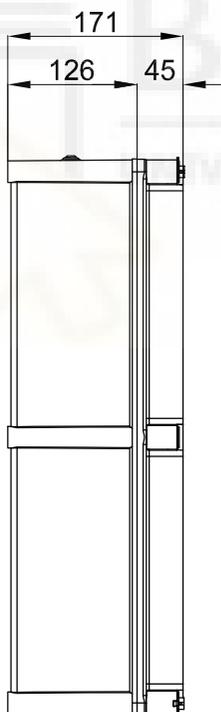
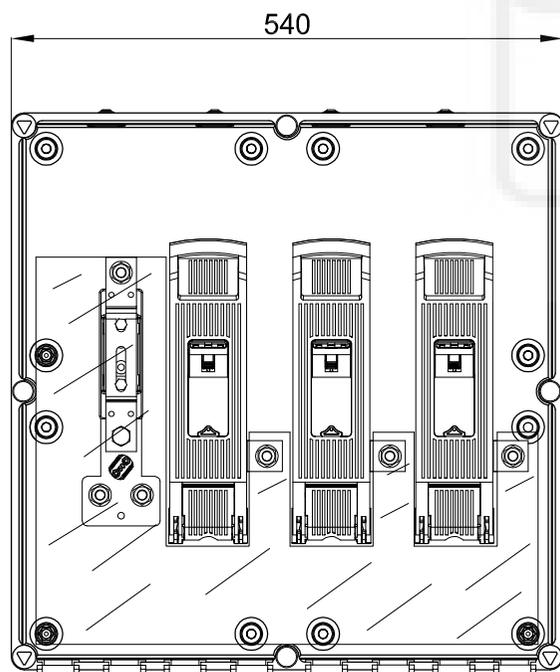
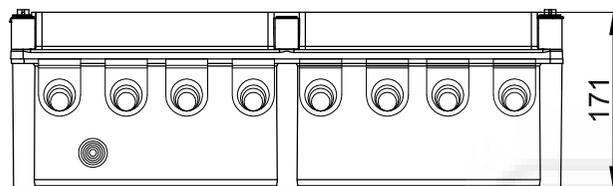
Peak Efficiency Rating
 Highest efficiency rating achievable GS7048E: 96%

Typical Efficiency Rating
 Real world efficiency with variable loads GS7048E: 92%

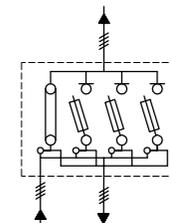


REFERENCIA CAHORS: 0446440

REFERENCIA IBERDROLA: 76500018



ESQUEMA ELECTRICO:



CARACTERISTICAS:

- Tensión asignada: 500V
- Intensidad asignada: 250A
- Grados de protección: IP31D, IK08
- Tres bases seccionables en carga tamaño BUC-1 250A
- Neutro seccionable con borne puesta a tierra de 50mm²
- Esquema 10
- Bornes de entrada mediante tornillo Inox M10
- Bornes de salida mediante tornillo Inox M10

NORMAS:

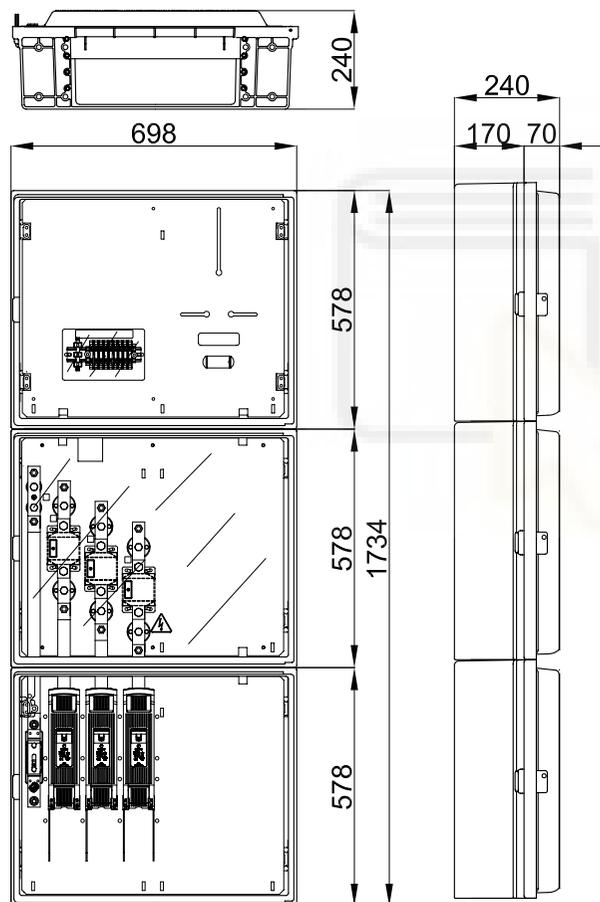
- UNE-EN 60439
- UNE-EN 20324
- UNE-EN 50102
- REBT ITC BT13
- DIRECTIVA 
- UNE-EN 60947
- NI 76.50.01
- NI 76.01.02

UTILIZACION:

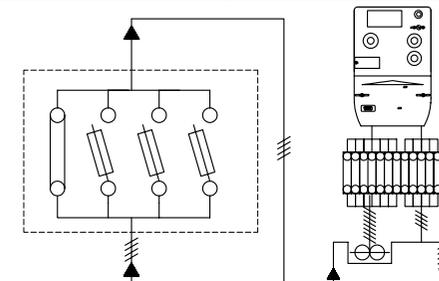
- Protección de la línea general de alimentación en una instalación de enlace
- Instalación en fachada exterior de los edificios o muros de cierre
- Montaje superficial, empotrada o en nicho de acuerdo al REBT

REFERENCIA CAHORS: 0255263

REFERENCIA IBERDROLA: 4272102



ESQUEMA ELECTRICO:



CARACTERISTICAS:

- Tensión asignada: 400V
- Intensidad asignada: 300A
- Grados de protección IP43, IK09
- Tres juegos de pletinas de Cu 30x5 mm para instalación de transformadores de intensidad tipo CAP
- Pletina neutro Cu 145x30x5 mm
- Bloque de bornes de comprobación de 10 elementos 10E-6I-4T
- Tres bases seccionables en carga tamaño BUC-2 400A
- Bornes de entrada y salida mediante tornillo Inox M10

NORMAS:

- | | |
|---|----------------|
| - UNE-EN 60439 | - UNE-EN 60947 |
| - UNE-EN 20324 | - NI 42.72.00 |
| - UNE-EN 50102 | - NI 76.84.01 |
| - REBT ITC BT 13 | - NI 72.58.01 |
| - DIRECTIVA  | |

UTILIZACION:

- Medida de suministros eléctricos individuales
- Instalación en fachada exterior de los edificios o muros de cierre
- Montaje empotrable de acuerdo REBT

CIL | **gPV**
CILINDRICOS
fusibles

Los fusibles cilíndricos 10x38 y 14x51 gPV DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.000/1.100V DC.

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19).

Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases modulares PMX.



10x38

U **1000V DC**

PODER DE CORTE **30kA**

NORMAS

NEUTRO

I_n (A)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
1	491601	10/100
2	491602	10/100
3	491604	10/100
4	491605	10/100
5	491606	10/100
6	491610	10/100
8	491615	10/100
10	491620	10/100
12	491625	10/100
15	491629	10/100
16	491630	10/100
20	491635	10/100
	431000	10/100



491635



14x51

U **1100V DC**

PODER DE CORTE **10kA**

U **1000V DC**

PODER DE CORTE **30kA**

NEUTRO

15	491647	10/50
20	491648	10/50
25	491650	10/50
32	491655	10/50
	432000	10/50



491655

NORMAS

IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL 248-19

DIMENSIONES

PAG 18
PAG 19

CARACTERISTICAS t-I

PAG 18
PAG 19

**COEFICIENTE REDUCCION
TEMPERATURA AMBIENTE**

PAG 43

**COMPATIBLE
PORTAFUSIBLES PMX**

PAG 11

**COMPATIBLE
CONTACTO PINZA FUSIBLES Ø10**

PAG 13

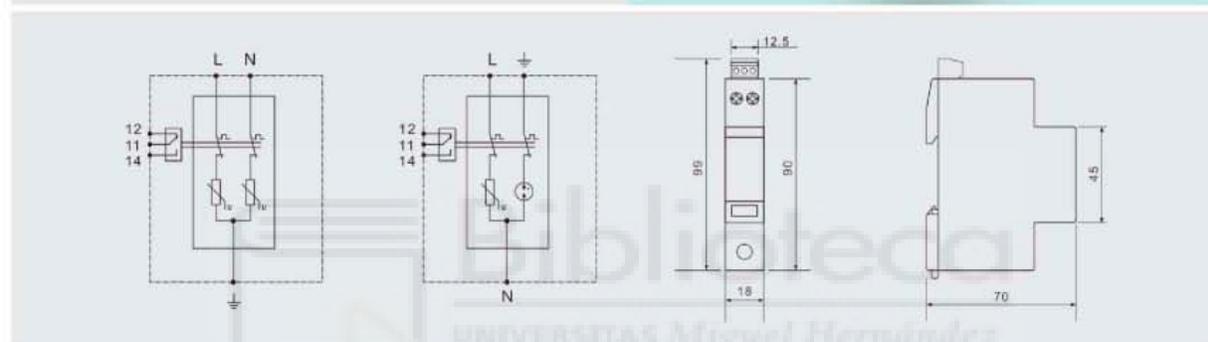


Let all the circuits get surge protected

www.britecelectric.com



BR-10DP Type 3 Surge Arrester



■ Type 3 surge arrester is installed between LPZ2 and LPZ3, it can provide protection for equipments.

	BR30-10DP	BR75-10DP	BR150-10DP	BR275-10DP
SPD classification according to EN61643-11	Type 3	Type 3	Type 3	Type 3
SPD classification according to IEC61643-11	Class III	Class III	Class III	Class III
Norminal a.c. voltage U_n	24V	60V	120V	230V
Max. continuous operating a.c. voltage U_c	30V	75V	150V	275V
Max. continuous operating d.c. voltage U_c	38V	100V	190V	300V
Nominal discharge current (8/20 μ s) I_n	5kA	5kA	5kA	5kA
Combined impulse U_{oc}	10kV	10kV	10kV	10kV
Voltage protection level U_p	≤ 200 V	≤ 500 V	≤ 700 V	≤ 1100 V
Response time t_A	≤ 25 ns	≤ 25 ns	≤ 25 ns	≤ 25 ns
Operating temperature range T_u	-40°C-80°C	-40°C-80°C	-40°C-80°C	-40°C-80°C
Operating state/fault indication	green/red	green/red	green/red	green/red
Cross-section area (Min.)	2.5mm ²	2.5mm ²	2.5mm ²	2.5mm ²
Cross-section area (Max.)	16mm ²	16mm ²	16mm ²	16mm ²
For mounting on	35mm Din rail	35mm Din rail	35mm Din rail	35mm Din rail
Enclosure material	Thermal plastic UL94-V0			
Degree of protection	IP20	IP20	IP20	IP20
Order Code 2P	B8237	B8235	B8359	B8231
Order Code (with remote signal) 2P	B8238	B8236	B8234	B8232
Order Code 1+1	B8337	B8335	B8333	B8331
Order Code (with remote signal) 1+1	B8338	B8336	B8334	B8332

SGS1 Surge Protective Device

Type	Number of Poles	Max.Cont. operating voltage Uc(V)	Max. discharge current Imax (8/20) per pole(kA)	Nominal discharge current In (8/20) per pole (kA)	Voltage protection level up(kV)	Applicable grounding system
SGS1-C/1-140-15	1	140	15	40	<0.8	Under AC110V and DC
SGS1-C/1-275-20	1	275	20	40	<1.2	TN-C, IT, TN-S
SGS1-C/1-320-20	1	320	20	40	<1.5	TN-C, IT, TN-S
SGS1-C/1-385-20	1	385	20	40	<1.8	TT
SGS1-C/1-420-20	1	420	20	40	<2.0	TT
SGS1-C/1-550-20	1	550	20	40	<2.8	AC380V
SGS1-C/2-140-15	2	140	15	10	<0.8	Under AC110V and DC
SGS1-C/2-275-20	2	275	20	40	<1.2	TN-C, IT, TN-S
SGS1-C/2-320-20	2	320	20	40	<1.5	TN-C, IT, TN-S
SGS1-C/2-385-20	2	385	20	40	<1.8	TT
SGS1-C/2-420-20	2	420	20	40	<2.0	TT
SGS1-C/2Q-320-20	3	320	20	40	<1.5	TN-C, IT, TN-S
SGS1-C/2Q-385-20	3	385	20	40	<2.0	TN-C, IT, TN-S
SGS1-C/3N-320-20	3	320	20	40	<1.5	"3+1" Compage
SGS1-C/3N-385-20	3	385	20	40	<1.8	"3+1" Compage
SGS1-C/3N-420-20	3	420	20	40	<2.0	"3+1" Compage
SGS1-C/3-320-20	3	320	20	40	<1.5	TN-C, TN-C-S, TN-S
SGS1-C/3-385-20	3	385	20	40	<1.8	TN-C, TN-C-S, TN-S
SGS1-C/3-420-20	3	420	20	40	<2.0	TN-C, TN-C-S, TN-S
SGS1-C/4-275-20	4	275	20	40	<1.2	TN-C, TN-C-S, TN-S
SGS1-C/4-320-20	4	320	20	40	<1.5	TN-C, TN-C-S, TN-S
SGS1-C/4-385-20	4	385	20	40	<1.8	TT
SGS1-C/4-420-20	4	420	20	40	<2.0	TT



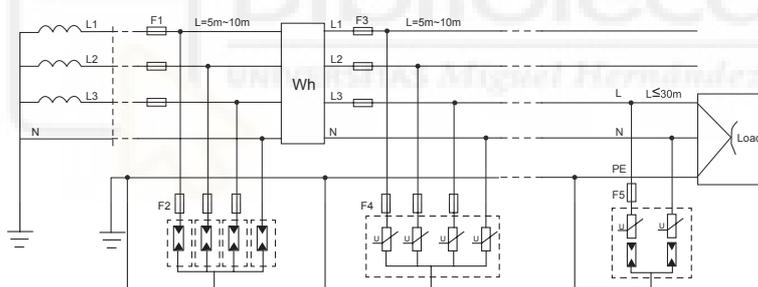
1. Technical data

Technic SG data DFG		SGS1-D/ []-140-5	SGS1-D/ []-275-5	SGS1-D/ []-320-5	SGS1-D/ []-385-5	SGS1-D/ []-420-5	SGS1-C/ []-140-15	SGS1-C/ []-275-20	SGS1-C/ []-320-20	SGS1-C/ []-385-20	SGS1-C/ []-420-20	SGS1-C/ []-550-20	SGS1-B/ []-320-30	SGS1-B/ []-385-30	
Max.continuous operationSG vol.(Uc)	Type	140V	275V	320V	385V	420V	140V	275V	320V	385V	420V	550V	320V	385V	
Level of vol. protection(U _p <)		0.8kV	1.2kV	1.5kV	1.8kV	2.0kV	0.8kV	1.2kV	1.5kV	1.8kV	2.0kV	2.5kV	2.0kV	2.5kV	
NominSG discharge current I _n (8/20us)kA		5	5	5	5	5	15	20	20	20	20	20	30	30	
Max discharge current I _{max} (8/20us)kA		10	10	10	10	10	40	40	40	40	40	40	60	60	
	ns	< 25					< 25					< 25			
Pole width(mm)							18								
Colour		yellow					gray					red			
Protection degree		IP20					IP20					IP20			
MetirSG of cover		PBT					PBT					PBT			
Circuit current		10~16A					25~32A					25~32A			
Wiring	L, N	2.5~35mm ²					2.5~35mm ²					2.5~35mm ²			
	PE	4.0~35mm ²					4.0~35mm ²					4.0~35mm ²			

2. How to select surge protectors

- The voltage should be $\leq U_c$;
- $U_p <$ maximum impulse withstands;
- Different protectors should be selected according to various grounding system and protection mode.

3. Allocation of surge protectors under TT system

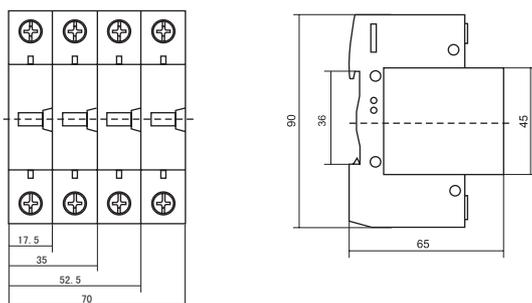


SGS1-B series surge protector
 Lightning protection area the boundary between LPZ0 & LPZ1
 Protection category:B
 Over-voltage mounting category:III
 Rated impulse withstand voltage:4000V
 Parameters of discharge:U_{imp} and I_n
 Master power distribution cabinet

SGS1-C series surge protector
 Lightning protection area the boundary between LPZ1 & LPZ2
 Protection category:C
 Over-voltage mounting category:II
 Rated impulse withstand voltage:2500V
 Parameters of discharge:I_{max} and I_n
 Branch power distribution cabinet

SGS1-D series surge protector
 Lightning protection area the boundary between LPZ2 & LPZ3
 Protection category:D
 Over-voltage mounting category:I
 Rated impulse withstand voltage:1500V
 Parameters of discharge:U_{oc} and I_{sc}
 Terminal of power distribution

4. Overall and Mounting Dimensions



Technical data

S800PV-SP

3

S800PV-SP		
General Data		
Tripping characteristics		B
Standards		IEC / EN 60947-2 and Annex P
Poles		2 ... 4
Rated current I_e	A	5 ... 125
Rated frequency f	Hz	–
Rated insulation voltage U_i acc. to IEC/EN 60664-1	V	DC 1500
Rated impulse withstand voltage U_{imp} . (1.2/50 μ s)	kV	8
Overvoltage category		III
Pollution degree		2
Suitability for isolation		yes
Data acc. to IEC/EN 60947-2		
Rated operational voltage U_e	V	2-pole DC 800V: 5 ... 125 A 3-pole DC 1200V: 5 ... 125 A 4-pole DC 1500V: 5 ... 125 A
Min. operating voltage	V	–
Rated ultimate short-circuit capacity I_{cu}	kA	5 ... 16 A acc. IEC 60947-2 Annex P. $I_{cu} = 5$ kA 20 ... 125 A, acc. IEC 60947-2, $I_{cu} = 5$ kA 20 ... 125 A, acc. IEC 60947-2 Annex P. $I_{cu} = 3$ kA
Rated service short-circuit capacity I_{cs}	kA	$I_{cu} = I_{cs}$
Reference temperature for tripping characteristics		40 °C
Electrical and Mechanical Endurance	ops.	acc. to Annex P: 5 ... 16 A: 300 electrical cycles 9700 mechanical cycles acc. to IEC 60947-2 (general part): 20 ... 100 A: 1500 electrical cycles 8500 mechanical cycles 125 A: 1000 electrical cycles 9000 mechanical cycles
Mechanical Data		
Housing		Material group I, RAL 7035
Toggle		black, lockable
Classification acc. To NF F 126-101, NF F 16-102		–
Protection degree acc. to EN 60529		IP20; IP40 (actuating end only)
Shock resistance acc. to IEC/EN 60068-2-30		IEC 61373 Cat. 1 Class B, 5 g / 30 ms acc. To IEC 60068-27 Test Ea
Vibration resistance acc. to IEC/EN 60068-2-6		IEC 60068-2-6 Test Fc; 2–13.2 Hz/1 mm 13.2–100 Hz/0.7 g with load 100 % x I_e
Environmental conditions (damp heat) acc. to IEC/EN 60068-2-30	°C/RH	12 + 12 cycle with 55 °C/90–96 % and 25 °C/95–100 %
Environmental conditions (dry heat) acc. to IEC/EN 60068-2-2 Test B	°C/RH	16 hours 55 °C/2 hours 70 °C with damp heat 55 %
Ambient temperature	°C	–25 ... +60
Storage temperature	°C	–25 ... +70
Installation		
Terminal		Failsafe cage or ringlug terminal
Connections (top/bottom) – C_u only	mm ²	1 ... 50 stranded 1 ... 70 flexible
Tightening torque	Nm in-lbs.	3.5 31
Screwdriver		POZI 2
Mounting		any
Mounting position		any
Supply		any
Dimensions and weight		
Pole dimensions (H x L x W)	mm	95 x 26.5 x 82.5
Pole weight	g	240

Technical data

S800PV*

Typical internal resistances and power losses at 25 °C ambient temperature (per pole)

3

Rated current I _n [A]	Internal resistance R _i [mΩ]		Power loss P _v [W]	
	PV-SP	PV-SD	PV-SP	PV-SD
10	15.2		1.5	
13	12.1		2.0	
16	12.1		3.1	
20	8.7		3.5	
25	6.8		4.3	
32	3.1	1.8	3.2	1.8
40	2.3		3.7	
50	1.7		4.3	
63	1.6	0.9	6.4	3.6
80	1.0		6.4	
100	0.8		8.0	
125	0.6	0.5	9.4	7.8

For the effects of temperatures not given in the above table, please get in touch with your ABB contact.



Hoja de características del producto

Características

GV7RE150

Disyuntor-motor magnetotérmico GV7RE - 90/150A



Principal

Gama	TeSys
Nombre del producto	TeSys GV7
Nombre corto del dispositivo	GV7R
Aplicación del dispositivo	Motor
Número de polos	3P
Tipo de red	CA
Categoría de empleo	AC-3 acorde a IEC 60947-4-1
Frecuencia de red	50/60 Hz acorde a IEC 60947-4-1
Capacidad de corte	35 kA Icu en 440 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 85 kA Icu en 220/240 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 35 kA Icu en 380/415 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 25 kA Icu en 500 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 8 kA Icu en 660/690 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Ics] poder de corte de servicio nominal en cortocircuito	100 % en 440 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 100 % en 220/240 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 100 % en 380/415 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 50 % en 500 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 50 % en 660/690 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
Thermal protection adjustment range	90...150 A
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético

Complementario

Tipo de montaje	Mediante tornillos Por clips
Soporte de montaje	Empotrado Carril Montaje en panel Kit de fijación de aparamenta
Posición de montaje	Vertical
Potencia del motor en kW	110 kW en 660...690 V CA 50/60 Hz 55 kW en 400...415 V CA 50/60 Hz 75 kW en 400...415 V CA 50/60 Hz 75 kW en 500 V CA 50/60 Hz 90 kW en 500 V CA 50/60 Hz 90 kW en 660...690 V CA 50/60 Hz
Tipo de control	Palanca basculante

[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	750 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Ith] Corriente térmica convencional	150 A acorde a IEC 60947-4-1
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV acorde a IEC 60947-2
Power dissipation per pole	8.7 W
Potencia total disipada por polo	8,7 W
Durabilidad mecánica	40000 ciclos
Durabilidad eléctrica	20000 ciclos para AC-3 en 440 V In 40000 ciclos para AC-3 en 440 V In/2
Maximum operating rate	25 cyc/h
Servicio nominal	Continuo acorde a IEC 60947-4-1
Paso de conexión	35 mm sin travesaños 45 mm con travesaños
Conexiones - terminales	Barras Cable con terminal - diametro externo 10 mm Tornillo Conectores cable pelado 1,5...95 mm ²
Par de apriete	10 N.m en tornillo M6 15 N.m en conectores cable pelado 1,5...95 mm ²
Resistencia mecánica	Impactos, estado 1 15 Gn para 11 ms acorde a IEC 60068-2-27 Vibraciones, estado 1 2.5 Gn, 0...25 Hz acorde a IEC 60068-2-6
Poder de seccionamiento	Sí acorde a IEC 60947-1
Sensibilidad de fallo de fase	Sí acorde a IEC 60947-4-1 § 7-2-1-5-2
Altura	161 mm
Anchura	105 mm
Profundidad	111 mm
Peso del producto	2,02 kg

Entorno

Normas	NF C 79-130 EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-4-1 VDE 0113 NF C 63-120 NF C 63-650 VDE 0660 EN/IEC 60947-2
Certificaciones de producto	DNV UL
Tratamiento de protección	TC
Grado de protección IP	IP405 acorde a IEC 60529 - tipo de cable: con carenados terminales)
Grado de contaminación	3
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-55...95 °C
Resistencia al fuego	960 °C acorde a IEC 60695-2-1
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m

Unidades de embalaje

Peso del paquete 1	1,958 kg
Paquete 1 Altura	14,000 cm
Paquete 1 ancho	14,000 cm
Paquete 1 Longitud	17,000 cm

Sostenibilidad de la oferta

Directiva RoHS UE	No aplica, fuera del alcance de la normativa RoHS UE
-------------------	--

Información Logística

País de Origen ES

Garantía contractual

Periodo de garantía 18 months



5.13 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

5.13.1. Cuadro de mano de obra

Num. Código	Denominación de la mano de obra	Precio	Horas	Total
1 MOOA.8a	Oficial 1º construcción.	20,380	1,400 h	28,53
2 O01OB200	Oficial 1ª Electricista	18,490	716,510 h.	13.252,29
3 MOOA12a	Peón ordinario construcción.	17,110	1,800 h	30,80
4 MOOE11a	Especialista electricidad.	15,700	1.014,160 h	15.896,52
5 O01OA060	Peón especializado	10,320	20,000 h.	206,00
			Total mano de obra:	29.414,14



5.13.2. Cuadro de materiales

Num. Código	Denominación del material	Precio	Cantidad	Total
1 0103	Inversor trifásico 7000VA	3.200,000	12,000 u	38.400,00
2 0104	Batería de litio 3,8 kWh	2.650,000	72,000 u	190.800,00
3 0102	Inversor trifásico 7000 VA GS7048W	1.100,000	16,000 u	17.600,00
4 0301	Interruptor magnetotérmico 150 A tetrapolar	254,440	2,000 u	508,88
5 0306	Caja de conexiones 3 arrays	240,000	16,000 u	3.840,00
6 0403	Caja general de protección y medida	175,000	1,000 u	175,00
7 0402	CGP esquema 10	171,820	1,000 u	171,82
8 0101	Módulo fotovoltaico 415 Wp	120,000	240,000 u	28.800,00
9 0303	Interruptor automático 32 A	95,000	16,000 u	1.520,00
10 0305	Protección frente a sobretensiones ca	64,000	8,000 u	512,00
11 0304	Protección frente a sobretensiones	52,000	32,000 u	1.664,00
12 PILS.1bfa	Señal riesgo eléctrico según normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	23,450	2,000 u	46,90
13 0401	Clavija estanca 5 polos	15,000	1,000 u	15,00
14 0202	Cable XTREM H07RN-F 120 mm2	14,550	200,000 m	2.910,00
15 0203	Cable XTREM H07RN-f 95 mm2	11,670	4.000,000 m	46.680,00
16 PIEP.1b	Electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 1.5 metros, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	9,880	2,000 u	19,76
17 0201	Cable XTREM H07RN-F 35 mm2	4,600	1.000,000 m	4.600,00
18 0205	Cable cobre 35 mm2	1,210	100,000 m	121,00
19 0204	Cable XTREM H07RN-F 4 mm2	0,680	1.248,000 m	848,64
20 0302	Fusible gPV 10 A	0,620	48,000 u	29,76
21 0207	Manguito MC4 macho y hembra	0,080	432,000 u	34,56
			Total materiales:	339.297,32

5.13.1 PRECIOS AUXILIARES

El presente proyecto no ha considerado la inclusión de ningún precio auxiliar para la correspondiente confección del presupuesto.



5.13.4. Anejo de justificación de precios

Num.	Código	Ud	Descripción		Tot al
1	01.01	u	<p>Suministro e instalación módulo fotovoltaico conexión a red de 415 Wp, 2x72 células, monocristalino.</p> <p>Vmp. 42,00V. Imp. 9,88 A, eficiencia del módulo 20,68%. Medidas: 2015x996x40mm . Peso 22,7 kg. Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.</p> <p>Totalmente montado, conectado y probado.</p> <p>Incluye: Replanteo y conexión.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>		
	0010B200	1,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	18,49
	MOOE11a	1,000 h	Especialista electricidad	15,700	15,70
	0101	1,000 u	Módulo fotovoltaico 415 Wp	120,000	120,00
		3,000 %	Costes indirectos	154,190	4,630
			Total por u		158,82
			Son CIENTO CINCUENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS por u.		
2	01.02	u	<p>Regulador de carga para el control de la carga y descarga del acumulador del sistema fotovoltaico, con 100 A de corriente de entrada y hasta 300 V en corriente continua de entrada. Compatible con bancos de baterías de 24, 36 y 48 Vcc.</p>		
	0010B200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	3,70
	0102	1,000 u	Inversor trifásico 7000 VA GS7048W	1.100,000	1.100,00
		3,000 %	Costes indirectos	1.103,700	33,110
			Total por u		1.136,81
			Son MIL CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS por u.		
3	01.03	u	<p>Inversor trifásico 7 kVA marca OutBack modelo GS7048E Vmpp 170-290 V. IP 65. Inversor sin transformador. . Imax entrada 145 A. . Potencia nominal salida 7 KVA. Imax salida 145 A. Rango de frecuencia 50 - 60 Hz. Dimensiones 87.6 x 53.3 x 36.8 mm. Peso 63,5 kg.</p>		
	0010B200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	3,70
	0103	1,000 u	Inversor trifásico 7000VA	3.200,000	3.200,00
		3,000 %	Costes indirectos	3.203,700	96,110
			Total por u		3.299,81
			Son TRES MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS por u.		
4	01.04	u	<p>Batería de litio con capacidad de almacenamiento 3,8 kWh. 48 Vcc. Intensidad de salida descarga</p>		

Num.	Código	Ud	Descripción		Tot al
			rápida (10 minutos) 60 A. Intensidad de salida descarga continua 37,5 A. Rango de voltaje 48 Vdc - 56 Vdc. Dimensiones 34.3 x 35.6 x 20.3 cm / 0.025 m3. Peso 35,5 kg.		
	0010B200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	3,70
	0104	1,000 u	Batería de litio 3,8 kWh	2.650,000	2.650,00
		3,000 %	Costes indirectos	2.653,700	79,610
			Total por u		2.733,31

Son DOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS por u.

5	02.01	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 35 mm2. Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.		
	0010B200	0,060 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	1,11
	MOOE11a	0,120 h	Especialista electricidad	15,700	1,88
	0201	1,000 m	Cable XTREM H07RN-F 35 mm2	4,600	4,60
		3,000 %	Costes indirectos	7,590	0,230
			Total por m		7,82

Son SIETE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS por m.

6	02.02	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 120 mm2. Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.		
	0010B200	0,060 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	1,11
	MOOE11a	0,120 h	Especialista electricidad	15,700	1,88
	0202	1,000 m	Cable XTREM H07RN-F 120 mm2	14,550	14,55
		3,000 %	Costes indirectos	17,540	0,530
			Total por m		18,07

Son DIECIOCHO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS por m.

7	02.03	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 95 mm2. Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.		
	0010B200	0,060 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	1,11
	MOOE11a	0,120 h	Especialista electricidad	15,700	1,88
	0203	1,000 m	Cable XTREM H07RN-f 95 mm2	11,670	11,67
		3,000 %	Costes indirectos	14,660	0,440
			Total por m		15,10

Num.	Código	Ud	Descripción		Tot al
Son QUINCE EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS por m.					
8	02.04	m	Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE-EN 60228/ IEC 60228. Sección 4 mm ² . Tensión nominal 450/750 V. Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8). Fabricado y comprobado de acuerdo con la norma EN 50525-2-21eIEC 60245.		
	0010B200	0,060 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	1,11
	MOOE11a	0,120 h	Especialista electricidad	15,700	1,88
	0204	1,000 m	Cable XTREM H07RN-F 4 mm ²	0,680	0,68
		3,000 %	Costes indirectos	3,670	0,110
Total por m					3,78
Son TRES EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m.					
9	02.05	m	Conducción de puesta a tierra instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0010B200	0,100 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	1,85
	0010A060	0,200 h.	Peón especializado	10,320	2,06
	0205	1,000 m	Cable cobre 35 mm ²	1,210	1,21
		3,000 %	Costes indirectos	5,120	0,150
Total por m					5,27
Son CINCO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS por m.					
10	02.06	u	Piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 1.5 metros, incluso hincado y conexiones, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0010B200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	3,70
	PIEP.1b	1,000 u	Electrodo pica a ø14mm lg1.5m	9,880	9,88
		3,000 %	Costes indirectos	13,580	0,410
Total por u					13,99
Son TRECE EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por u.					
11	02.07	u	Elemento de unión de los cables de conexión entre paneles		
	0010B200	0,020 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	0,37
	0207	1,000 u	Manguito MC4 macho y hembra	0,080	0,08
		3,000 %	Costes indirectos	0,450	0,010
Total por u					0,46
Son CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS por u.					
12	03.01	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 150 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 35 kA, totalmente instalado, conectado y en		

Num.	Código	Ud	Descripción		Tot al
			correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0010B200	0,400 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	7,40
	0301	1,000 u	Interruptor magnetotérmico 150 A tetrapolar	254,440	254,44
		3,000 %	Costes indirectos	261,840	7,860
			Total por u		269,70
			Son DOSCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS por u.		
13	03.02	u	Fusible cilíndrico 10x38 de intensidad nominal 10 A y poder de corte 30 kA. Tensión admisible hasta 1000 Vcc.		
	0010B200	0,080 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	1,48
	0302	1,000 u	Fusible gPV 10 A	0,620	0,62
		3,000 %	Costes indirectos	2,100	0,060
			Total por u		2,16
			Son DOS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS por u.		
14	03.03	u	Suministro e instalación de interruptor diferencial de intensidad nominal 32 A bipolar con intensidad nominal de defecto 30 mA, 250 V para corriente continua Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0010B200	0,600 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	11,09
	0303	1,000 u	Interruptor automático 32 A	95,000	95,00
		3,000 %	Costes indirectos	106,090	3,180
			Total por u		109,27
			Son CIENTO NUEVE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS por u.		
15	03.04	u	Protección frente a tensiones superiores de 300 V. Tiempo de respuesta igual o menor a 25 ns.		
	0010B200	0,600 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	11,09
	0304	1,000 u	Protección frente a sobretensiones cc	52,000	52,00
		3,000 %	Costes indirectos	63,090	1,890
			Total por u		64,98
			Son SESENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS por u.		
16	03.05	u	Protección frente a tensiones de hasta 1200 V y 20kA.		
	0010B200	0,600 h.	Oficial 1ª Electricista	18,490	11,09
	0305	1,000 u	Protección frente a sobretensiones ca	64,000	64,00
		3,000 %	Costes indirectos	75,090	2,250

Num.	Código	Ud	Descripción		Tot al
				Total por u	77,34
			Son SETENTA Y SIETE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS por u.		
17	03.06	u	Instalación y suministro de caja de conexiones para 3 arrays donde alojar diversos elementos protectores de la instalación.		
	0010B200		0,600 h. Oficial 1ª Electricista	18,490	11,09
	0306		1,000 u Caja de conexiones 3 arrays	240,000	240,00
			3,000 % Costes indirectos	251,090	7,530
				Total por u	258,62
			Son DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS por u.		
18	04.01	u	Tomas de corriente industriales conforme a la UNE-EN 60309-2. 125 A. Tensión 346/415 V. Grado de protección IP 67.		
	0010B200		0,250 h. Oficial 1ª Electricista	18,490	4,62
	0401		1,000 u Clavija estanca 5 polos	15,000	15,00
			3,000 % Costes indirectos	19,620	0,590
				Total por u	20,21
			Son VEINTE EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS por u.		
19	04.02	u	Caja de protección tipo esquema 10. Intensidad asignada 250/400 A. Provista de bornes de 6-240 mm, colocada para acometida subterránea, realizada con material autoextinguible y autoventilada, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOOA.8a		0,400 h Oficial 1ª construcción	20,380	8,15
	MOOA12a		0,800 h Peón ordinario construcción	17,110	13,69
	O010B200		1,000 h. Oficial 1ª Electricista	18,490	18,49
	0402		1,000 u CGP esquema 10	171,820	171,82
			3,000 % Costes indirectos	212,150	6,360
				Total por u	218,51
			Son DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS por u.		
20	04.03	u	Suministro e instalación en suelo de caja de protección y medida para un suministro trifásico compuesta por 1 contador, bases cortacircuitos y bloque de comprobación, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, conforme el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOOA.8a		1,000 h Oficial 1ª construcción	20,380	20,38
	MOOA12a		1,000 h Peón ordinario construcción	17,110	17,11
	O010B200		1,500 h. Oficial 1ª Electricista	18,490	27,74
	0403		1,000 u Caja general de protección y medida	175,000	175,00

Num.	Código	Ud	Descripción		Tot al
		3,000 %	Costes indirectos	240,230	7,210
			Total por u		247,44
			Son DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por u.		
21	05.01	u	Base flotante sobre la que se asientan los paneles fotovoltaicos. Incluido instalación.		
			Sin descomposición		35,922
		3,000 %	Costes indirectos	35,922	1,078
			Total por u		37,00
			Son TREINTA Y SIETE EUROS por u.		
22	05.02	u	Base flotante auxiliar del módulo flotante sobre la que se asientan los paneles fotovoltaicos. Incluido instalación.		
			Sin descomposición		20,388
		3,000 %	Costes indirectos	20,388	0,612
			Total por u		21,00
			Son VEINTIUN EUROS por u.		
23	06.01	u	Partida correspondiente al presupuesto del estudio de Seguridad y Salud		
			Sin descomposición		3.398,058
		3,000 %	Costes indirectos	3.398,058	101,942
			Total por u		3.500,00
			Son TRES MIL QUINIENTOS EUROS por u.		
24	SREREBT	u	Señal triangular de riesgo eléctrico, normalizada, instalada conforme a Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002.		
	MOOE11a	0,200 h	Especialista electricidad	15,700	3,14
	PILS.1bfa	1,000 u	Señal Riesgo Eléctrico norm REBT	23,450	23,45
		3,000 %	Costes indirectos	26,590	0,800
			Total por u		27,39
			Son VEINTISIETE EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS por u.		

5.13 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Percepción de los principales problemas de España. En: Indicadores [en línea]. Madrid: CIS [Centro Investigaciones Sociológicas], 2020. [consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: http://www.cis.es/cis/export/sites/default/-Archivos/Indicadores/documentos_html/TresProblemas.html
- [2] RUBIO, Ricardo, 2020. La preocupación de los españoles por el medio ambiente logra su pico coincidiendo con la COP25 de Madrid. *Europa Press* [en línea]. 16 de enero [consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.europapress.es/sociedad/medio-ambiente-00647/noticia-preocupacion-espanoles-medio-ambiente-logra-pico-coincidiendo-cop25-madrid-20200116145314.html>
- [3] Green Deal: El camino para una Europa neutra climáticamente. En: Actualidad [en línea] Lugar desconocido: Comisión Europea, 2020 [consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: https://ec.europa.eu/spain/news/20191212_Europe-climate-neutral-2050_es
- [4] SILVA, Isabel. Los Gases de Efecto Invernadero y el cambio climático: datos y tendencias. *Puentes Digitales* [en línea]. [consulta: 19 de mayo de 2020]. Madrid: Puentes Digitales, 28 de enero de 2019. Disponible en: <https://puentesdigitales.com/2019/01/28/los-gases-de-efecto-invernadero-y-el-cambio-climatico-datos-y-tendencias/>
- [5] Protocolo de Kioto (pK). En: Sala de Prensa [en línea]. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia [consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/458-plantilla-cambio-climatico-14>
- [6] Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. En: Status of Treaties [en línea]. Nueva York: United Nations Treaty Collection, 2020 [consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XVII-7-a&chapter=27&lang=en

- [7] Acuerdo de París. En: Climate negotiations [en línea]. Lugar desconocido: Web oficial de la UE, [ca. 2020] [consulta 19 de mayo de 2020]. Disponible en: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es
- [8] MARTÍNEZ AHRENS, Jan, 2017. Trump retira a EE UU del Acuerdo de París contra el cambio climático. *El País* [en línea]. 2 de junio [consulta 19 de mayo de 2020]. Disponible en: https://elpais.com/internacional/2017/06/01/estados_unidos/1496342881_527287.html
- [9] IPCC [International Panel on Climate Change] [en línea]. ipcc.ch,2020 [consulta 19 de mayo 2020]. Disponible en: https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- [10] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. *Cambio Climático: Mitigación: GUÍA RESUMIDA DEL QUINTO INFORME DE EVALUACIÓN DEL IPCC GRUPO DE TRABAJO III* [2015] [consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/images/es/guia-resumida-gt3-mitigacion-ar5_tcm30-177779.pdf
- [11] Land take in Europe [en línea]. eea.eu, 20190 [consulta 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-3/assessment>
- [12] *Historia de la energía solar fotovoltaica* [en línea]. energiza.org, 2018 [consulta 20 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.energiza.org/index.php?option=com_content&view=article&id=624&catid=22&Itemid=111
- [13] *Los paneles solares de mayor eficiencia (2019-2020)*. sfe-solar.com [consulta 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/los-10-paneles-solares-mas-eficientes-del-mercado/>
- [14] LARRED PLAZA, Guillem. Diseño y Cálculo de una Plataforma Off-Shore para Facilitar el Acceso al mar a Personas con Movilidad Reducida [en línea]. Francisco Daniel Yebra Folgueral, dir. Trabajo Fin de Grado.

- Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2015 [consulta 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/81648/memoria+TFG.pdf>
- [15] FORGET, Astrid, 2011. *Manual de diseño de sistemas fotovoltaicos aislados* [en línea]. Lima [consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.astridforget.com/wp-content/uploads/2014/10/Manual-t%C3%A9cnico-AF-solar-FV-VF-110617.pdf>
- [16] Universidad de Alicante. SISTEMAS DE ACUMLACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. LEQA – Grupo de Electroquímica Aplicada y Electrocatálisis [en línea]. [consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://web.ua.es/es/leqa/sistemas-de-acumulacion-de-energia-electrica.html>
- [17] RODRÍGUEZ MAS, Fernando. Energía Fotovoltaica [apuntes]. 2018/2019, UMH, EPSE, Ingeniería de Comunicaciones.
- [18] Baterías para energía solar. Conceptos y tipos de baterías [en línea]. tecnosolar.com, 2016 [consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://tecnosolab.com/noticias/baterias-para-energia-solar-tipos/>
- [19] BATERÍAS DE FLUJO [en línea]. Cener.com, [consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.cener.com/documentacion/microrred-ficha-407.pdf>
- [20] Vanitec, 2019. How Vanadium Redox Flow Battery (VRFB) Works. En: *Youtube* [vídeo en línea]. Publicado el 9 de diciembre de 2019 [consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://vanitec.org/vanadium/VRFB>
- [21] ROCA, José A, 2017. Las 10 mayores plantas de fotovoltaica flotante en el mundo. *El periódico de la energía* [en línea]. 15 de mayo [consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-de-fotovoltaica-flotante-del-mundo/>
- [22] DISCOVER OUR HIDRELIO® FLOATING SOLAR TRACK-RECORD. En: *Ciel et terre* [en línea] [consulta: 20 de mayo de 2020] <https://www.ciel-et-terre.net/our-references/>

- [23] Swimsol [en línea]. swimsol.com, 2020 [consulta: 20 de mayo de 2020].
Disponible en: <https://swimsol.com>
- [24] Saclima Solar Fotovoltaica suministra y asesora técnicamente en la primera planta fotovoltaica flotante de España [en línea]. saclimafotovoltaica.com, 2017 [consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.energynews.es/paneles-fotovoltaicos-flotantes-el-ultimo-grito-en-tecnologia-solar/>
- [25] Redacción, 2020. Extremadura autoriza a Acciona Energía para construir un parque fotovoltaico flotante en el embalse de Sierra Brava. *El periódico de la energía* [en línea]. 24 de febrero [consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/extremadura-autoriza-a-acciona-energia-para-construir-un-parque-fotovoltaico-flotante-en-el-embalse-de-sierra-brava/>
- [26] PASTOR, Javier, 2020. Esta plataforma híbrida promete generar electricidad a partir de la energía solar, eólica y undimotriz. *Xataka* [en línea]. 26 de mayo [consulta: 21 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.xataka.com/energia/esta-plataforma-hibrida-promete-generar-electricidad-a-partir-energia-solar-eolica-undimotriz>
- [27] Redacción, 2018. La industria del transporte marítimo acuerda reducir sus emisiones de CO2. *La Vanguardia* [en línea]. 16 de abril [consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/natural/20180416/442615924969/acuerdo-industria-transporte-maritimo-reducir-emisiones-co2-contaminacion.html>
- [28] Noticias Parlamento Europeo. *Emisiones de aviones y barcos: datos y cifras (infografía)* [en línea]. europarl.europa.eu, 2019 [consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20191129STO67756/emisiones-de-aviones-y-barcos-datos-y-cifras-infografia>
- [29] *European shipping's climate record* [en línea]. transportenvironment.org, 2019 [consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en:

<https://www.transportenvironment.org/publications/european-shippings-climate-record>

- [30] ¿CUÁNTO CONTAMINA REALMENTE UN BUQUE?, 2016 [en línea]. En: *Revista del sector marítimo INGENIERÍA NAVAL* [consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://sectormaritimo.es/responsabilidad-medioambiental-eficiencia-del-transporte-maritimo>
- [31] Portliner [en línea]. portliner.nl, 2020 [consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.portliner.nl/>
- [32] Ecoship [en línea]. ecoship-pb.com, 2020 [consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://ecoship-pb.com/>
- [33] X Shore [en línea]. xshore.com, 2020 [consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.xshore.com/crafts>
- [34] Silent-Yachts [en línea]. silent-yachts.com, 2020 [consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.silent-yachts.com.au/>
- [35] Electromaps [en línea]. electromaps.com, 2020 [consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.electromaps.com/>
- [36] Google Maps [en línea]. google.es/maps, 2020 [consulta: 24 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.google.es/maps/place/Tabarca/@38.1667436,-0.4790131,466m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd624f91aaf9f517:0x99bd2ab6384eb113!8m2!3d38.1661903!4d-0.4820007>
- [37] Ficha técnica panel fotovoltaico modelo CSP16-72H (400-415 W) [en línea]. CSUNPOWER. [consulta 25 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.csun-power.com/index.php/product/prodetail.html?id=651&ctype=137>
- [38] Ficha técnica batería modelo PHI 3.8 [en línea]. SIMPLIPHI POWER. [consulta 25 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://simpliphipower.com/product/phi-3-8-battery/>

- [39] Ficha técnica regulador de carga modelo FLEXmax 100 [en línea]. OUTBACK [consulta 26 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.outbackpower.com/products/charge-controllers/flexmax-100>
- [40] Ficha técnica inversor GS7048E [en línea]. RADIANT [consulta 26 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.outbackpower.com/products/charge-controllers/flexmax-100>
- [41] ISIFLOATING [en línea]. isifloating.com, 2020 [consulta 26 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.isifloating.com/isifloating/>
- [42] IDAE [Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía], 2020. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Madrid [consulta] 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/solar-fotovoltaica>
- [43] PVGIS [en línea]. ec.europa.eu/jrc/en/pvgis, 2020 [consulta 27 de junio de 2020]. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#PVP
- [44] Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2017. GUÍA ITC-BT 19 “Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales”. Madrid [consulta: 30 de junio de 2020].