



UNIVERSITAT
JAUME•I

UNIVERSITAT JAUME I

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

***INSTALACIÓN DE ENERGÍAS
RENOVABLES PARA LA AUTOSUFICIENCIA
DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO A
VELA***

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTORA: María Giménez Amat

DIRECTOR: Néstor Aparicio Marín

Castellón, junio de 2020

Resumen

Este trabajo de fin de grado pretende diseñar las instalaciones necesarias para lograr la autosuficiencia de una embarcación de recreo a vela. El objetivo es que todos sus consumos sean alimentados con energías renovables, siendo la principal la solar fotovoltaica e incluyendo un estudio del posible aprovechamiento de la energía proveniente de las olas, el viento y otras fuentes renovables.

Se realizará un estudio detallado de todos los consumos eléctricos implicados en el mantenimiento y uso de una embarcación de recreo a vela de menos de 24 metros de eslora. Se analizará el potencial de las distintas alternativas que puedan ser aplicadas para lograr este propósito de autosuficiencia y se elegirán de entre ellas las que mejor se adapten a esta aplicación concreta. Se buscarán más los aspectos de eficiencia y sostenibilidad que los puramente económicos, algo típico en el mundo de la náutica.

El estudio se realizará sobre un modelo real de velero, por lo que se conocerán sus consumos reales mediante mediciones, así como las superficies disponibles para la instalación de paneles fotovoltaicos u otros tipos de generación. Por otro lado, se analizará la irradiancia concreta del puerto en el que se tiene el amarre en función de su orientación y de otros factores que puedan afectar al estudio energético. También se analizará tanto el viento como el oleaje en los alrededores del puerto.

Tras comparar las distintas opciones de generación, se elegirán las más viables, para las que se detallará su instalación en la embarcación. Se obtendrá también la autonomía mínima para la situación más desfavorable en función del número de tripulantes. Con estos datos se realizará el cálculo pertinente de la instalación que dará apoyo al consumo eléctrico de la embarcación. También se tendrá en cuenta que todos los componentes de las instalaciones sean capaces de soportar las condiciones adversas del medio marino, dada su singular dificultad de mantenimiento por factores como la salinidad, la humedad y la constante exposición directa al sol, que afectan tanto a la vida útil de las placas como a su eficiencia.

El trabajo incluirá los planos de la instalación eléctrica, incluyendo vistas 3D, documentos técnicos de los aparatos que se vayan a instalar en la embarcación, pliego de condiciones, presupuesto y normativa aplicable. La *ITC-BT-42. Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo* indica que los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del REBT.

Abstract

This end-of-degree project aims to design the necessary facilities to achieve self-sufficiency in a pleasure sailing boat. The target is all its consumptions being fed with renewable energies, the main one being solar photovoltaic and including a study of the possible use of energy from waves, wind and other renewable sources.

A detailed study will be carried out of all the electrical consumptions involved in the maintenance and use of a pleasure sailing boat of less than 24 meters in length. The potential of the different alternatives that can be applied to achieve this purpose of self-sufficiency will be analyzed and the ones that suit the best for this specific application will be chosen from among them. Efficiency and sustainability aspects will be sought more than the purely economic ones, something typical in the nautical world.

The study will be carried out on a real model of a sailboat, so its real consumption will be known through measurements, as well as the surfaces available for the installation of photovoltaic panels or other types of generation. On the other hand, the specific irradiance of the port where the mooring is located will be analyzed based on its orientation and other factors that may affect the energy study. Both the wind and the swell around the port will also be analyzed.

After comparing the different generation options, the most viable ones will be chosen, for which their installation on the boat will be detailed. The minimum autonomy for the most unfavorable situation will also be obtained depending on the number of crew members. With these data, the pertinent calculation of the installation that will support the electrical consumption of the boat will be made. It will also be taken into account that all the components of the facilities are capable of withstanding the adverse conditions of the marine environment, taking into account their unique maintenance difficulty due to factors such as salinity, humidity and constant direct exposure to the sun, which affect both the useful life of the plates and their efficiency.

The work will include the plans of the electrical installation, including 3D views, technical documents of the devices to be installed on the boat, specifications, budget and applicable regulations. ITC-BT-42. Electrical installations in ports and marinas for pleasure boats indicates that the receivers used in said installations will comply with the requirements of the applicable European directives in accordance with the provisions of article 6 of the REBT.

Índice general

MEMORIA	9
ANEJOS	50
PLANOS	99
PLIEGO	109
PRESUPUESTO	117

Abreviaturas y definiciones

B

Bimini: Toldo de popa

E

Eslora: Longitud de la embarcación de proa a popa.

I

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

ITB: Inspección Técnica de Barcos

P

PEC: Presupuesto de ejecución por contrata

PEM: Presupuesto de ejecución material

R

REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión

RD: Real Decreto

Índice de figuras

Ilustración 1. Señal de entrada a puerto alimentada por panel fotovoltaico	13
Ilustración 2. Aerogenerador de eje horizontal	14
Ilustración 3. Pequeños aerogeneradores de eje vertical	15
Ilustración 4. Escala Beaufort.....	15
Ilustración 5. Tipos de oleaje según la escala Beaufort.....	16
Ilustración 6. Escala Douglas	17
Ilustración 7. Partes de un velero	18
Ilustración 8. Black Pearl.....	19
Ilustración 9. Auriga Leader.....	20
Ilustración 10. Regulador MPPT	22
Ilustración 11. Rumbo un desacuartelar	25
Ilustración 12. Rumbo ceñida	25
Ilustración 13. Rumbo de aleta.....	26
Ilustración 14. Rumbo de través	26
Ilustración 15. Fórmulas viento aparente.....	27
Ilustración 16. Puerto deportivo Burriananova (Burriana).....	28
Ilustración 17. Módulo Sun Power X21-345.....	32
Ilustración 18. Puerto de Burriananova en PVGIS.....	32
Ilustración 19. Rendimiento mensual con 345 Wp.....	33
Ilustración 20. Rendimiento batería con 345 Wp.....	33
Ilustración 21. Rendimiento mensual con dos de 345 Wp.....	34
Ilustración 22. Rendimiento batería con dos de 345 Wp	34
Ilustración 23. Rutland 1200	36
Ilustración 24. Aerogenerador instalado en la popa de un velero	38
Ilustración 26. Módulo SunPower SPR-E-Flex 170	41
Ilustración 27. Batería de 250 Ah LFP	41
Ilustración 28. Batería 200 Ah	42
Ilustración 30. Regulador híbrido solar- eólico	44
Ilustración 31. Hidrogenerador	44
Ilustración 32. Cuadro de luces de la embarcación	45
Ilustración 43. Rendimiento medio mensual	60
Ilustración 50. Fórmulas viento aparente.....	66
Ilustración 52. Rumbos	68
Ilustración 58. Factores de corrección por temperatura ambiente	73
Ilustración 59. Factores de corrección por agrupamiento	74
Ilustración 60. Intensidades admisibles en amperios al aire (40°C).....	75
Ilustración 61. Diámetros de cableado turbina-regulador	76
Ilustración 62. Diámetros cableado regulador-baterías.....	76
Ilustración 63. Secciones por tramos	77
Ilustración 64. Palas Rutland 1200	113
Ilustración 65. Componentes kit Hidrocargador	114

Índice de gráficas

Gráfico 1. Potencia aerogenerador Rutland 1200 según la velocidad del viento	36
Gráfico 2. Curva de potencia del hidrocargador	39
Gráfico 3. Curva de potencia del aerogenerador	60
Gráfico 4. Curva de potencia del aerogenerador	68
Gráfico 5. Curva de potencia del hidrogenerador	70
Gráfico 6. Temperatura media mensual en Burriana (PVGIS)	73

Índice de tablas

Tabla 1. Baterías	21
Tabla 2. Peso materiales	24
Tabla 3. Energía según viento aparente	37
Tabla 4. Energía hidrocargador	40
Tabla 5. Secciones por tramos	43
Tabla 6. Parámetros técnicos de los módulos	53
Tabla 7. Parámetros técnicos de los módulos	54
Tabla 8. Atributos para decisión multicriterio	54
Tabla 9. Valor de los atributos	54
Tabla 10. Matriz de decisión	56
Tabla 11. Parámetros técnicos de los módulos	56
Tabla 12. Parámetros técnicos de los módulos	57
Tabla 13. Atributos decisión multicriterio (Eolo)	57
Tabla 14. Valor de los atributos	57
Tabla 15. Matriz decisión (Eolo)	59
Tabla 16. Energía por meses	61
Tabla 17. Energía por meses	62
Tabla 18. Energía por meses	63
Tabla 19. Energía por meses	64
Tabla 20. Resumen energías por meses	65
Tabla 21. Viento aparente	67
Tabla 22. Energía según viento aparente	69
Tabla 23. Energía del hidrogenerador	70
Tabla 24. Datos paneles FV	72

MEMORIA

Índice de la memoria

1.1.	Antecedentes	12
1.2.	Justificación	12
1.3.	Objetivos	12
1.4.	Alcance	12
1.5.	Introducción	12
1.5.1.	Energías renovables	12
1.5.2.	Descripción de las partes de un velero	18
1.5.3.	Estudios realizados	19
1.6.	Componentes de la instalación	21
1.6.1.	Baterías	21
1.6.2.	Reguladores	22
1.7.	Peso y capacidad	23
1.9.	Normas y referencias aplicables	27
1.10.	Requisitos de diseño	28
1.10.1.	Análisis de la instalación	29
1.11.	Análisis de soluciones	31
1.11.1.	Configuración éva:	31
1.11.2.	Configuración Eolo:	35
1.11.3.	Cableado	43
1.11.4.	Protecciones	43
1.11.5.	Cuadro de luces	45
1.12.	Resultados finales	46
1.13.	Viabilidad económica	46
1.14.	Viabilidad ambiental	46
1.15.	Viabilidad legal	46
1.16.	Bibliografía	47

1.1. Antecedentes

Se dispone de un velero de 35 años, cuya instalación consta de todos los aparatos electrónicos necesarios para la seguridad de la embarcación; las luminarias interiores y exteriores, y los demás servicios que requieren de electricidad para funcionar. Todo ello alimentado por unas baterías cuando el motor está apagado y por un alternador cuando el motor está operativo. El velero está en perfecto estado de uso y sus principales funciones son travesías por el Mediterráneo.

1.2. Justificación

Mi gran afición al mundo de la náutica combinado con la carrera de ingeniería eléctrica que estoy cursando, han hecho que surja esta idea para un TFG que une los dos mundos en un proyecto en el que energías renovables, sostenibilidad y medio marino van de la mano para conseguir la autosuficiencia energética de un velero de menos de 24 metros de eslora.

1.3. Objetivos

En este proyecto se quiere conseguir el mayor grado de autosuficiencia energética para la embarcación de recreo que sea posible, empleando métodos de energías renovables más conocidos como placas fotovoltaicas y/o pequeños aerogeneradores y otros más experimentales como la obtención de energía por las corrientes o de las olas del mar.

1.4. Alcance

El proyecto va a consistir en el cálculo de toda la instalación de energías renovables que supla el máximo consumo de energía necesaria para la embarcación, empezando desde una auditoría energética previa, medidas de consumo de cada aparato, estudio de las condiciones climáticas, investigación y análisis de las posibles energías a implementar y estudio económico.

1.5. Introducción

1.5.1. Energías renovables

Energía Fotovoltaica

Desde la aparición de la tecnología de placas fotovoltaicas a principios del siglo XXI, se ha ido desarrollando este método de obtención de energía hasta llegar a ser utilizado de manera fiable y cada vez más regular en todo tipo de instalaciones.

El efecto fotovoltaico fue descubierto en el año 1838 por el francés Alexandre Edmond Becquerel, cuando a sus 19 años investigando con una pila de electrolitos de platino se percató de que la corriente subía en uno de los electrodos al estar este expuesto al sol.

A partir de este momento, diferentes científicos investigaron sobre el fenómeno, hasta que en 1953 Gerald Pearson de los Laboratorios Bell llegó a obtener la primera célula fotovoltaica. Después de este descubrimiento, se perfeccionó la célula hasta poder crear las placas fotovoltaicas que nos proveen hoy en día de energía.

Aunque al principio el coste de esta tecnología era tan elevado que solo los avances tecnológicos más punteros y la tecnología espacial podían permitirse contar con ello, no se tardó más de 25 años en cambiar esta situación y poder empezar a utilizar esta ciencia en aplicaciones más cercanas. En referencia y acercando esta tecnología a este proyecto, se empezaron a utilizar placas fotovoltaicas para alimentar la iluminación de faros, boyas de baliza marinas y boyas meteorológicas.

Ilustración 1. Señal de entrada a puerto alimentada por panel fotovoltaico



Fuente: Imágenes Google

Energía Eólica

Aunque los buques a vela ya utilizan esta energía para desplazarse, en este proyecto se quiere seguir dando uso a esta fuente para alimentar también otros consumos del interior de la nave.

La energía eólica se lleva explotando desde los años 3.000 a.C. y su primer uso fue en los veleros del antiguo Egipto, posteriormente surgieron los molinos de viento, en el siglo VIII. El crecimiento en el uso de esta energía, tuvo un parón debido a la invención de la máquina de vapor, pero volvió a coger fuerza a principios del siglo XIX. En el año 1802, el inventor Lord Kelvin, unió un generador eléctrico a un mecanismo que empleaba la energía del viento, más adelante, en el 1830 Michael Faraday inventó la dinamo, esto dio paso a la aparición del aerogenerador en 1888 fabricado por Charles F.Brush.

Actualmente, en la náutica de recreo, se busca la mayor autonomía posible, sobre todo, para travesías de larga duración, ya que, la capacidad de las baterías es limitada. Esta tecnología puede estar complementada por la fotovoltaica y dar una completa independencia energética al navío.

La mini eólica, que es la que estudiaremos para implantar en este proyecto, cuenta con varias ventajas frente a los grandes aerogeneradores, como, por ejemplo: menor coste de mantenimiento, menores pérdidas por transporte, funcionamiento con velocidades del viento desde 1m/s, dimensiones reducidas, es una instalación sencilla y genera un bajo impacto ambiental.

Por otra parte, también se cuenta con algunas desventajas frente a los aerogeneradores de 200 pies, como, por ejemplo: se debe realizar un estudio previo de la potencia eólica del lugar en el que se quiere implementar esta tecnología, es una aparatosa que puede resultar ruidosa y causar vibraciones.

Partes de un generador de mini eólica:

- Rotor: Convierte en energía mecánica la energía cinética del viento.
- Generador: Convierte en energía eléctrica la energía mecánica.
- Timón: Orienta el aerogenerador hacia el viento.
- Mástil
- Inversor
- Limitador de potencia: Regula la velocidad de rotación.

Tipos de aerogeneradores:

- Eje horizontal: Pueden tener el rotor orientado a la dirección por donde incide el viento o en la dirección predominante del viento.

Ilustración 2. Aerogenerador de eje horizontal



Fuente: Imágenes Google

- Eje vertical: Los más indicados para vientos débiles, aunque con un menor rendimiento. Orientados siempre en dirección dominante del viento, suelen ser más caros y modernos.

Ilustración 3. Pequeños aerogeneradores de eje vertical



Fuente: Imágenes Google

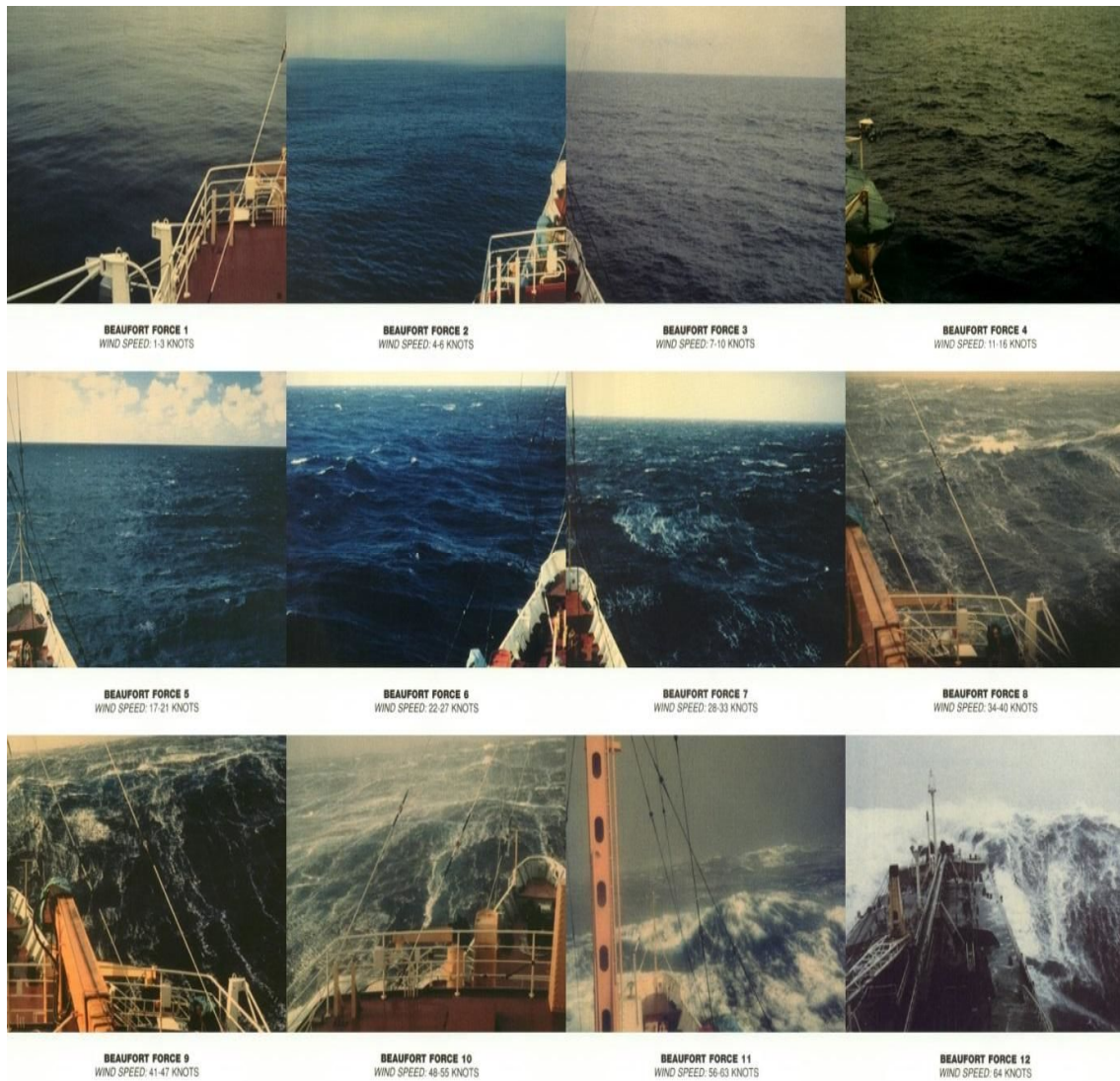
En el mar, la velocidad del viento se mide con la escala Beaufort, utilizada para valorar la mayor o menor intensidad con la que sopla el viento. En la siguiente imagen se puede apreciar cómo se catalogan los diferentes estados del mar según la velocidad del viento.

Ilustración 4. Escala Beaufort

www.SailandTrip.com ©		ESCALA BEAUFORT			www.SailandTrip.com ©
FUERZA	VELOCIDAD DEL VIENTO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CONDICIÓN DE MAR	VELA DE CRUCERO
0	0 nudos	Calma	○	Mar en calma, llana como un espejo.	Barco a la deriva. Navegación a motor.
1	1 a 3 nudos	Ventolina	↘	Se riza la mar con pequeñas ondulaciones.	Barco a la deriva. Navegación a motor.
2	4 a 6 nudos	Flojito	↘↘	Olas pequeñas y cortas sin romper.	Mayor entera desplegada y génova 1.
3	7 a 10 nudos	Flojo	↘↘↘	Se forman pequeños borregos dispersos.	Mayor entera desplegada y génova 1.
4	11 a 16 nudos	Bonancible	↘↘↘↘	Olas pequeñas con borregos frecuentes.	Reducimos el tamaño del génova.
5	17 a 21 nudos	Fresquito	↘↘↘↘↘	Olas algo más largas con abundancia de borreguitos.	Primer rizo de la vela mayor.
6	22 a 27 nudos	Fresco	↘↘↘↘↘↘	Formación de olas más grandes y rompientes con crestas de espuma blanca.	Segundo rizo de la mayor y reducimos tamaño de la vela de proa.
7	28 a 33 nudos	Frescachón	↘↘↘↘↘↘↘	Mar gruesa con formación de espuma en la misma dirección del viento.	Mayor rizada al máximo. Foque pequeño.
8	34 a 40 nudos	Temporal	↘↘↘↘↘↘↘↘	Olas grandes, mar arbolada. De la parte superior de las crestas se desprenden raciones de salpicaduras.	Mayor rizada al máximo. Tormentín de proa.
9	41 a 47 nudos	Temporal fuerte	↘↘↘↘↘↘↘↘↘	Olas muy grandes, poca visibilidad por las nubes de espuma arrastradas por el viento.	Mayor de capa. Tormentín de proa.
10	48 a 55 nudos	Temporal duro	↘↘↘↘↘↘↘↘↘↘	Olas muy altas con grandes crestas. Superficie del mar totalmente blanca por la espuma. Muy mala visibilidad.	Condición de supervivencia.
11	56 a 63 nudos	Temporal muy duro	↘↘↘↘↘↘↘↘↘↘↘	Olas enormes con rompientes, la mar totalmente blanca por las nubes de espuma blanca.	Tácticas de supervivencia.
12	Más de 64 nudos	Temporal huracanado	↘↘↘↘↘↘↘↘↘↘↘↘	Olas excepcionalmente enormes con rompientes. La mar está completamente blanca por la esuma. No hay visibilidad.	Tácticas de supervivencia.

Fuente: Imágenes Google

Ilustración 5. Tipos de oleaje según la escala Beaufort



Fuente: Imágenes Google

Energía Marina

El movimiento de las masas de agua de océanos y mares, las olas y las mareas, brindan una fuente de energía cinética que puede ser aprovechada. Esta fuente de energía renovable basará su capacidad energética en las fluctuaciones de pleamar a bajamar.

La escala Douglas se utiliza para valorar el estado del mar, especificando la altura de las olas y una descripción para reconocerlo.

Ilustración 6. Escala Douglas

Grado	Altura de las olas (m)	Descripción	Estado del mar
0	Sin olas	Mar llana o en calma	La superficie del mar está lisa como un espejo.
1	0 a 0,10	Mar rizada	El mar comienza a rizarse por partes.
2	0,10 a 0,5	Marejadilla	Se forman olas cortas pero bien marcadas; comienzan a romper las crestas formando una espuma que no es blanca sino de aspecto vidroso (ovejas).
3	0,5 a 1,25	Marejada	Se forman olas largas con crestas de espuma blanca bien caracterizadas. El viento marino está bien definido y se distingue fácilmente del mar de fondo que pudiera existir. Al romper las olas producen un murmullo que se desvanece rápidamente.
4	1,25 a 2,5	Fuerte marejada	Se forman olas más largas, con crestas de espuma por todas partes. El mar rompe con un murmullo constante.
5	2,5 a 4	Guesa	Comienzan a formarse olas altas; las zonas de espuma blanca cubren una gran superficie. Al romper el mar produce un ruido sordo como de arrojar cosas.
6	4 a 6	Muy gruesa	El mar se alborota. La espuma blanca que se forma al romper las crestas comienza a disponerse en bandas en la dirección del viento.
7	6 a 9	Arbolada	Aumentan notablemente la altura y la longitud de las olas y de sus crestas. La espuma se dispone en bandas estrechas en la dirección del viento.
8	9 a 14	Montañosa	Se ven olas altas con largas crestas que caen como cascadas; las grandes superficies cubiertas de espuma se disponen rápidamente en bandas blancas en la dirección del viento, el mar alrededor de ellas adquiere un aspecto blanquecino.
9	Más de 14	Enorme	Las olas se hacen tan altas que a veces los barcos desaparecen de la vista en sus senos. El mar está cubierto de espuma blanca dispuesta en bandas en la dirección del viento y el ruido que se produce es fuerte y ensordecedor. El aire está tan lleno de salpicaduras, que la visibilidad de los objetos distantes se hace imposible.

Fuente: Imágenes Google

Energía Osmótica

Mediante el uso de la ósmosis por presión retardada, se aprovecha la diferencia de presión osmótica proporcionada por la diferencia de gradiente de salinidad, se ponen en contacto mediante una membrana semipermeable, agua salada y agua dulce. El agua salada se inyecta a un espacio en el que la presión es inferior a la existente entre agua salada y dulce. Por la membrana solo pueden circular moléculas de agua, esto provoca que el agua dulce se filtre por la membrana para disolver el agua salada y esta diferencia de presión que se genera en el paso es aprovechada para producir energía mediante el impulso de turbinas que alimentan al generador.

Este método es utilizado en grandes ríos que desembocan al mar, esto ocasiona problemas en la flora y fauna que reside en las inmediaciones, pero trasladando este método de obtención de energía a este proyecto y reduciéndolo para conseguir menores cargas energéticas, el impacto medioambiental es casi nulo, ya que la cantidad de agua salobre que se verterá como residuo será una nimiedad comparada con el largo del mar.

1.5.2. Descripción de las partes de un velero

Es importante introducir las partes de las que consta un velero, ya que se irán nombrando más adelante en el proyecto para ubicar las tecnologías que se quieren implementar.

Ilustración 7. Partes de un velero



Fuente: Imágenes Google

Tipos de velas:

- 1- Vela mayor
- 2- Foque
- 3- Spinnaker

Otras partes de la embarcación:

- 4- Casco
- 5- Quilla
- 6- Timón
- 7- Skeg o alerón
- 8- Mástil
- 9- Cruceta
- 10- Obenque

- 11- Escota de mayor
- 12- Botavara
- 13- Mástil
- 14- Tangón
- 15- Backstay
- 16- Estay de proa
- 17- Contra

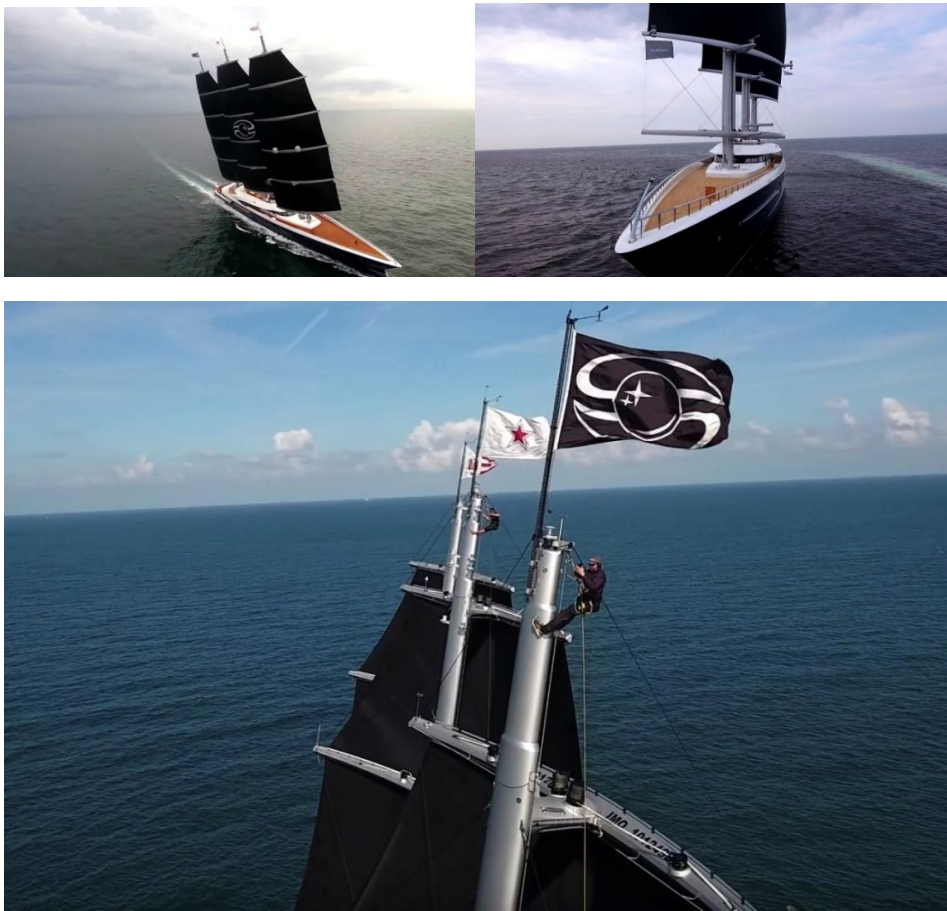
1.5.3. Estudios realizados

Actualmente existen varios navíos que funcionan con apoyo de renovables o totalmente autónomos gracias a ellas, algunos de los más conocidos son:

Black Pearl

Es un yate de 106 metros de eslora, con 2.986 toneladas de desplazamiento, sus mástiles giran automáticamente para cuadrar las velas al aire más favorable a la navegación, las velas están fabricadas de tejido de poliéster de la marca Dacron (casa Dupont) y se les ha incorporado paneles fotovoltaicos flexibles (thinfilm).

Ilustración 8. Black Pearl



Fuente: Imágenes Google.

Auriga Leader

Este buque de carga, de 200 m de longitud, 32 m de ancho y con una profundidad de 34,5 metros, ha sido el primer carguero en implementar paneles fotovoltaicos en su cubierta. También está dotado de un sistema híbrido para el suministro de energía, un sistema para la gestión del agua de lastre y utiliza carburantes bajos en azufre. Su instalación fotovoltaica consta de 300 paneles, lo que suministra un 10% de la potencia necesaria.

Ilustración 9. Auriga Leader



Fuente: Imágenes Google

Aparte de los navíos descritos, la implementación de energías renovables en el sector marítimo, sobretodo en el de recreo, está en auge, cada vez se pueden ver más barcos que han incorporado tanto placas fotovoltaicas como pequeños aerogeneradores en su estructura.

1.6. Componentes de la instalación

1.6.1. Baterías

Existen diferentes tipos de baterías en el mercado, en la siguiente tabla comparativa se exponen sus características.

Tabla 1. Baterías

GEL	AGM	LFP
Ácido en forma de gel	Secas	Secas
Carga lenta	Carga 5 veces más rápida que la de gel	Carga rápida
No se deben utilizar con un cargador convencional	Se puede utilizar cargador convencional	Cargador específico
No se debe superar el voltaje de carga permitido	Mejor comportamiento ante corrientes elevadas	Mejor comportamiento ante corrientes elevadas
Duración de 2 a 5 años	Duración de 4 a 8 años	Duración de 10 o más años
Las más baratas	Más caras que las de gel	Coste elevado
Pesadas	Pesadas	Mitad de peso que las baterías convencionales
85-90%	85-90%	95% de eficiencia
Servicio	Arranque	Arranque y servicio
Fácil mantenimiento	Fácil mantenimiento	Necesita ciertos cuidados

Fuente: Elaboración propia

En este caso y valorando las características de los diferentes acumuladores, se ha escogido una batería de litio ferro fosfato (LFP).

Las baterías de ferro fosfato son las baterías de Ion-Litio más seguras, las que ofrecen mayor potencia y durabilidad en comparación a otras baterías de Ion-Litio como, por ejemplo, las más comunes de óxido de litio cobalto o las de litio polímero.

Las baterías se conectarán en serie, para evitar lecturas erróneas del regulador y alargar la vida útil de las mismas

1.6.2. Reguladores

Los reguladores se ocupan de regular la energía que va desde las placas solares fotovoltaicas hasta las baterías, para así controlar el estado de carga de estas últimas. Este control evita que las baterías se sobrecarguen durante el día y que no se descarguen durante la noche, alarga la vida útil de los acumuladores, protege contra polaridades inversas y evita que sucedan cortocircuitos.

En la pantalla del regulador se puede consultar el estado de la instalación, con datos como el voltaje de las baterías, su estado de carga, las corrientes o datos de historial. En esta instalación escogeremos un regulador MPPT, ya que aunque las tensiones de trabajo son de 12V, los módulos fotovoltaicos trabajan a más voltaje y con un regulador PWM no se estaría aprovechando el máximo rendimiento de los paneles. Un regulador MPPT trabaja independientemente de la tensión a la que operen los módulos fotovoltaicos, adaptando la tensión necesaria a las baterías jugando con el valor de la intensidad. Estos reguladores son capaces de suministrar la totalidad de la energía de los módulos siempre que se cuente con la capacidad necesaria para ello.

Otras razones:

- Un regulador MPPT tiene un rendimiento un 30% superior a un PWM.
- MPPT se utiliza en instalaciones de mayor potencia.
- MPPT trabajará siempre al máximo rendimiento del módulo fotovoltaico

Ilustración 10. Regulador MPPT



Fuente: Imágenes Google

1.7. Peso y capacidad

Al estar trabajando en un buque, es de gran importancia el término del peso y la capacidad.

El peso es la medida de fuerza que se ejerce sobre un cuerpo por el campo gravitatorio o la fuerza de gravedad. En el S.I. utilizamos el gramo para medir esta fuerza. El peso de un buque se denomina “desplazamiento” y se utilizan las toneladas métricas (1 Tonelada métrica \Rightarrow 1.000 kg) para medir esta fuerza. La razón de este nombre para designar el peso de un navío es muy sencilla, si se llena un recipiente a ras y posteriormente se le introduce un elemento flotante, el volumen de agua que ocupa la parte sumergida es desplazado fuera del recipiente.

Para entender por qué un navío no se hunde al aplicarle un peso, se hace referencia al principio de Arquímedes de la flotabilidad de los cuerpos “Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja”. Es decir, un barco que se encuentra a flote está recibiendo una fuerza igual a su peso de abajo a arriba. En el mar pasa lo mismo que con el recipiente, pero como 1 litro de agua de mar pesa 1,03 kg, este fluido presenta una mayor fuerza vertical.

Existen diferentes tipos de desplazamiento:

- Desplazamiento en rosca: Peso del casco del navío vacío.
- Desplazamiento en lastre: Desplazamiento en rosca más el peso de los pertrechos, combustible, agua, provisiones y tripulación.
- Desplazamiento total o en plena carga: Desplazamiento en lastre más el peso de la carga máxima que puede transportar, sumergido hasta la línea de máxima carga.

La línea de máxima carga de un buque o de máxima inmersión, marca el límite para el peso que se le puede cargar a cada barco según las estaciones y el tipo de aguas a navegar. Esta línea está dibujada en el casco del navío para indicar el límite de inmersión.

Por otra parte, el porte de un barco es la carga máxima que puede transportar y se mide en toneladas métricas (t).

Existen dos tipos de portes:

- Porte bruto: El peso total de la carga que puede transportar un buque.
- Porte neto: El peso total de la carga de un navío que produce flete (peso)

El “arqueo” de un buque es la medida del volumen de los espacios cerrados del navío. Este volumen se mide en toneladas Moorson (1 Tm \Rightarrow 2,83 m³). El arqueo bruto es el volumen del total de espacios cerrados del buque y el arqueo neto el destinado a pasajeros y carga.

Teniendo en cuenta que 1m³ de agua pesa 1.000 kg, y que los principales materiales de construcción de buques tienen los siguientes pesos:

Tabla 2. Peso materiales

Material	Peso (kg/m ³)
Acero	7.800
Aluminio	2.810
Fibra de vidrio	2.140
Hierro fundido	7.300

Fuente: Elaboración propia

Se puede valorar qué materiales le darán mayor flotabilidad al buque, en el caso del velero de estudio el material es fibra de vidrio, con un menor peso que la mayoría de materiales de construcción de veleros, esto le aportará una mayor capacidad.

1.8. Viento aparente y viento real

Para el estudio de los aerogeneradores, será necesario calcular la velocidad de viento total al que están expuestos, ya que, en esta instalación las turbinas también se someten a un desplazamiento horizontal cuando se está en travesía.

El viento real es el que se percibe estando el barco estático. Cuando la embarcación se desplaza, esta genera su propio flujo de viento debido a la velocidad, este viento que se genera se añade o se sustrae al viento real, el resultado será el viento aparente. Si no soplara viento real, el que se capta por la proa tendrá una velocidad igual a la del velero.

Cuando la embarcación está parada, las veletas y catavientos perciben el viento real y cuando está en travesía, el viento aparente. Los aparatos electrónicos de la embarcación calculan el viento real con los datos que recogen las veletas, los catavientos, la corredera u otros medios de captación de la velocidad del viento.

La velocidad del viento aparente aumenta a medida que el velero aumenta su velocidad, hasta que se llega a la máxima velocidad que puede alcanzar la embarcación debido a su resistencia aerodinámica e hidrodinámica. Otro efecto que se percibe, es como al aumentar la velocidad de la embarcación, el viento aparente se

traslada hacia la proa. En estos casos se alcanza el límite de ceñida de la vela de proa y esto limita que se eleve más la velocidad.

Ilustración 11. Rumbo un descuartelar

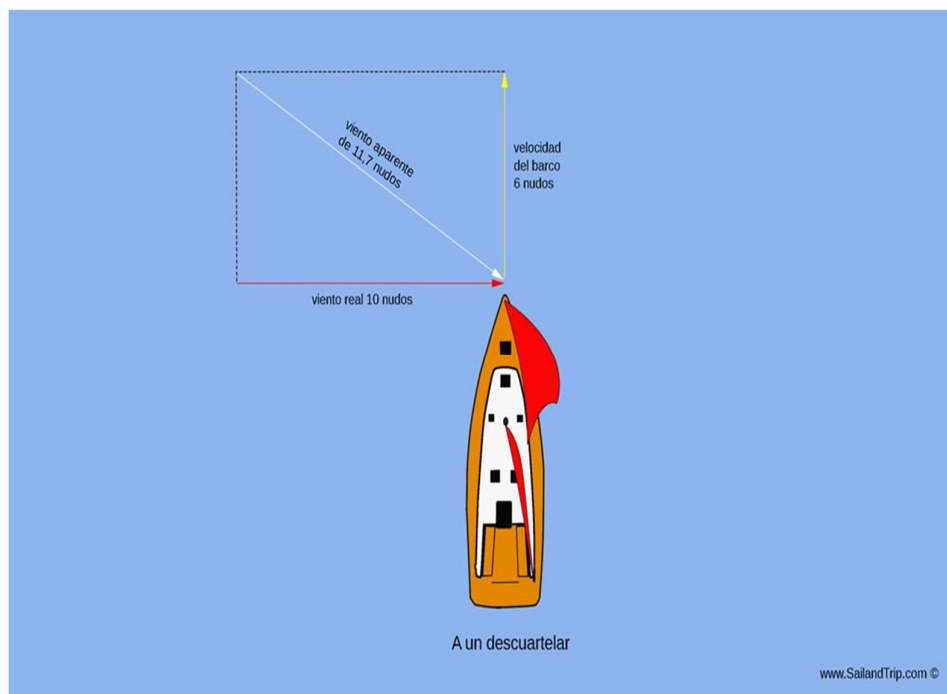


Ilustración 12. Rumbo ceñida

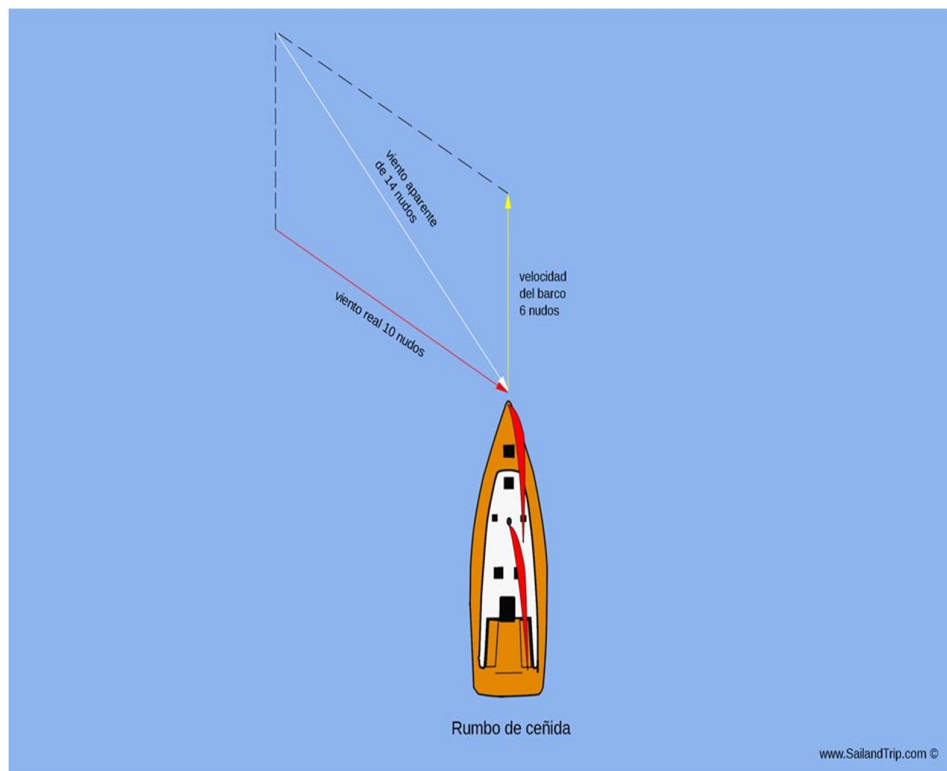


Ilustración 13. Rumbo de aleta

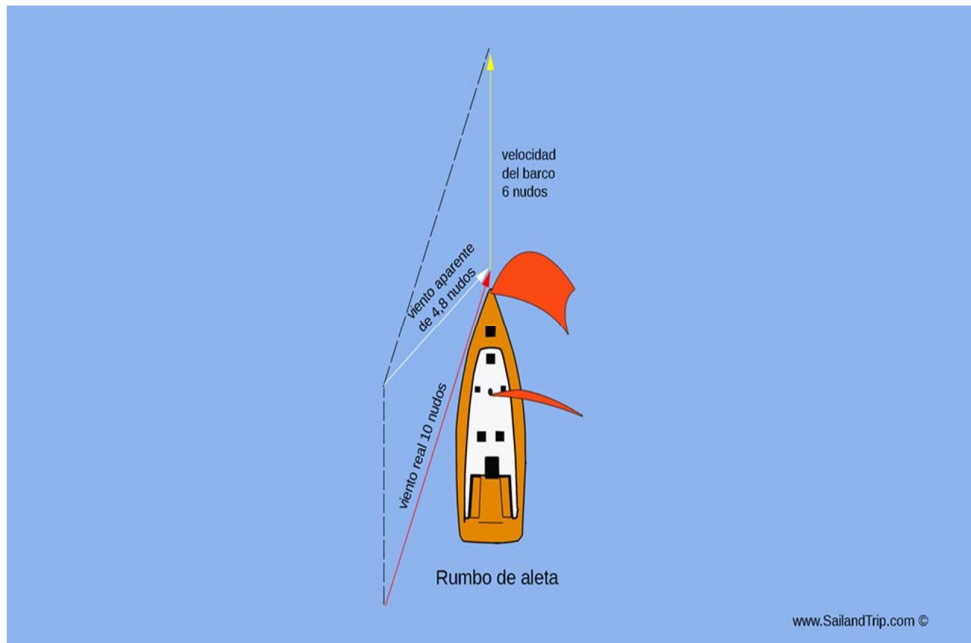
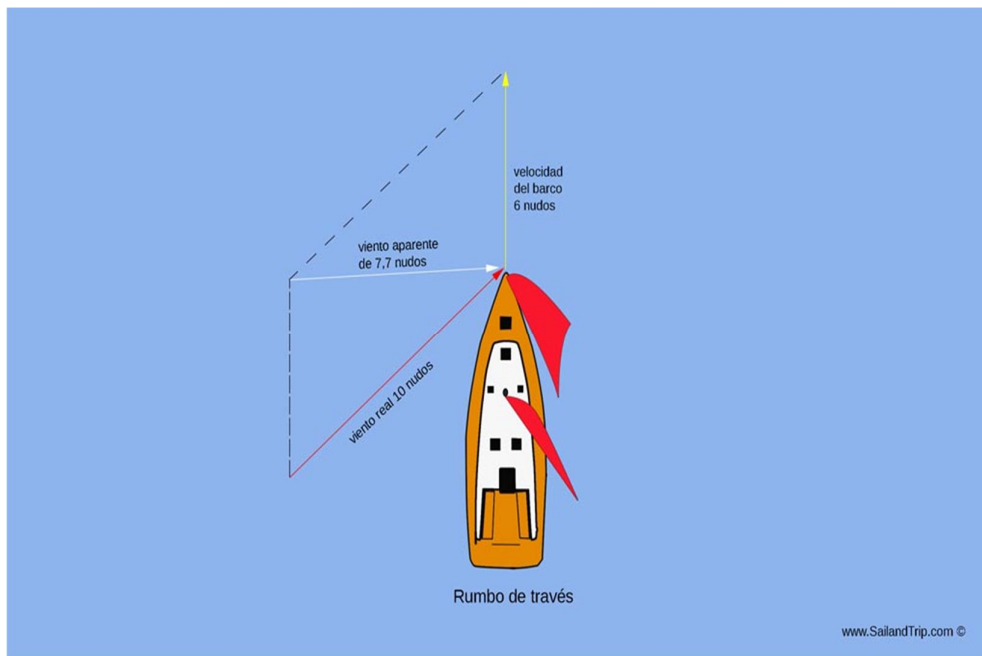


Ilustración 14. Rumbo de través



Según el ángulo de incisión del viento aparente, aumenta o disminuye la velocidad del velero, así como la de los posibles aerogeneradores a instalar. En la siguiente imagen, se muestra el cálculo del viento real y aparente según el ángulo en que sopla el aparente.

Ilustración 15. Fórmulas viento aparente

CÁLCULO DEL VIENTO REAL Y APARENTE

FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL VIENTO REAL
 Como datos conocidos tenemos el viento aparente (VAp) y el ángulo en grados del viento aparente (X)

$Y = 90^\circ - X$
 $a = VAp \times (\cos Y)$
 $bb = VAp \times (\sen Y)$
 $b = bb - (vb)$
 Velocidad viento real = $((a \times a) + (b \times b))^{1/2}$
 Ángulo viento real = $\text{arctangente}(b / a)$

FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL VIENTO APARENTE
 Como datos conocidos tenemos el viento real (Vr) y el ángulo en grados del viento real (D)

$Y = 90^\circ - D$
 $a = Vv \times (\cos Y)$
 $b = Vv \times (\sen Y)$
 $bb = b + (vb)$
 Velocidad viento aparente = $((a \times a) + (bb \times bb))^{1/2}$
 Ángulo viento aparente = $\text{arctangente}(bb / a)$

www.SailandTrip.com ©

1.9. Normas y referencias aplicables

- La ITC-BT-42. Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.
- REBT. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- EN 60092-507.2015. Instalaciones eléctricas de los barcos. Parte 507: Embarcaciones de recreo. AENOR.
- IEC 61215-1: 2016. Módulos fotovoltaicos terrestres (FV). Cualificación del diseño y homologación de tipo. Parte 1: Requisitos de ensayo. Consiste en pruebas a nivel eléctrico (ej. resistencia de aislamiento), mecánico (ej. carga de viento) y meteorológico (ej. radiación ultravioleta) para los tipos de paneles solares monocristalinos y policristalinos.
- UNE-EN IEC 61730-1:2019. Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción. Consiste en tests para evaluar la seguridad eléctrica, mecánica, térmica y ante la posibilidad de fuego.
- IEC 61701: 2011 describe secuencias de prueba útiles para determinar la resistencia de diferentes módulos fotovoltaicos a la corrosión por niebla salina que contiene Cl- (NaCl, MgCl₂, etc.). IEC 61701: Test para evaluar la corrosión

bajo niebla salina (importante para instalaciones que se encuentran cerca del mar).

- IEC 62716: 2013. Módulos fotovoltaicos (PV): pruebas de corrosión por amoníaco. Test para evaluar la resistencia ante la corrosión por amoníaco (fundamental para aquellos proyectos en explotaciones ganaderas, avícolas o similares).

Programas utilizados:

- Excel, PVGIS, AutoCAD

1.10. Requisitos de diseño

Cliente: Propietario de un velero de recreo de 9,6 m de eslora.

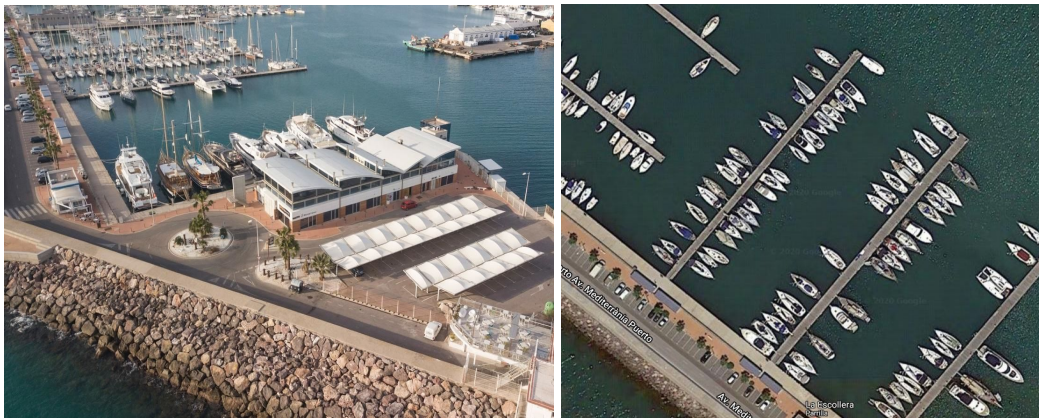
Emplazamiento: Puerto de Burriana y travesías por el Mediterráneo.

Para mantener la intimidad del cliente, las coordenadas de latitud y longitud son aproximadas.

Latitud: 39,860010

Longitud: -0,072402

Ilustración 16. Puerto deportivo Burriana (Burriana)



Fuente: Imágenes Google

Entorno socio-económico:

El mundo de la náutica de recreo requiere de un gasto económico elevado, por el mantenimiento, el amarre, los servicios del puerto, los aparatos electrónicos de medición y seguridad, los complementos necesarios para el uso de una embarcación, el precio de las licencias, las revisiones ITB, los pagos obligatorios por bandera nacional, la gasolina, los seguros, etc. Dentro de esta cultura, hay un interés creciente por la utilización de energías renovables como fuente de energía para alimentar los consumos de los buques. No es raro caminar por el muelle y encontrarse con embarcaciones que tengan instaladas placas fotovoltaicas o pequeños aerogeneradores.

1.10.1. Análisis de la instalación

Aparatos eléctricos y consumos del navío.

En una primera visita al buque de estudio, se encuentran los siguientes equipos:

- Nevera de hielo, a reemplazar por una eléctrica
- Radio simple
- Radio marítima
- Luces de interior (12V) y bañera
- Bomba de agua
- Luz de fondeo y de navegación
- Piloto automático
- Motor de elevación del ancla
- 2 baterías marca SPARTA de 12V de arranque de plomo ácido
- GPS, Sonda, Radar AIS

Todos los consumos de la embarcación son de corriente continua y a una tensión de 12V.

En la siguiente tabla se valoran los consumos de cada aparato eléctrico del velero y las horas estimadas de funcionamiento diario, contando que será para un día de pleno uso del velero. De estos datos se obtendrá la energía diaria necesaria con la que se dimensionara la tecnología a implementar.

Tabla 3. Consumos de la embarcación.

Consumo	Potencia (W)	Ud.	Corriente (A)	Horas de servicio al día	Ah/día	Consumo (Wh/día)
Nevera eléctrica	42	1	3,5	8	28	336
Radio marina fija	25	1	-	12,3	-	307,5
Radio en escucha	25	1	0,1	12	1,2	-
Radio en emisión	25	1	1	0,3	0,3	-
Radio simple	1,2	1	0,1	3	0,3	3,6
Luces de interior (LED) y tomas de 12V	9	11	0,75	1	0,75	99
Luces de navegación LED	9,96	1	0,83	6	4,98	59,76
Luz bañera/ puente	3	1	0,25	1	0,25	3
Luz de cartas	3	1	0,25	1	0,25	3
Radio portátil	1,2	1	0,1	8	0,8	9,6
Equipo de presurización del agua	60	1	5	1	5	60
Luz de fondeo LED	9,96	1	0,83	8	6,64	79,68
Motor elevación ancla	1.000	1	83,3	0,2	16,66	200
Piloto automático	3,6	1	0,3	8	2,4	28,8
GPS	36	1	3	8	24	288
Sonda	3	1	0,25	12	3	36
Radar AIS	60	1	5	1	5	60
					99,53	1.478,18

Observaciones a la Tabla 3. El consumo de la luz de navegación y de la luz de fondeo se ha considerado como uno solo, teniendo en cuenta el más desfavorable, ya que, nunca se utilizan a la vez. Los cálculos que han sido necesarios para evaluar los consumos constan en el Anexo 1.1.

Requisitos de diseño final:

- Las placas fotovoltaicas, aerogeneradores o cualquier tecnología que se instale debe tener una resistencia considerable a la humedad y el salitre presentes en el medio marino.
- Los anclajes necesarios deberán ser de un material que resista bien a la oxidación y las condiciones adversas del medio.
- Las tecnologías de energía renovable suplirán el máximo de consumo posible, siendo la mejor situación una completa independencia energética.
- Espacio disponible y peso admisible

1.11. Análisis de soluciones

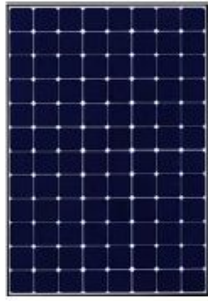
Se van a analizar dos configuraciones para las tecnologías de energías renovables que se quieren implementar.

1.11.1. Configuración éva:

Esta elección se compone únicamente de paneles solares fotovoltaicos fijos en una estructura sobre la cubierta para alimentar el máximo de consumos del velero.

Después de realizar un estudio de paneles en el mercado, se han seleccionado 4 módulos finalistas, de marcas conocidas por la proyectista en su estancia en prácticas en una empresa de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo, adecuados para ser colocados en un velero por sus características técnicas. De entre estos 4 paneles se ha realizado una decisión multicriterio (Anexo 1.2) donde los atributos de mayor peso para la selección han sido el peso y las dimensiones, ya que, se han seleccionado módulos de potencias similares y en una embarcación el espacio y el peso son de suma importancia. El panel seleccionado es el **SunPower X21-345**, de 345 W, con unas dimensiones de 1.558x1.046 mm y un peso de 18,6 Kg.

Ilustración 17. Módulo Sun Power X21-345

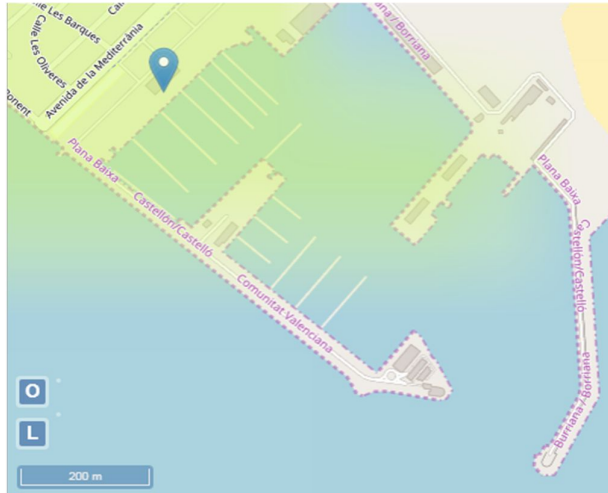


SPR-X21-345

Fuente: Ficha técnica SunPower X21-345

Para calcular el número de placas necesario que alimentará la instalación, se realiza el estudio de la energía solar en la ubicación del amarre, ya que, es donde más tiempo se ubicará la embarcación. Se ha tenido en cuenta que en mar abierto no se crearían sombras sobre el panel y que en su amarre en puerto tampoco existe esta desventaja, considerando un azimut de 0° y un ángulo óptimo de 36° (este ángulo óptimo se ha averiguado con las herramientas de radiación solar del PVGIS). Para las coordenadas del puerto de Burriana, Burriananova, una potencia pico de panel de 345 Wp, una capacidad de las baterías de 6.400 Wh, limitando la descarga al 30% y para un consumo diario de 1.478,18 Wh, los valores energéticos de cada mes, son los que se muestran en las siguientes imágenes, según el número de paneles.

Ilustración 18. Puerto de Burriananova en PVGIS



Con un solo panel de 345 Wp:

Ilustración 19. Rendimiento mensual con 345 Wp

Rendimiento medio mensual

Mes	E_d	E_l	f_f	f_e
Enero	991.5	1.6	0.3	94.9
Febrero	1135.7	0.0	0.0	78.0
Marzo	1271.6	8.6	3.2	44.6
Abril	1431.4	5.2	2.8	20.8
Mayo	1469.8	40.1	16.1	8.1
Junio	1497.7	85.3	41.1	2.8
Julio	1474.2	141.7	65.9	0.0
Agosto	1459.5	108.0	46.5	0.3
Septiembre	1365.3	38.6	20.6	7.5
Octubre	1177.9	2.0	1.6	55.6
Noviembre	1031.7	0.0	0.0	94.4
Diciembre	924.5	0.0	0.0	100.0

E_d: Producción energética media diaria [Wh/día].

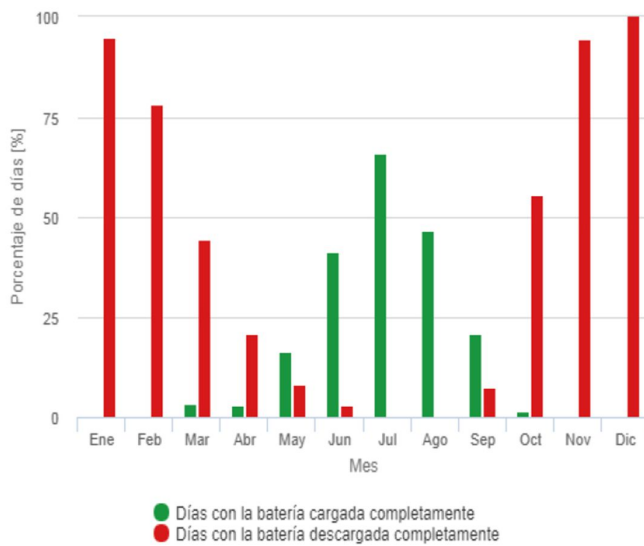
E_l: Energía media diaria no capturada [Wh/día].

f_f: Porcentaje de días con la batería cargada completamente [%].

f_e: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente [%].

Ilustración 20. Rendimiento batería con 345 Wp

Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:



Con dos paneles de 345 Wp:

Ilustración 21. Rendimiento mensual con dos de 345 Wp

Rendimiento medio mensual

Mes	E_d	E_l	f_f	f_e
Enero	1459.0	527.3	57.6	2.7
Febrero	1479.6	791.7	68.2	3.0
Marzo	1472.9	1087.6	73.9	1.3
Abril	1481.1	1392.1	88.1	0.0
Mayo	1482.8	1537.0	90.9	0.0
Junio	1481.6	1684.3	97.2	0.0
Julio	1476.6	1755.3	95.7	0.0
Agosto	1473.3	1661.7	96.2	0.0
Septiembre	1465.5	1342.3	88.1	0.0
Octubre	1471.4	888.4	74.2	1.6
Noviembre	1449.9	613.5	61.9	4.2
Diciembre	1459.8	389.1	49.2	4.8

E_d: Producción energética media diaria [Wh/día].

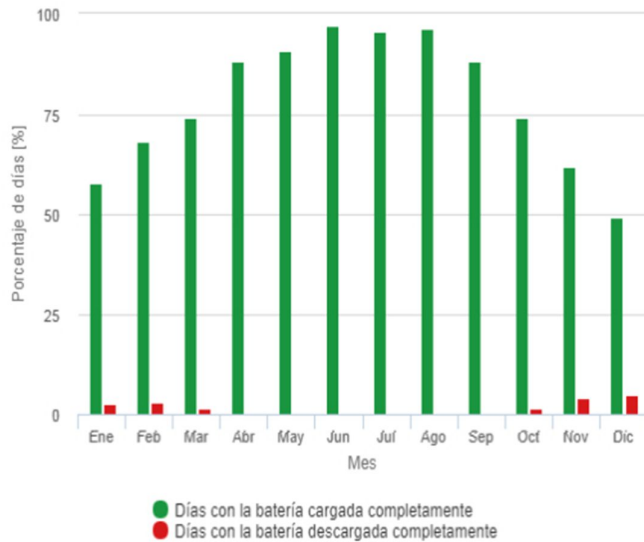
E_l: Energía media diaria no capturada [Wh/día].

f_f: Porcentaje de días con la batería cargada completamente [%].

f_e: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente [%].

Ilustración 22. Rendimiento batería con dos de 345 Wp

Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:



1.11.2. Configuración Eolo:

Para esta opción se considera la implementación de tres energías renovables diferentes: mini eólica, paneles fotovoltaicos y un hidrocargador.

Aerogenerador

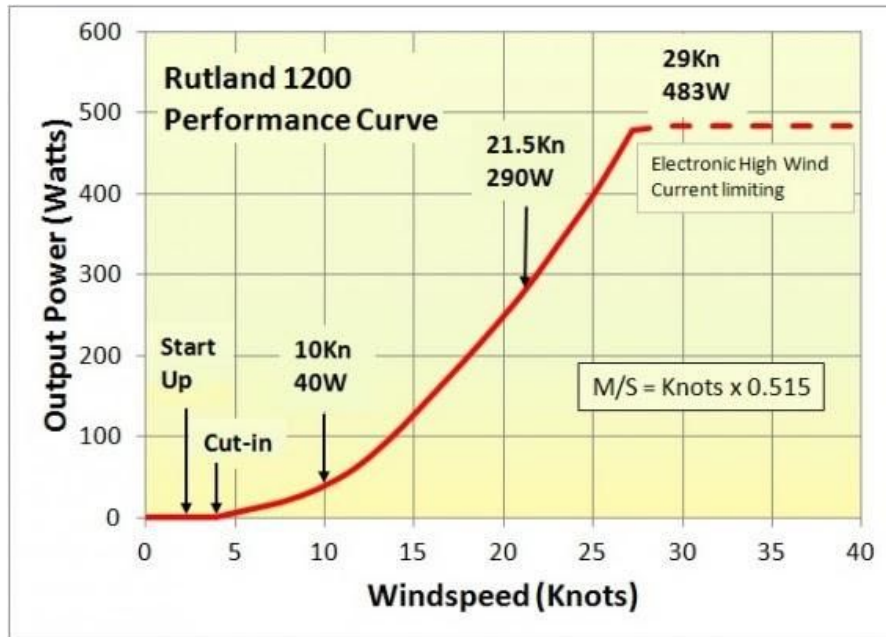
Esta alternativa aprovecha la energía eólica con la implementación de un pequeño aerogenerador en la popa de la embarcación. La elección del emplazamiento del alternador en el navío se ha escogido a partir de las siguientes observaciones:

- Por la seguridad de los tripulantes durante la travesía y de las tareas de mantenimiento en lo alto del mástil, se ha descartado esta ubicación para el aerogenerador.
- Por riesgo de lesión con las aspas, se debe optar por un lugar en el que no interfiera en las tareas necesarias en la conducción del buque ni en el acceso al mismo.

Para el estudio de esta tecnología se deben recoger los datos de la velocidad del aire más críticos, teniendo en cuenta la ubicación de la embarcación y la altura a la que se coloca el aerogenerador. En este caso los datos descritos anteriormente no serán los únicos a tener en cuenta, ya que, en el caso de un velero, existe la posibilidad de cargar las baterías con eólica para uso de la energía en el muelle, por tareas de mantenimiento en la embarcación, o por actividad recreativa en el velero sin abandonar el amarre y también existe la posibilidad, de que se esté en travesía y cambie su posición en cada instante, con lo que aparece el viento aparente. Gracias a la veleta, el aerogenerador, se orientará a este viento, por lo que, durante una travesía, el viento que recibirá la turbina será el aparente.

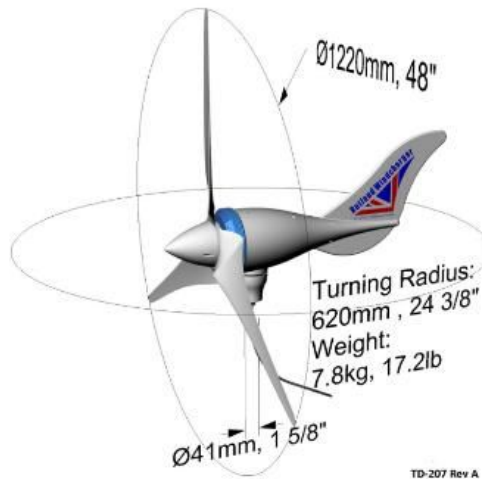
El aerogenerador seleccionado es el **Rutland 1200** de 500W, fabricado especialmente para embarcaciones, que sigue la gráfica de potencia según la velocidad del viento que se muestra a continuación:

Gráfico 1. Potencia aerogenerador Rutland 1200 según la velocidad del viento



Fuente: Ficha técnica Rutland 1200

Ilustración 23. Rutland 1200



Fuente: Ficha técnica Rutland 1200

La siguiente tabla muestra la energía que da el aerogenerador para una velocidad aparente según el ángulo de incisión del viento real con el rumbo del velero, con un viento real de 10 nudos y una velocidad de la embarcación de 6 nudos, para 6, 4 y 2 horas.

Tabla 3. Energía según viento aparente

D (°)	Vap (nudos)	Potencia aerogenerador (W)	E (t = 6 h) (Wh)	E (t = 4 h) (Wh)	E (t = 2 h) (Wh)
160	6,57	25	150	100	50
155	6,06	20	120	80	40
150	13,14	85	510	340	170
145	16,00	120	720	480	240
140	12,94	80	480	320	160
135	5,82	25	150	100	50
130	6,83	30	180	120	60
125	13,69	100	600	400	200
120	15,96	120	720	480	240
115	12,32	80	480	320	160
110	5,14	15	90	60	30
105	7,61	30	180	120	60
100	14,19	100	600	400	200
95	15,85	120	720	480	240
90	11,66	70	420	280	140
85	4,57	10	60	40	20
80	8,41	30	180	120	60
75	14,63	115	690	460	230
70	15,67	140	840	560	280
65	10,96	60	360	240	120
60	4,18	15	90	60	30
55	9,20	35	210	140	70
50	15,01	120	720	480	240
45	15,43	125	750	500	250
40	10,22	60	360	240	120

Ilustración 24. Aerogenerador instalado en la popa de un velero



Fuente: Web solobarcos

Los aerogeneradores van instalados en la popa del velero como se muestra en el apartado de planos “plano 3”.

Hidrocargador

El hidrocargador seleccionado es **Watt and Sea Cruising 600** de 600W, este hidrocargador aprovecha la energía cinética del agua que mueve las palas para generar energía eléctrica. Va colocado en el espejo de popa de la embarcación con un mecanismo de rotación que permite elevarlo cuando no esté siendo utilizado y colocarlo en el agua cuando se precise su uso.

El Cruising 600 es ligero y fácil de instalar en la embarcación, es compacto y de materiales robustos. No requiere de un mantenimiento especial y es eficaz para velocidades a partir de 3 nudos. Algunas de sus características técnicas son:

- 120W a 5 nudos (12V, 10A) y 450 W a 8 nudos, 600 W a 9,5 nudos (12V, 40A)
- Mástil de Aluminio
- Peso de 8 kg
- Altura de 1.280 mm
- Ancho de 363 mm
- Incluye soporte, convertidor y regulador
- Hélice de 280 mm de diámetro

La velocidad a la que se desplaza un velero, no es la velocidad a la que sopla el viento, ya que no se utiliza el 100% de la fuerza del mismo durante toda la travesía. La velocidad de la embarcación puede ser superior a la velocidad con la que sopla el viento o inferior a ésta, esto es debido a las velas y su rumbo para el aprovechamiento del recurso eólico.

En los días de viento casi nulo o poco viento, un velero suele llevar una velocidad de 3 nudos, es decir, de 1,5 m/s o 5,4 km/h. El hidrocargador seleccionado, empieza a generar a partir de los 3 nudos de velocidad. Para días en los que sopla un poco más de viento, la embarcación puede coger velocidades de hasta 8 nudos, es decir, 4,1 m/s o 14,8 km/h.

Para estos rangos de velocidades, según el tiempo que se mantengan, se genera una energía, en la siguiente tabla se muestra un ejemplo de la energía según la velocidad del navío y el tiempo al que navegue a esta velocidad aprovechando el máximo del viento. Si existiera viento aparente, este se sumaría o se restaría al existente haciendo que se produzca una mayor o menor energía.

Según la gráfica de potencia del hidrocargador seleccionado, se obtienen los datos de energía de la siguiente tabla.

Gráfico 2. Curva de potencia del hidrocargador

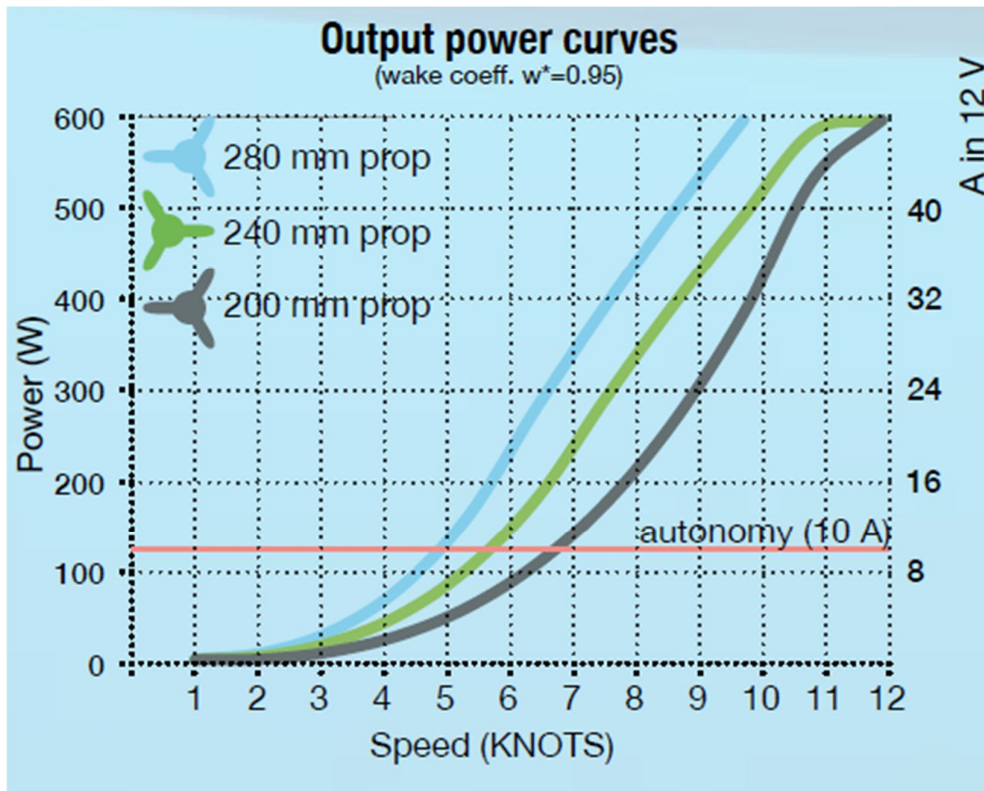


Tabla 4. Energía hidrocargador

VELOCIDAD DEL VELERO (nudos)	POTENCIA (W)	USO DIARIO ESTIMADO (h)	ENERGÍA (Wh)
3	40	3	120
4	80	3	240
5	120	3	360
6	230	3	690
7	350	3	1.050
8	450	3	1.350
9	600	2	1.200

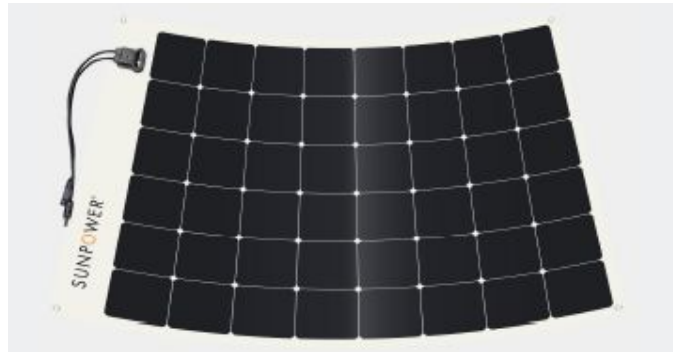
Según la cantidad de viento y su duración, a lo largo del día, en el caso más desfavorable, con una velocidad a vela de 3 nudos durante la mayor parte del día, suponiendo que se navega durante 12 horas con el hidrocargador en funcionamiento, se obtiene una energía de 480 Wh/día. Para la velocidad media que suele llevar un velero en travesía con viento favorable, 6 nudos, y 6 horas de generación al día, se obtiene una energía de 1.380 Wh/día.

Módulos fotovoltaicos

Teniendo en cuenta la decisión multicriterio estudiada para la configuración anterior, y sabiendo que, en este caso, hay tecnologías de apoyo a la fotovoltaica, se han seleccionado paneles más pequeños y menos pesados. Se ha realizado un nuevo estudio de decisión multicriterio para estos módulos en el Anexo 1.2. Los paneles fotovoltaicos seleccionados son 2 módulos **SunPower SPR-E-Flex 170** de 170 W cada uno, que van colocados sobre el Bimini, en la popa de la embarcación.

En este ambiente en el que se va a instalar la placa fotovoltaica, se tiene que tener en cuenta que los materiales de apoyo del panel a instalar toleren bien el medio corrosivo marino durante su vida útil, en este caso se utiliza acero inoxidable.

Ilustración 25. Módulo SunPower SPR-E-Flex 170



Fuente: Ficha técnica SunPower SPR-E-Flex 170

Baterías

Las baterías seleccionadas son de LFP, fabricada en Ferrofosfato de Litio, por las ventajas que se pueden observar en la tabla 1. Se seleccionan dos baterías LFP (Litio-ion), de **12V y 250 Ah** de la **marca Power Brick +**, para el conjunto de generación de fotovoltaica - eólica.

Ilustración 26. Batería de 250 Ah LFP



Fuente: Fichas técnicas de las baterías Upower Ecoline

Para el hidrocargador, se seleccionará una batería independiente, ya que, el hidrocargador sólo entrará en funcionamiento cuando se necesite un apoyo a las otras energías por falta de recurso eólico o solar. La batería seleccionada para el hidrocargador será también de litio ferrofosfato, la escogida es la **Ecoline de 200 Ah**.

Ilustración 27. Batería 200 Ah



Conclusión

Finalmente, la opción seleccionada es la Configuración Eolo, ya que, con la Configuración éνα en un velero de 9,6 m como es el de estudio, no hay espacio suficiente para tal cantidad de paneles y por el peso que supone tal instalación, es desaconsejable llevarla a cabo. También se ha estudiado el implementar placas solares en las velas, pero esta opción ha sido descartada, ya que, las velas más eficientes son aquellas que están fijadas sobre un mástil que rota y una instalación de esta envergadura queda descartada para la embarcación de estudio. Se ha estudiado también el uso de pinturas fotovoltaicas para las velas, pero la eficiencia es tan pequeña que el coste no merece la pena.

La instalación da de sobra la energía necesaria de consumo diario con todas las tecnologías en funcionamiento óptimo, se ha sobredimensionado para poder cubrir, con solo una o dos de ellas en funcionamiento, los consumos mínimos necesarios. Esto se ha considerado necesario debido a los cambios en las condiciones climáticas que pueden aparecer en mar abierto. Si una de estas tecnologías fallara o quedara inservible, los consumos básicos de la embarcación quedarían cubiertos con las tecnologías restantes.

1.11.3. Cableado

En la visita a las instalaciones, se inspeccionó el cableado existente de los diferentes aparatos eléctricos y motores del velero. Puesto que la instalación ya tiene muchos años, el cableado carecía de marcas de identificación. El material del conductor en los barcos debe ser de cobre estañado, tiene un coste superior pero mayor durabilidad, los conductores de cobre se corroen por la humedad. Como no existe ninguna normativa de aplicación al cableado en una embarcación de recreo, se sigue el REBT.

Esta instalación consta de diferentes tramos de cableado. Para cada uno de estos tramos se ha dimensionado la sección de cable teniendo en cuenta los criterios de intensidad admisible y de caída de tensión, según la ITC-BT-19 para cables de cobre. Cálculos en Anexo 1.6.

Los cables seleccionados para cada tramo son los siguientes:

Tabla 5. Secciones por tramos

Tramo	Recorrido	Cableado seleccionado
1	Módulos FV - Regulador 1	Cable 2x4mm ² de cobre estañado
2	Aerogenerador - Regulador 1	Cable 3 núcleos "OceanFlex" de 2,5 mm ²
3	Regulador 1 - Baterías 500 Ah	Cable 16 mm ² Rojo y Cable 16 mm ² Negro de cobre estañado.
4	Hidrocargador - Regulador 2	Cable trifásico, 3 conductores de 1,5 mm ² de cobre estañado, vaina de PTFE (Politetrafluoretileno) muy resistente
5	Regulador 2 - Batería 200 Ah	Cable 16 mm ² Rojo y Cable 16 mm ² Negro de cobre estañado.

1.11.4. Protecciones

Se instalarán dos reguladores para esta instalación:

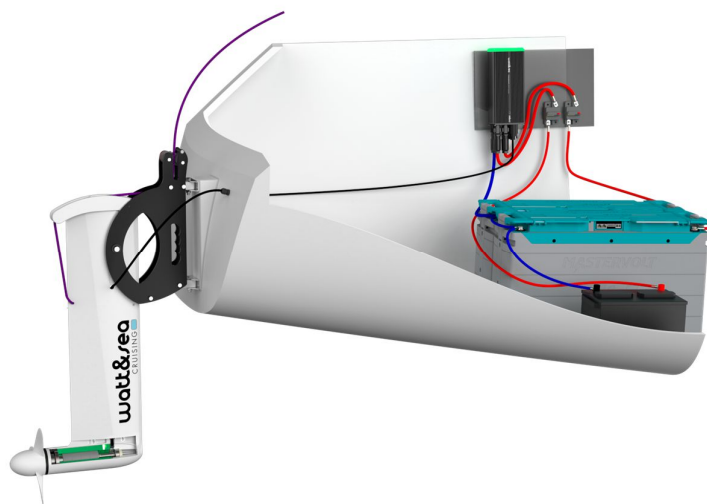
El primero, un regulador de carga **MPPT híbrido solar-eólico**, de 12 V para potencias de hasta 600 W de eólica y 600W de fotovoltaica.

Ilustración 28. Regulador híbrido solar- eólico



El segundo convertidor - regulador, será el del hidrocargador, proporcionado por el fabricante, diseñado especialmente para el Hydro Cruiser 600. El regulador MPPT, es de 12V y consta de una entrada para el hidrocargador, una para fotovoltaica de hasta 50V-12A y de dos salidas independientes para bancos de baterías.

Ilustración 29. Hidrogenerador



La distribución de los captadores de energía, reguladores, baterías y protecciones se muestra en el esquema unifilar en la sección de planos, “plano 6”.

Descripción de la distribución

Las tecnologías eólica y fotovoltaica, se agrupan en el regulador híbrido solar-eólico y cargan el primer banco de baterías de 500 Ah. El hidrocargador, tiene su propio regulador- convertidor, ya que produce en trifásica y carga la batería de 200 Ah.

Los dos bancos de baterías, el de 500 Ah y el de 200 Ah, están conectados en paralelo y con un conmutador se pueden unir o separar sus capacidades. Cuando se decida conectar las dos baterías, será necesario desconectar uno de los reguladores para evitar problemas por acoplamiento, ya que estos dos reguladores no cumplen ser master- esclavo.

Fusibles de 16A a la salida de los captadores solares.

Interruptores de conexión/desconexión de las baterías y reguladores.

1.11.5. Cuadro de luces

Puesto que el cuadro de luces es bastante antiguo, este se cambiará por uno más moderno. La siguiente imagen muestra el cuadro de luces actual del velero.

Ilustración 30. Cuadro de luces de la embarcación



1.12. Resultados finales

Se ha escogido la configuración Eolo, ya que ocupa un menor espacio e involucra un menor peso para la embarcación. La instalación seleccionada consta de la siguiente tecnología:

- 1 aerogenerador de 500W
- 2 módulos fotovoltaicos de 170 Wp
- 1 hidrocargador de 600W
- 1 regulador híbrido solar- eólica MPPT
- 1 regulador- convertidor MPPT
- 2 Baterías de 12V y 250 Ah
- 1 Batería de 200 Ah

1.13. Viabilidad económica

En este proyecto no se busca que la instalación tenga un periodo de retorno, ya que no existen ingresos al respecto y los gastos de electricidad que se pagan en el puerto siguen vigentes. La vida útil de las tecnologías implementadas se estima en unos 25 años, en que el propietario podrá disponer de una autonomía mayor a la hora de realizar sus travesías sin necesidad de acercarse a puerto tan a menudo para reponer en combustible para los servicios.

La inversión inicial asciende a la suma de **VEINTIDÓS MIL SETENTA Y SIETE CON CINCUENTA Y DOS** euros. Sin ingresos ni gastos relacionados con la instalación carece de sentido el estudio de la viabilidad económica de la misma.

1.14. Viabilidad ambiental

Este proyecto de autosuficiencia consigue que todos los consumos de una embarcación en travesía o sin conexión a la red eléctrica del puerto se puedan generar sin la necesidad de utilización de carburantes, a excepción de la caldera de ACS y la cocina de las pequeñas embarcaciones que funcionan con gas butano.

1.15. Viabilidad legal

Puesto que no existe ninguna ley prohibitoria para realizar la instalación de placas solares en un velero, ya que este no está consumiendo electricidad directamente con un contrato de una distribuidora o comercializadora, y no se considera en ningún momento el poder verter a red, la instalación no necesita de documentos que la legalicen.

En este proyecto se han cumplido las normas UNE para cualquiera de los requisitos de instalación y cableado. Por otra parte, el llamado “impuesto al sol” fue derogado el año 2019, el uso de placas fotovoltaicas para el consumo energético está totalmente permitido y se beneficia de subvenciones o ayudas en ciertos casos. Sí que son necesarios ciertos certificados de calidad, reflejados en el apartado *1.8. Normas y referencias aplicables*.

1.16. Bibliografía

- PVGIS. Estudio de la irradiancia. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- SunPower. <https://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/placas-solares>
- Teknosolar. Recuperado de: <https://www.teknosolar.com/bateria-de-litio-ion-he-24v-200ah-5kwh/>
- AutoSolar. Recuperado de: <https://autosolar.es/baterias-litio-12v/bateria-litio-12v-200ah-upower-ecoline>
- Watt & Sea Cruising hidrocargador. Recuperado de: <https://iterin.com/hidrogenerador-wattsea-cruising-463.html>
<https://www.wattandsea.com/es/productos/hydro-cruising-es/hydro-cruising-600-es>
- Rutland 12000 aerogenerador. Recuperado de: <https://www.marlec.co.uk/product/rutland-1200-windcharger/#1439806931616-d0ef5e8b-db3520d7-064e> ; <https://www.emarineinc.com/categories/Rutland-1200-Wind-Turbine>
- Marlec. Recuperado de: <https://www.marlec.co.uk/product/spectralite/>
- ENF Solar. Recuperado de: https://es.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/Thin-film/1002?utm_source=ENF&utm_medium=panel_more_series&utm_campaign=enquiry_product_directory&utm_content=54822
- Ecofan. Estudio del aire. Recuperado de: https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_Experimentales/vol6num19/Revista_de_Sistemas_Experimentales_V6_N19_3.pdf

- Iterin. Recuperado de: <https://iterin.com/102-generadores>
- Spsails. Dracon. Recuperado de: <https://www.spsails.com/dacron/>
- Acciona. Recuperado de: <https://www.renovablesverdes.com/acciona-velero-que-usa-energia-renovable/>
- Diccionario náutico. Recuperado de: <http://nauticpedia.com/diccionario-nautico/>
- Catálogo Prysmian. Recuperado de: <https://www.prysmianclub.es/novedades-de-la-norma-de-intensidades-admisibles-une-hd-60364-5-52-instalaciones-al-aire/>
- Meteoblue. Burriana. Recuperado de: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/burriana_espac3%b1a_2520709?fcstlength=-15&year=2020&month=9
- Teoría viento aparente. Recuperado de: <https://sailandtrip.com/vela/viento-aparente-y-viento-real/>

ANEJOS

Índice anejo

1. Cálculos y diseño	53
1.1. Identificación de los consumos	53
1.2. Elección del módulo fotovoltaico	53
1.3. Rendimiento del sistema FV autónomo	59
1.4. Cálculo de la energía del aerogenerador	60
1.5. Cálculos con viento aparente	66
1.6. Cálculo de la energía del hidrogenerador	70
1.7. Elección de la batería	71
1.8. Cálculo de secciones de cableado	72
2. Catálogos comerciales, fichas técnicas y planos	78
2.1. Sonda	78
2.2. Radioteléfono	79
2.3. Módulos solares	80
2.4. Controlador/Regulador híbrido solar- eólico	81
2.5. Aerogenerador Rutland 1200	83
2.6. Hidrocargador	86
2.7. Baterías 250 Ah	93
2.8. Batería 200 Ah	94

1. Cálculos y diseño

1.1. Identificación de los consumos

Cálculo de la corriente del motor de elevación del ancla:

$$P = I \cdot V$$

$$1.000 (W) = I(A) \cdot 12(V)$$

$$I = \frac{1.000}{12} = 83,3 A$$

1.2. Elección del módulo fotovoltaico

Configuración éva:

En las siguientes tablas se muestran los parámetros técnicos de los módulos seleccionados.

Tabla 6. Parámetros técnicos de los módulos

Marca	Tipo	Modelo	Precio (€)	Garantía (años)	Potencia Nominal (Wp)	Tensión nominal (V)	Eficiencia (%)
SolarWatt	vidrio-vidrio	Vision 60M	420	30	320	32,7	19,4
SunPower	vidrio-vidrio	X21-345	440	25	345	57,3	21,5
Mission Solar	vidrio-vidrio	SR9S	455	12-25	390	41,05	19,35
LG	vidrio-vidrio	NeON 2 Bifacial	475	25	390	41,7	18,5

Tabla 7. Parámetros técnicos de los módulos

Marca	Tipo	Modelo	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Material del marco	Células
SolarWatt	vidrio-vidrio	Vision 60M	22,8	1.608X990	Aluminio	Monocristalinas
SunPower	vidrio-vidrio	X21-345	18,6	1.558x1046	Aluminio anodizado	Monocristalinas
Mission Solar	vidrio-vidrio	SR9S	23	1.999x1.008	Aluminio anodizado	Monocristalinas
LG	vidrio-vidrio	NeON 2 Bifacial	22,1	2.064X1.024	Aluminio	Monocristalinas

Decisión multicriterio

Atributos a tener en cuenta para la elección de los módulos fotovoltaicos, ordenados por importancia de mayor a menor.

Tabla 8. Atributos para decisión multicriterio

	SolarWatt	SunPower	MissionSolar	LG
Peso	22,8	18,6	23	22,1
Dimensiones	1.608X990	1.558x1046	1.999x1.008	2.064X1.024
Potencia	320	345	390	390
Eficiencia	19,4	21,5	19,35	18,5
Garantía	30	25	25	25

Tabla 9. Valor de los atributos

	Peso	Dimensiones	Potencia	Eficiencia	Garantía
Peso	1	2	3	4	5
Dimensiones	1/2	1	2	3	5
Potencia	1/3	1/2	1	2	4
Eficiencia	1/4	1/3	1/2	1	3
Garantía	1/5	1/5	1/4	1/3	1

Cálculo del peso de cada atributo, siendo este su media geométrica:

$$W_{\text{peso}} = (1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5) \cdot \frac{1}{5} = 2,6$$

$$W_{\text{dimensiones}} = \left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5\right) \cdot \frac{1}{5} = 1,72$$

$$W_{\text{potencia}} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4\right) \cdot \frac{1}{5} = 1,06$$

$$W_{\text{eficiencia}} = \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 3\right) \cdot \frac{1}{5} = 0,66$$

$$W_{\text{garantía}} = \left(\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1\right) \cdot \frac{1}{5} = 0,3$$

$$W_{\text{peso}} + W_{\text{dimensiones}} + W_{\text{potencia}} + W_{\text{eficiencia}} + W_{\text{garantía}} =$$

$$= 2,6 + 1,72 + 1,06 + 0,66 + 0,3 = 6,34$$

$$W'_{\text{peso}} = \frac{2,6}{6,34} = 0,41$$

$$W'_{\text{dimensiones}} = \frac{1,72}{6,34} = 0,27$$

$$W'_{\text{potencia}} = \frac{1,06}{6,34} = 0,167$$

$$W'_{\text{eficiencia}} = \frac{0,66}{6,34} = 0,1$$

$$W'_{\text{garantía}} = \frac{0,3}{6,34} = 0,05$$

Tabla 10. Matriz de decisión

	Peso	Dimensiones	Potencia	Eficiencia	Garantía
SolarWatt	0,33	1	0,33	0,33	1
SunPower	1	0,67	0,67	1	0,67
MissionSolar	0	0,33	1	0,67	0,67
LG	0,67	0	1	0	0,67

$$\text{SolarWatt} = (0,33 \cdot 0,41) + (1 \cdot 0,27) + (0,33 \cdot 0,167) + (0,33 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,05) = 0,543$$

$$\text{SunPower} = (1 \cdot 0,41) + (0,67 \cdot 0,27) + (0,67 \cdot 0,167) + (1 \cdot 0,1) + (0,67 \cdot 0,05) = 0,836$$

$$\begin{aligned} \text{MissionSolar} &= (0 \cdot 0,41) + (0,33 \cdot 0,27) + (1 \cdot 0,167) + (0,67 \cdot 0,1) + (0,67 \cdot 0,05) \\ &= 0,357 \end{aligned}$$

$$\text{LG} = (0,67 \cdot 0,41) + (0 \cdot 0,27) + (1 \cdot 0,167) + (0 \cdot 0,1) + (0,67 \cdot 0,05) = 0,475$$

Después de estudiar todas las opciones de placas solares en la decisión multicriterio, se ha escogido como la mejor opción el módulo **SunPower X21-345**.

Configuración Eolo:

Tabla 11. Parámetros técnicos de los módulos

Marca	Tipo	Modelo	Precio (€)	Garantía (años)	Potencia Nominal (Wp)	Tensión nominal (V)	Eficiencia (%)
SolarWatt	vidrio-vidrio	Vision 36M glass	229,75	30	175	19,4	16,1
SunPower	vidrio-vidrio	SPR-E-Flex 170	465,00	25	170	29,4	25
AutoSolar	vidrio-vidrio	ESPSA TYPE	129,74	25	180	19,8	17,97
EcoSolar	vidrio-vidrio	EcoSolar 200W	143,00	25	200	45,42	16

Tabla 12. Parámetros técnicos de los módulos

Marca	Tipo	Modelo	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Material del marco	Células
SolarWatt	vidrio-vidrio	Vision 60M	25	1.550x710	Sin marco	Monocristalinas
SunPower	vidrio-vidrio	SPR-E-Flex 170	2,9	1.153x810	Acero inoxidable	Monocristalinas
AutoSolar	vidrio-vidrio	ESPSA TYPE	11,1	1.482x676	Aluminio	Monocristalinas
EcoSolar	vidrio-vidrio	EcoSolar 200W	17	158x81	Aluminio	Monocristalinas

Atributos a tener en cuenta para la elección de los módulos fotovoltaicos, ordenados por importancia de mayor a menor.

Tabla 13. Atributos decisión multicriterio (Eolo)

	SolarWatt	SunPower	AutoSolar	EcoSolar
Peso	25	2,9	11,1	17
Dimensiones	1.550x710	1.153x810	1.482x676	158x81
Potencia	175	170	180	200
Eficiencia	16,1	25	17,97	16
Garantía	30	25	25	25

Tabla 14. Valor de los atributos

	Peso	Dimensiones	Potencia	Eficiencia	Garantía
Peso	1	2	3	4	5
Dimensiones	1/2	1	2	3	5
Potencia	1/3	½	1	2	4
Eficiencia	1/4	1/3	1/2	1	3
Garantía	1/5	1/5	1/4	1/3	1

Cálculo del peso de cada atributo, siendo este su media geométrica:

$$W_{\text{peso}} = (1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5) \cdot \frac{1}{5} = 2,6$$

$$W_{\text{dimensiones}} = \left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5\right) \cdot \frac{1}{5} = 1,72$$

$$W_{\text{potencia}} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4\right) \cdot \frac{1}{5} = 1,06$$

$$W_{\text{eficiencia}} = \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 3\right) \cdot \frac{1}{5} = 0,66$$

$$W_{\text{garantía}} = \left(\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1\right) \cdot \frac{1}{5} = 0,3$$

$$W_{\text{peso}} + W_{\text{dimensiones}} + W_{\text{potencia}} + W_{\text{eficiencia}} + W_{\text{garantía}} =$$

$$= 2,6 + 1,72 + 1,06 + 0,66 + 0,3 = 6,34$$

$$W'_{\text{peso}} = \frac{2,6}{6,34} = 0,41$$

$$W'_{\text{dimensiones}} = \frac{1,72}{6,34} = 0,27$$

$$W'_{\text{potencia}} = \frac{1,06}{6,34} = 0,167$$

$$W'_{\text{eficiencia}} = \frac{0,66}{6,34} = 0,1$$

$$W'_{\text{garantía}} = \frac{0,3}{6,34} = 0,05$$

Tabla 15. Matriz decisión (Eolo)

	Peso	Dimensiones	Potencia	Eficiencia	Garantía
SolarWatt	0	0	0,33	0,33	1
SunPower	1	0,67	0	1	0,67
AutoSolar	0,67	0,33	0,67	0,67	0,67
EcoSolar	0,33	1	1	0	0,67

$$SolarWatt = (0 \cdot 0,41) + (0 \cdot 0,27) + (0,33 \cdot 0,167) + (0,33 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,05) = 0,138$$

$$SunPower = (1 \cdot 0,41) + (0,67 \cdot 0,27) + (0 \cdot 0,167) + (1 \cdot 0,1) + (0,67 \cdot 0,05) = 0,724$$

$$AutoSolar = (0,67 \cdot 0,41) + (0,33 \cdot 0,27) + (0,67 \cdot 0,167) + (0,67 \cdot 0,1) + (0,67 \cdot 0,05) = 0,576$$

$$EcoSolar = (0,33 \cdot 0,41) + (1 \cdot 0,27) + (1 \cdot 0,167) + (0 \cdot 0,1) + (0,67 \cdot 0,05) = 0,606$$

Después de estudiar todas las opciones de placas solares en la decisión multicriterio, se ha escogido como la mejor opción el módulo **SunPower SPR-E-Flex 170**.

1.3. Rendimiento del sistema FV autónomo

Con las placas seleccionadas, de una potencia pico de 350 Wp entre las dos, y con unas baterías de capacidad 3,2 kWh cada una, se efectuará el estudio de rendimiento del sistema FV con la herramienta PVGIS.

Para ello, se selecciona la ubicación del amarre, y los datos de las placas a instalar y las baterías, para las que se ha considerado un porcentaje de descarga máximo de hasta el 30% de su capacidad nominal.

Ilustración 31. Rendimiento medio mensual

Rendimiento medio mensual

Mes	E_d	E_l	f_f	f_e
Enero	978.4	1.1	0.3	99.5
Febrero	1119.7	0.0	0.0	100.0
Marzo	1262.1	0.0	0.0	100.0
Abril	1416.1	0.0	0.0	98.9
Mayo	1488.4	0.0	0.0	98.1
Junio	1560.4	0.0	0.0	100.0
Julio	1592.9	0.0	0.0	100.0
Agosto	1545.2	0.0	0.0	100.0
Septiembre	1383.9	0.0	0.0	100.0
Octubre	1163.3	0.0	0.0	100.0
Noviembre	1017.4	0.0	0.0	100.0
Diciembre	911.8	0.0	0.0	100.0

E_d: Producción energética media diaria [Wh/día].

E_l: Energía media diaria no capturada [Wh/día].

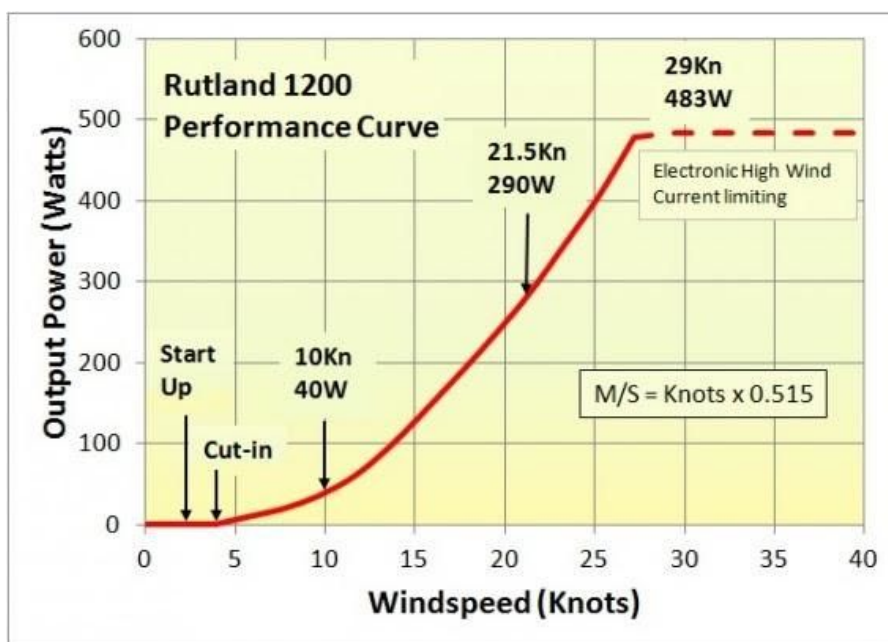
f_f: Porcentaje de días con la batería cargada completamente [%].

f_e: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente [%].

1.4. Cálculo de la energía del aerogenerador

Los datos del viento se han obtenido de las gráficas históricas de velocidades del viento de la web “meteoblue”.

Gráfico 3. Curva de potencia del aerogenerador



$$1 \frac{km}{h} = 0,27 \frac{m}{s}$$

$$3 \frac{m}{s} = 10,8 \frac{km}{h} \text{ (Velocidad a la que empieza a generar)}$$

$$3 \frac{m}{s} = 5,825 \text{ nudos}$$

Tabla 16. Energía por meses

	SEPTIEMBRE 2019	OCTUBRE 2019	NOVIEMBRE 2019
Velocidad mínima (km/h)	1	0	0
Velocidad máxima (km/h)	42	50	40
Velocidad media (km/h)	25	15	21
Velocidad media (m/s)	6,9	4,2	5,8
Velocidad media (nudos)	13,5	8,1	11,3
Franja temporal de viento a la velocidad media	12:00-18:00	11:00-22:00	11:00-19:00
Energía según la gráfica del aerogenerador	$80 W \cdot 5 h = 400 Wh$	$30 W \cdot 11 h = 330 Wh$	$60 W \cdot 8 h = 480 Wh$

Tabla 17. Energía por meses

	DICIEMBRE 2019	ENERO 2020	FEBRERO 2020
Velocidad mínima (km/h)	0	0	0
Velocidad máxima (km/h)	43	33	63
Velocidades medias (km/h)	15 18	15	15
Velocidades medias (m/s)	4,2 5	4,2	4,2
Velocidades medias (nudos)	8,1 9,7	8,1	8,1
Franja temporal de viento a la velocidad media	0:00-6:00 12:00-20:00	13:00-20:00	12:00-18:00
Energía según la gráfica del aerogenerador	$30 W \cdot 6 h = 180 Wh$ $39 W \cdot 8 h = 312 Wh$	$30 W \cdot 7 h = 210 Wh$	$30 W \cdot 8 h = 240 Wh$

Tabla 18. Energía por meses

	MARZO 2020	ABRIL 2020	MAYO 2020
Velocidad mínima (km/h)	0	0	0
Velocidad máxima (km/h)	43	38	38
Velocidades medias (km/h)	17	15	18
	25	20	17
Velocidades medias (m/s)	4,7	4,2	5
	6,9	5,6	4,7
Velocidades medias (nudos)	9,1	8,1	9,7
	13,5	10,8	9,1
Franja temporal de viento a la velocidad	0:00-12:00	04:00-12:00	08:00-12:00
	12:00-0:00	12:00-0:00	12:00-22:00
Energía según la gráfica del aerogenerador	$38 W \cdot 12 h = 456 Wh$	$30 W \cdot 8 h = 240 Wh$	$40 W \cdot 4 h = 160 Wh$
	$90 W \cdot 12 h = 1.080 Wh$	$45 W \cdot 12 h = 540 Wh$	$35 W \cdot 10 h = 350 Wh$

Tabla 19. Energía por meses

	JUNIO 2020	JULIO 2020	AGOSTO 2020
Velocidad mínima (km/h)	0	0	0
Velocidad máxima (km/h)	34	28	26
Velocidades medias (km/h)	15	15 18	15 18
Velocidades medias (m/s)	4,2	4,2 5	4,2 5
Velocidades medias (nudos)	8,1	8,1 9,7	8,1 9,7
Franja temporal de viento a la velocidad	8:00-22:00	10:00-12:00 12:00-19:00	10:00-12:00 12:00-20:00
Energía diaria según la gráfica del aerogenerador	$30\text{ W} \cdot 14\text{ h} = 420\text{ Wh}$	$30\text{ W} \cdot 2\text{ h} = 60\text{ Wh}$ $40\text{ W} \cdot 7\text{ h} = 280\text{ Wh}$	$30\text{ W} \cdot 2\text{ h} = 60\text{ Wh}$ $40\text{ W} \cdot 8\text{ h} = 320\text{ Wh}$

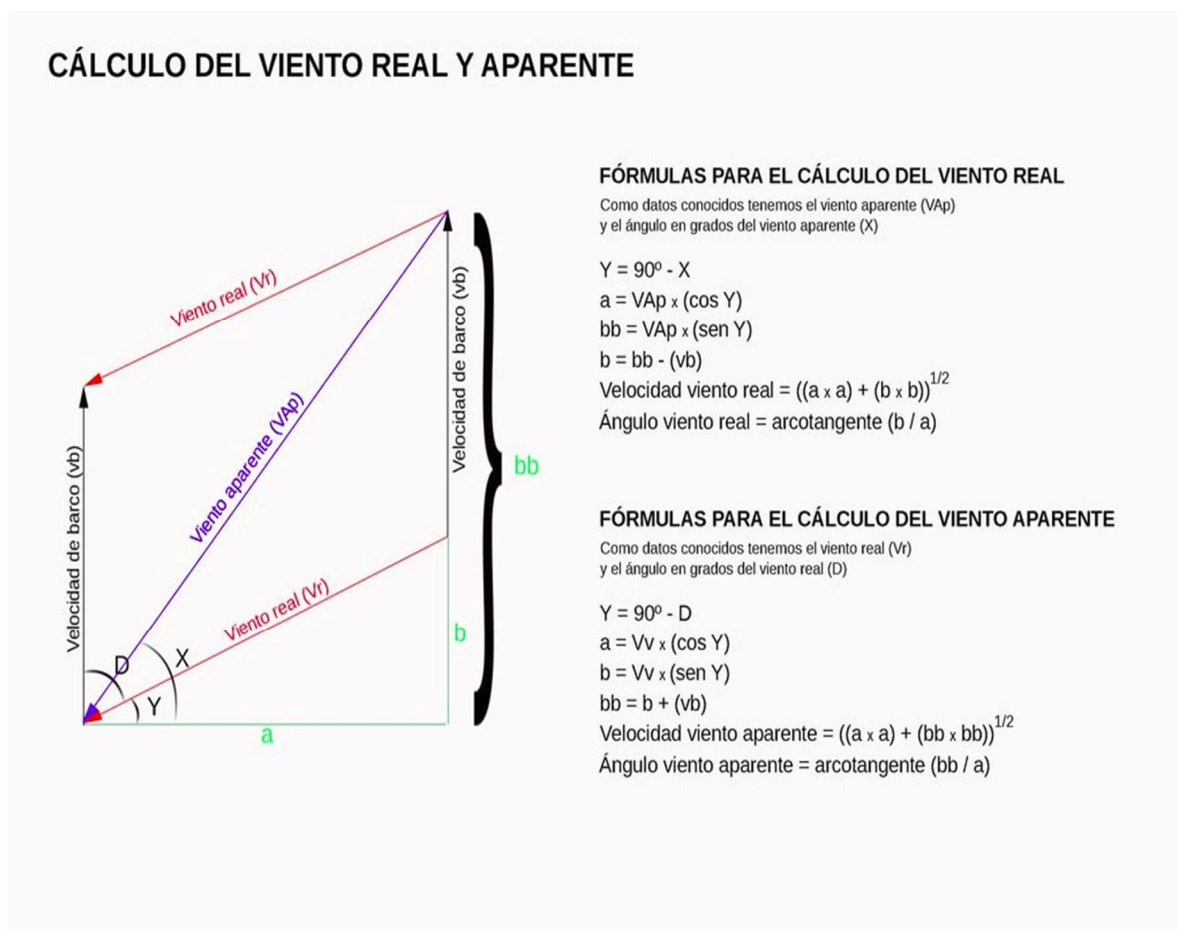
Tabla 20. Resumen energías por meses

	ENERGÍA (Wh/día)
SEPTIEMBRE 2019	400
OCTUBRE 2019	330
NOVIEMBRE 2019	480
DICIEMBRE 2019	492
ENERO 2020	210
FEBRERO 2020	240
MARZO 2020	1.536
ABRIL 2020	780
MAYO 2020	510
JUNIO 2020	420
JULIO 2020	340
AGOSTO 2020	380

El aerogenerador Rutland 1200 da en el mes más crítico una energía de 210 Wh/día sin tener en cuenta la aportación del viento aparente y la velocidad del velero. Esto es para la situación de amarre de la embarcación, ya que aunque su uso es recreativo, muchos propietarios pasan largas horas en el muelle por tareas de mantenimiento o simplemente pasan el día o la noche en la embarcación sin salir a mar abierto.

1.5. Cálculos con viento aparente

Ilustración 32. Fórmulas viento aparente



Para una velocidad media del velero de unos 6 nudos y una velocidad de viento real de 10 nudos.

D= Ángulo del viento real con la proa del velero, en grados.

Vb= velocidad del barco en nudos.

Vr= Velocidad del viento real en nudos.

$$Y = 90^\circ - D$$

$$a = V_r \cdot \cos(Y)$$

$$b = V_r \cdot \sin(Y)$$

$$bb = b + V_b$$

Vap= Velocidad del viento aparente en nudos.

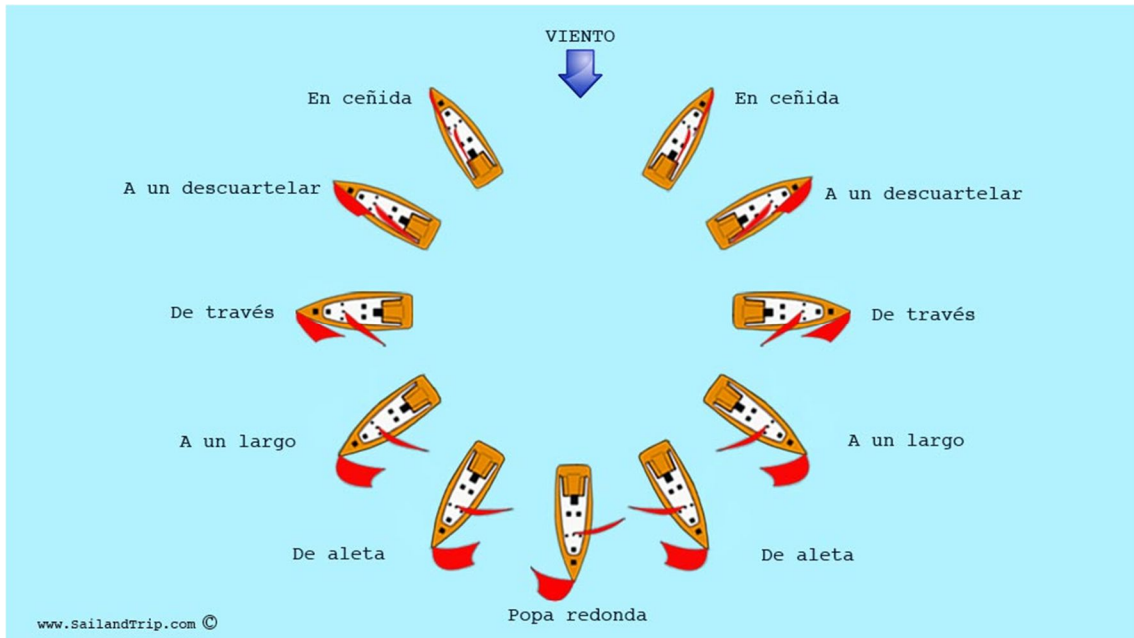
$$V_{ap} = ((a \cdot a) + (bb \cdot bb))^{1/2}$$

Tabla 21. Viento aparente

D	Vb	Vr	Y	A	b	bb	Vap
160	6	10	-70	6,33	-7,74	-1,74	6,57
155	6	10	-65	-5,62	-8,27	-2,27	6,06
150	6	10	-60	-9,52	3,05	9,05	13,14
145	6	10	-55	0,22	10,00	16,00	16,00
140	6	10	-50	9,65	2,62	8,62	12,94
135	6	10	-45	5,25	-8,51	-2,51	5,82
130	6	10	-40	-6,67	-7,45	-1,45	6,83
125	6	10	-35	-9,04	4,28	10,28	13,69
120	6	10	-30	1,54	9,88	15,88	15,96
115	6	10	-25	9,91	1,32	7,32	12,32
110	6	10	-20	4,08	-9,13	-3,13	5,14
105	6	10	-15	-7,60	-6,50	-0,50	7,61
100	6	10	-10	8,39	5,44	11,44	14,19
95	6	10	-5	2,84	9,59	15,59	15,85
90	6	10	0	10	-	6,00	11,66
85	6	10	5	2,84	-9,59	3,59	4,57
80	6	10	10	8,39	-5,44	0,56	8,41
75	6	10	15	7,60	6,50	12,50	14,63
70	6	10	20	4,08	9,13	15,13	15,67
65	6	10	25	9,91	1,32	4,68	10,96
60	6	10	30	1,54	9,88	3,88	4,18
55	6	10	35	9,04	4,28	1,72	9,20
50	6	10	40	6,67	7,45	13,45	15,01
45	6	10	45	5,25	8,51	14,51	15,43
40	6	10	50	9,65	2,62	3,38	10,22

Un velero no puede navegar a vela a un ángulo menor a 45° al viento o 40° para barcos más modernos, por lo que se ha calculado el viento aparente hasta este ángulo.

Ilustración 33. Rumbos



El aerogenerador rota gracias a su veleta, y se encara al viento aparente, en la siguiente tabla se muestra el cálculo de la energía obtenida del aerogenerador recibiendo viento aparente, para una media de 10 nudos de viento real y 6 nudos de velocidad de la embarcación, durante un periodo de 6, 4 y 2 horas.

Gráfico 4. Curva de potencia del aerogenerador

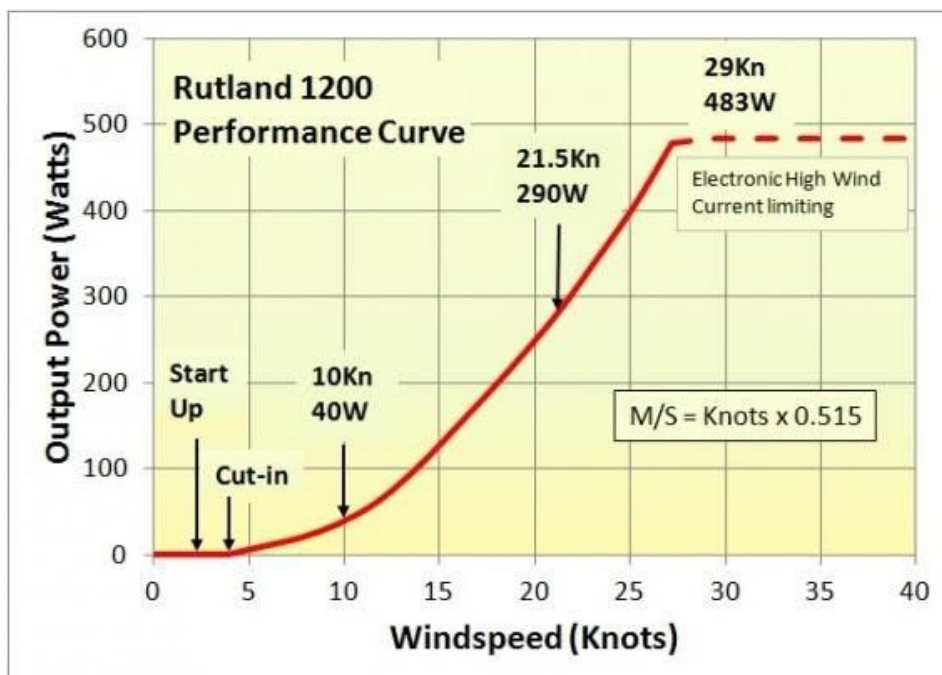


Tabla 22. Energía según viento aparente

D (°)	Vap (nudos)	Potencia aerogenerador (W)	E (t = 6 h) (Wh)	E (t = 4 h) (Wh)	E (t = 2 h) (Wh)
160	6,57	25	150	100	50
155	6,06	20	120	80	40
150	13,14	85	510	340	170
145	16,00	120	720	480	240
140	12,94	80	480	320	160
135	5,82	25	150	100	50
130	6,83	30	180	120	60
125	13,69	100	600	400	200
120	15,96	120	720	480	240
115	12,32	80	480	320	160
110	5,14	15	90	60	30
105	7,61	30	180	120	60
100	14,19	100	600	400	200
95	15,85	120	720	480	240
90	11,66	70	420	280	140
85	4,57	10	60	40	20
80	8,41	30	180	120	60
75	14,63	115	690	460	230
70	15,67	140	840	560	280
65	10,96	60	360	240	120
60	4,18	15	90	60	30
55	9,20	35	210	140	70
50	15,01	120	720	480	240
45	15,43	125	750	500	250
40	10,22	60	360	240	120

1.6. Cálculo de la energía del hidrogenador

Gráfico 5. Curva de potencia del hidrogenador

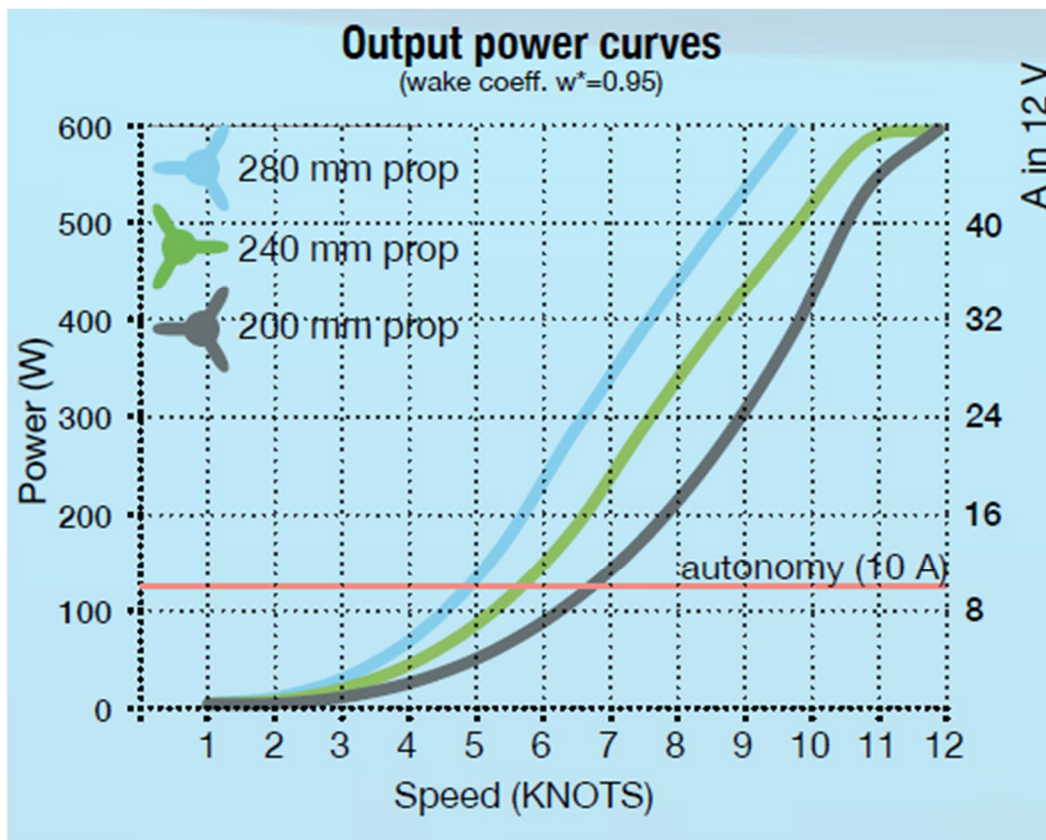


Tabla 23. Energía del hidrogenador

VELOCIDAD DEL VELERO (nudos)	POTENCIA (W)	USO DIARIO ESTIMADO (h)	ENERGÍA (Wh)
3	40	3	120
4	80	3	240
5	120	3	360
6	230	3	690
7	350	3	1.050
8	450	3	1.350
9	600	2	1.200

1.7. Elección de la batería

Según la Tabla 3, el consumo diario es de 99,53 Ah.

Se quiere conseguir una autonomía de 3 días:

$$C_{24} = \frac{N \cdot Id}{Pd \cdot \eta_{inv} \cdot \eta_{rb}}$$

C_{24} : Capacidad de descarga en 24 horas

Id : Consumo diario en Ah/día

Pd : Profundidad de descarga máxima

η_{inv} : Rendimiento del inversor

η_{rb} : Rendimiento regulador más acumulador

Pérdida del inversor: Como no es necesario un inversor en esta instalación, no se generan pérdidas por su parte

Pérdida regulador y acumulador = 15%

$$\eta_{rb} = 1 - \frac{15}{100} = 0,85$$

$$C_{24} = \frac{3 \cdot 99,53}{0,7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 501,83 \text{ Ah}$$

Se buscará una batería o conjunto de ellas de una capacidad de 500 Ah, lo que brindará a la instalación de una autonomía de tres días. Se seleccionan dos baterías LFP (Litio-Ion), de **12V y 250 Ah de la marca Power Brick +**.

1.8. Cálculo de secciones de cableado

La selección de todo el cableado necesario que no proporcionan los proveedores de las tecnologías a implementar, se calculará según los criterios térmico (intensidad admisible) y de caída de tensión.

Se aplicarán los factores de corrección necesarios según las tablas 19 y 20 de los Anexos.

Tramo 1: Módulos FV - Regulador 1

Los paneles se conectan al regulador directamente.

Datos:

Tabla 24. Datos paneles FV

Corriente de cortocircuito (I _{sc})	6,15 A
Potencia nominal panel (P _n)	170 W
Longitud del cable módulo-regulador	5 m

Fuente: Elaboración propia

Criterio térmico:

$$I_B = I_{SC} < I_Z$$

$$I_B = \text{Corriente de utilización de la línea}$$

$$I_{SC} = \text{Corriente de cortocircuito de los módulos}$$

$$I_Z = \text{Capacidad de corriente en régimen permanente en la sección}$$


$$I_B = 6,15 = 6,15 A$$

Factores de corrección:

- Acción solar directa (UNE 20435 punto 3.1.2.1.4.): 0,9
- Por temperatura: (30°): 1,10

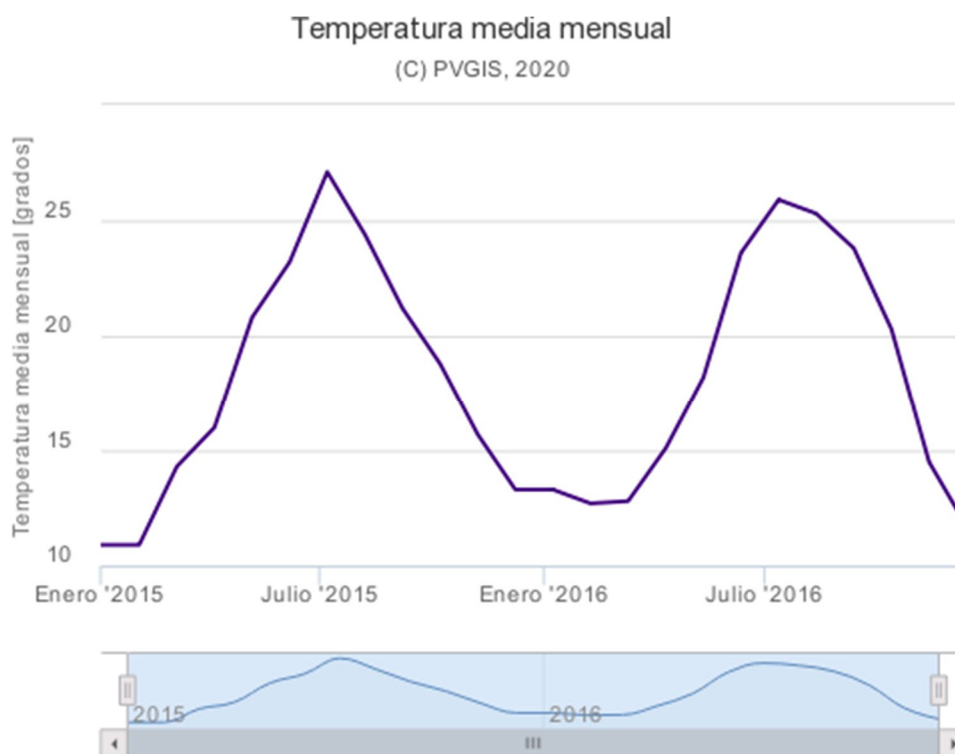
Ilustración 34. Factores de corrección por temperatura ambiente

Aislamiento	Temperatura ambiente (θ_a) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78



Fuente: Catálogo Prysmian UNE-HD -60364-5-52 instalaciones al aire

Gráfico 6. Temperatura media mensual en Burriananova (PVGIS)




Fuente: PVGIS

- Por agrupamiento: 0,8

Disposición: Sobre superficie al aire

Ilustración 35. Factores de corrección por agrupamiento

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores										Instalación tipo
		1	2	3	4	6	9	12	16	20		
1	Empotrados, embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o grapados sobre una superficie al aire)	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40		A a F
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70		C
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60		
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70		E y F
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80		

Fuente: Catálogo Prysmian UNE-HD -60364-5-52 instalaciones al aire

$$I_B = \frac{6,15}{0,9 \cdot 1,10 \cdot 0,8} = 7,77A$$

El cable será unipolar con aislamiento XLPE termoestable con una tensión nominal de 0,6/1kV.

Tipo de canalización: Al aire (E)

Ilustración 36. Intensidades admisibles en amperios al aire (40°C)

INTENSIDADES ADMISIBLES (A) AL AIRE 40°C. Nº DE CONDUCTORES CON CARGA Y NATURALEZA DEL AISLAMIENTO

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre. ⁴ Distancia a la pared no inferior a $0,3D^5$					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁵ . Distancia a la pared no inferior a D^5						3x PVC			3x XLPE o EPR ¹		
G		Cables unipolares separados mínimo D^5								3x PVC ¹		3x XLPE o EPR	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
	185				268	297	317	354	386	415	464	601	
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

- 1) A partir de 25mm² de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones –canaletas– y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja no perforada.
- 4) O en bandeja perforada.
- 5) D es el diámetro del cable.

Fuente: Catálogo Prysmian UNE-HD -60364-5-52 instalaciones al aire

El cable seleccionado es 2x1,5 mm² de cobre estañado, pero dado que el proveedor aconseja uno de 4 mm², se utilizará de dicho diámetro, el cable será **2x4mm² de cobre estañado**.

Tramo 2: Aerogenerador - Regulador 1

Ilustración 37. Diámetros de cableado turbina-regulador

De la turbina al controlador

Longitud del cable del sistema (3 núcleos iguales)	Rutland 1200 12V		Rutland 1200 24V	
	mm ²	AWG	mm ²	AWG
0-5 m	2.5	14	4	12
5-10 m	4	12	4	12
10-20 m	6	10	4	12
20-30 m	10	8	4	12
30-40 m	dieciséis	6	4	12
Los 50-75m			6	10
Los 75-100m			10	8

Fuente: Web informativa Rutland 1200

Estos son los cables que ofrece el proveedor, en este caso se escoge el de 0-5 m. El cable proporcionado según la longitud es **“Cable de 3 núcleos OceanFlex de 2,5 mm²”**

Tramo 3: Regulador 1 - Baterías

Ilustración 38. Diámetros cableado regulador-baterías

Del controlador a la batería

Longitud del cable	Rutland 1 20 0 ≤ 55A	
	mm ²	AWG
1,5 m	dieciséis	6

Fuente: Web informativa Rutland 1200

Del regulador 1 a las baterías habrá 1,5 m, el cable será de 16mm².

Los cables proporcionados según la longitud son **“Cable 16 mm² Rojo” y “Cable 16 mm² Negro” de cobre estañado.**

Tramo 4: Hidrocargador- Regulador 2

Cable trifásico, 3 conductores de 1,5 mm² de cobre estañado, vaina de PTFE (Politetrafluoretileno) muy resistente

Lo proporciona el proveedor.

Tramo 5: Regulador 2 - Batería 200 Ah

“Cable 16 mm² Rojo” y “Cable 16 mm² Negro” de cobre estañado.

Lo proporciona el proveedor.

Ilustración 39. Secciones por tramos

Tramos	Recorrido	Cableado seleccionado
1	Módulos FV - Regulador 1	Cable 2x4mm ² de cobre estañado
2	Aerogenerador - Regulador 1	Cable de 3 núcleos OceanFlex de 2,5 mm ²
3	Regulador 1 - Baterías 500 Ah	Cable 16 mm ² Rojo y Cable 16 mm ² Negro” de cobre estañado.
4	Hidrocargador- Regulador 2	Cable trifásico, 3 conductores de 1,5 mm ² de cobre estañado, vaina de PTFE (Politetrafluoretileno) muy resistente
5	Regulador 2 - Batería 200 Ah	Cable 16 mm ² Rojo y Cable 16 mm ² Negro de cobre estañado.

Fuente: Elaboración propia

2. Catálogos comerciales, fichas técnicas y planos

2.1. Sonda

2

DS400X and DS500X Digital Fishfinders

The DS400/500X employs a very high transmission repetition or “ping” rate which, along with the digital adaptive high sample rate receiver, ensures that fish and bottom structure are presented in superb detail and optimal color allocation. The DS400/500X digital bandwidth adaptation adjusts the receiver band width dynamically from very wide to very narrow, as required by the actual water conditions. This provides superior fish and bottom detection in all water conditions.

Features

- DS500X: 5" Transmissive High Brightness TFT Color LCD
DS400X: 3.5" Transflective Daylight Viewable TFT Color LCD
- ¼ VGA 76,800 Pixel Display Resolution
- Patented Digital HDFI Technology
- Hands-Off Adaptive Auto Adjustments
- Dual Frequency 200/50 kHz 500W RMS
- Depth/Temp/Speed transducer included with some models, which can measure water depth, water temperature and speed
- Speedometer-style digital data screen overlay
- NMEA 0183 compliant
- Easy Bracket or Flush mounting
- Waterproof to IPX7

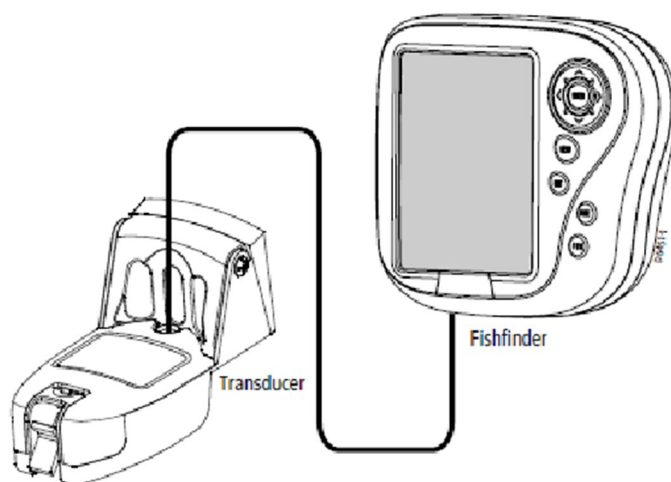


Figure 1-3: Basic Fishfinder System using the DS400/500X

2.2. Radioteléfono

10/9/2020

VHF RADIOTELEFONO NAVICOM RT-850 DSC Y AIS | Electrónica 25656 - Cosas de Barcos

Descripción y Características

RADIOTELEFONO DE VHF, DSC Y AIS Nuevo VHF fijo, todo en uno, incorporando funciones de Radioteléfono, DSC y AIS, con amplia pantalla LCD y micrófono inalámbrico. El transceptor de VHF congrega las funciones de comunicación de radio, DSC y AIS. Este dispositivo multifunción evita la compra de otros varios equipos. Con este VHF se ahorra dinero y espacio a bordo. Otras características: Gran pantalla LCD visible desde lejos, micrófono con pantalla LCD y teclado operativo a 200m del VHF. Solo una antena para la transmisión de VHF y el sistema AIS. La señal AIS recibida en el VHF está disponible en la salida NMEA para ser presentada en PC o Plóter: posición de los barcos cercanos e información relativa a los mismos: MMSI, nombre, características, ruta, velocidad, etc... La función Intercom proporciona una red de comunicación privada a bordo de hasta 200 metros. Protección contra interferencias. Especificaciones de la Base: AIS incorporado Margen de frecuencias 161,975/162,025 MHz. Entrada GPS. Salida NMEA Gran pantalla retroiluminada en rojo Llamadas barco a barco a tierra Incluido DSC Clase D con registro de mensajes Selección de canal y potencia desde el micrófono Pantalla y teclado iluminados. Alarmas visuales y sonoras A esta base no se le puede aplicar la pulsera del MOB. Especificaciones del transceptor VHF: Pantalla: LCD con 3 niveles de iluminación Teclado iluminado: Sí 55 canales internacionales: Todos los canales autorizados; Canales USA: Sí Memoria canales de usuario: 10 canales Acceso rápido al canal 16: Sí Botones de Volumen y Silenciador: Sí Alimentación: 13,8 VCC Modos de operación: Simplex/semi-duplex Conector de antena: 50-239 estándar hembra, 50 Ohmios Dimensiones y peso: 167x157x72mm, 1,2Kg. Potencia de salida: 1 ó 25W Sensibilidad/Distorción de recepción: 12dB <5% Altavoz interno y enchufe externo: 4W/8 Ohmios (Altavoz externo opcional) Funciones DSC: Directorio MMSI: 20 números, Llamadas de socorro y seguridad: Individuales y a todos los barcos, Llamadas ordinarias: Llamadas de grupos.

Nota: Los datos que aparecen en el anuncio son aportados por los propios usuarios. Algunas veces se pueden producir errores en el precio, dimensiones o descripción de los mismos, por lo tanto, es necesaria una confirmación directa con el vendedor, no haciéndose responsable este portal de dichos errores.

Aviso: Ten cuidado si contactan desde otro país y tenen prisa en comprar. Mucho ojo si te pide envíos por cheque/Western Union/ u otros medios y sin ningún tipo de garantía.



Publicidad

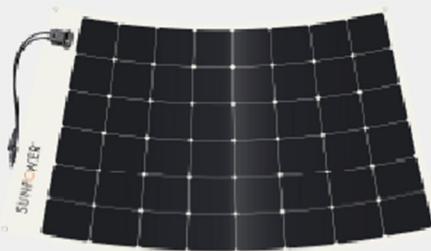
2.3. Módulos solares



SunPower® Flexible Solar Panels | SPR-E-Flex-170 6x8

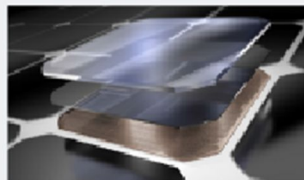
High Power and Flexible

Made with SunPower's highest power back contact cells, SunPower's flexible panels deliver the highest power output and the highest charging capacity in their product class. SunPower's panels are constructed with top-grade, light-weight polymer materials, allowing for easy transport, installation and panel flexing up to 30 degrees.



Designed for Toughness

The SunPower Maxeon® Solar Cell is the only cell built on a solid copper foundation. Flexible panels made with SunPower cells are resistant to power loss via cracking and corrosion, unlike conventional cells, which are much more likely to lose power when bent or subjected to a moist environment. SunPower flexible panels are the #1 choice for customers due to the combination of high power and cell ruggedness.



Maxeon® Solar Cells: Fundamentally better
Engineered for performance, designed for durability.

Easy and Low Cost Installation

The panel can be installed with adhesives and/or use of stainless steel grommets in the panel. The panels have standard quick-connect cables. An easy-to-follow installation guide is provided with each panel.

Warranty: 5 years limited power warranty of 80% of the minimum specified power rating. Designed in the USA. Assembled in France.

Typical Electrical Data at STC: 25° C, 1000 W/m ² and AM 1.5	
Model	SPR-E-Flex-170 6x8
Nominal Power (P _{nom})	170 W
Power Tolerance	+/-3%
Rated Voltage (V _{mpp})	29.4 V
Rated Current (I _{mpp})	5.84 A
Open-circuit voltage (V _{oc})	34.6 V
Short-circuit current (I _{sc})	6.15 A
Power Temp Coefficient	-0.30%/° C
Voltage Temp Coefficient	-83.7 mV/° C
Current Temp Coefficient	3.5 mA/° C
Max. System Voltage	45 V
Series Fuse Rating	15 A

Mechanical Data	
Solar Cells	Prime monocrystalline 25% efficiency SunPower IBC cells
Junction Box	TE 1-21-2152049-1 with by-pass diode
Connectors	PV4-S (Compatible with MC4)
Cables	4 mm ² (0.16 in ²), 12 AWG, 450 mm (17.7 in) long
Grommets	316 Stainless Steel
Charge Controller	None provided
Weight	6.3 lbs (2.9 kg)
Panel Dimensions	1153 x 810 x 20 mm with jbox, 2 mm w/o jbox (45.4 x 31.9 x 0.8 in)

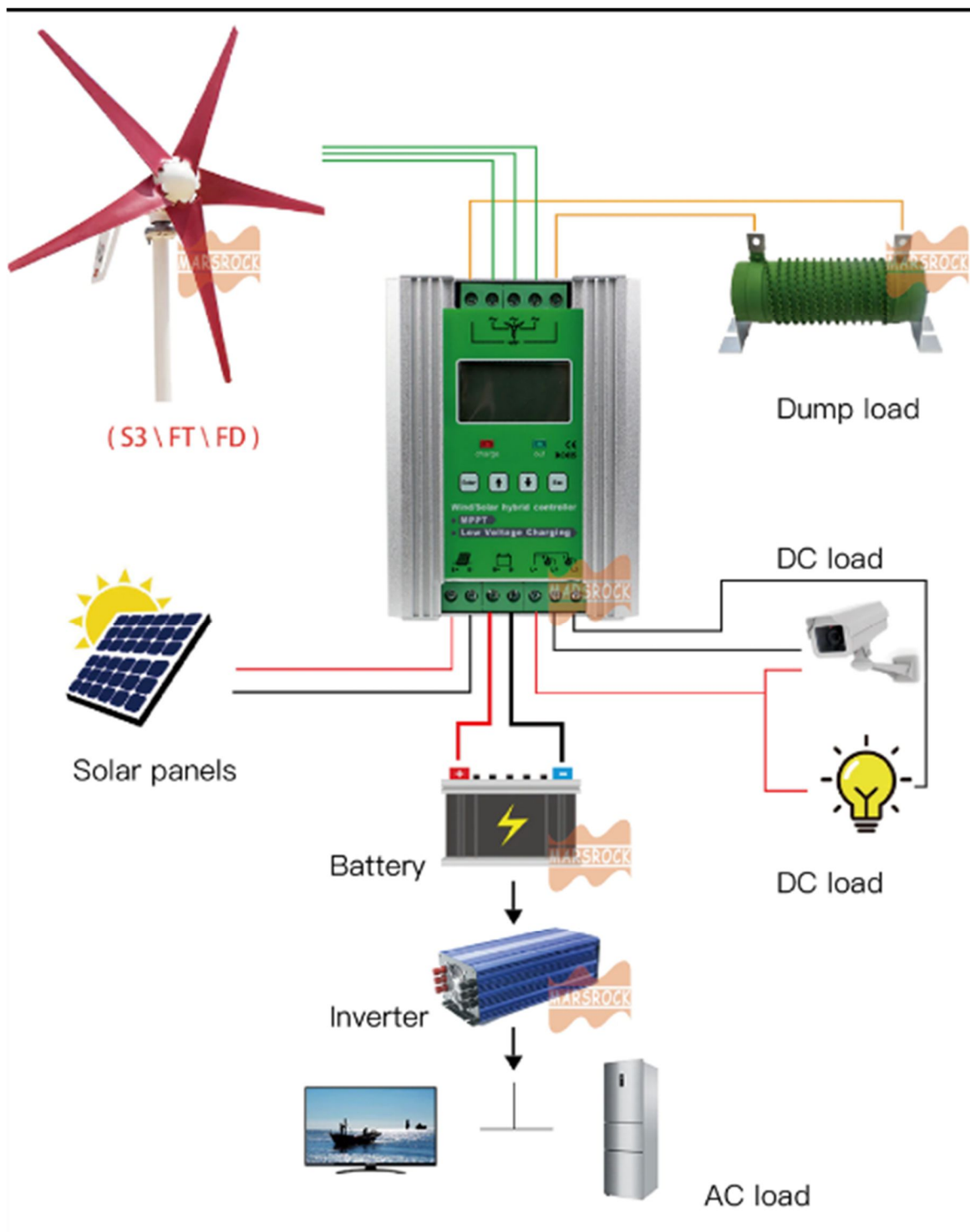


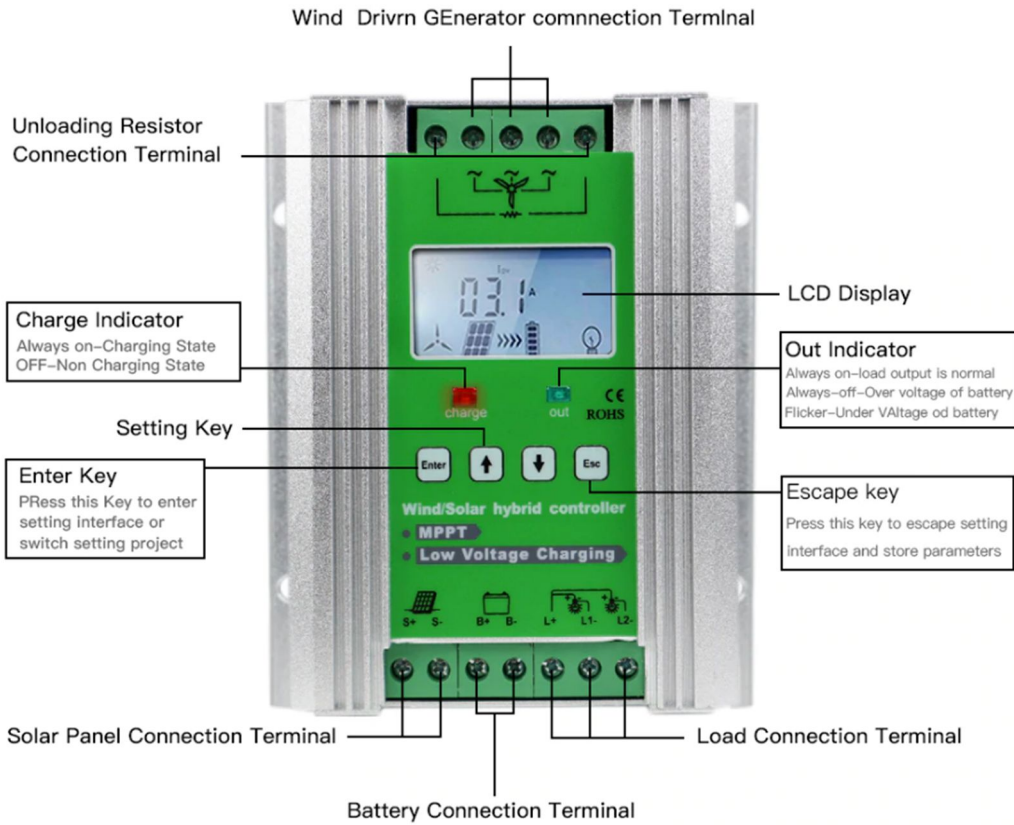
Please read the safety and installation guide.
Document # 531336 Rev A / LTR_LUS

©October 2018 SunPower Corporation. All rights reserved. SUNPOWER, the SUNPOWER logo and MAXEON are trademarks or registered trademarks of SunPower Corporation. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

SUNPOWER®

2.4. Controlador/Regulador híbrido solar- eólico





2.5. Aerogenerador Rutland 1200

Rutland Winchargers power on...

Quietly – our fully integrated product designs result in quiet operation so you can live aboard without disturbance from noisy blades.

Reliably – with over 100,000 units sold worldwide our turbines have been proven time and again on land and sea. Our UK based factory manufactures under ISO9002 operating standards and our testing parameters are rigorous.

Effortlessly – just a gentle breeze is all it takes to start delivering charge into your batteries. The Rutland 1200 highly efficient blades and low inertia generator capture the free and abundant energy in the wind.

Environmentally Friendly – be at one with the sea and use the natural resources of the wind and sun to fulfil your energy needs without costing the earth.

Distributed by:



NEW
Rutland 1200
Windcharger
for marine & land uses
Renewable Energy Solutions You Can Trust

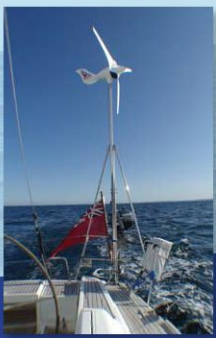


Marlec Engineering Co Ltd
Rutland House, Trevithick Road,
Corby, NN17 5XY
Tel: +44 (0)1536 201588 Fax: +44 (0)1536 400211
sales@marlec.co.uk www.marlec.co.uk

Going long distance cruising?

Choose a Rutland for:

- Quiet operation lets you sleep!
- Direct savings on fuel
- Reduced engine running time and maintenance
- Assurance of power for essentials such as navigation, refrigeration etc... and so you can enjoy electrical comforts on-board with confidence.



Rutland 1200

Available in 12V and 24V

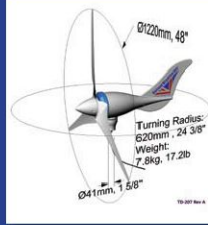
The Rutland 1200 is our new generation of turbine designed for users seeking higher generating capacity on board yachts and in off-grid locations.

The Rutland 1200 elegantly combines a number of high tech features focused on quiet operation, low windspeed performance and high power delivery up to 500W.

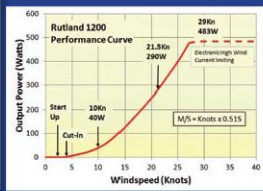
Why Rutland?

- Our low wind speed start up is unrivalled. The highly efficient blade and generator designs deliver charge into your batteries long before many other turbines are picking up. Overall that's more power to you!
- We innovate, leading the way in our industry on aerodynamic, electronics and low friction generator designs to deliver modern, durable wind turbines that have continued to stand the test of time.
- We keep it simple and user friendly for our tens of thousands of users worldwide. Eg our blades have a positive one-way-only fit so there's no need for the user to align with other components.

Dimensions



Performance



Shipping Specifications:
1 carton: 900x390x185mm 36x15x7"
Gross Weight: 11.25kg 25lbs.


Design Features

- Unique **Tri-namic Profile Blades**
The most advanced Marlec designed Tri-namic Blade brings together **low wind speed start up** with **high wind speed power performance** and **almost silent running across all wind speeds**.
- 3 Phase AC power delivered from the turbine to the controller minimises voltage drop on long cable runs
- The low friction generator responds rapidly to windspeed changes and its inertia drives the turbine on between gusts to capture more energy
- Power optimising **Maximum Power Point Tracking (MPPT)** boosts the turbine's output
- Marine grade stainless steel and aluminium are combined with modern, durable but lightweight materials to give a high quality build and finish.

Specifications

Rutland 1200 Controller

- Hybrid control to combine Rutland 1200 wind turbine with up to 20A of solar panels
- Dual charging capability to 2 separate battery banks
- MPPT on both wind turbine and solar panel inputs to maximise both energy sources. Enables connection of high voltage solar panels.
- Pulse Width Modulation charge control for multi-stage charging ensures fully charged and maintained batteries.
- Automatic turbine speed reduction as batteries reach capacity, resumes as batteries deplete.
- Manual shutdown switches for wind and solar inputs
- LED charge and battery condition indicators as standard.
- Remote digital display optional. Connect with RJ232.



Dims: 258x164x68mm 1.3kg
10x6%±2% 2.9lbs

As we continuously improve our products the latest specifications are found at www.marlec.co.uk

Getting Your Rutland Up and Running

The Rutland 1200 includes the controller needed for battery charging up to 2 separate battery banks. It is a purpose designed wind and solar energy hybrid controller accepting inputs from the Rutland 1200 and up to 20A of solar panels.

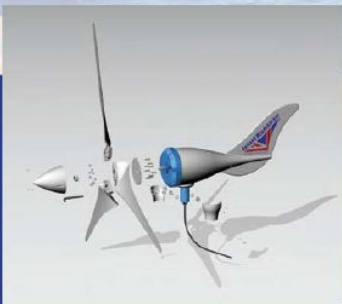
Select the model required, 12V or 24V. The regulator should be located within a 1.5m cable run of the battery bank.


An optional remote digital display is available.

Marine Mounting Pole – a Rutland Marine Mounting Pole and separately supplied Stays Kit give a professional finish to your installation OR make your own to suit your own based on tube specified at 41mm internal and 48mm external diameters.

Cables & Connectors – select between 2.5mm and 4mm 3 core cable. Permanent battery connections are recommended.

Batteries – deep cycle gel or AGM types are recommended with renewable energy systems. A good quality range is available from Marlec.



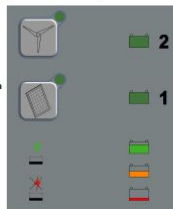


Rutland 1200 Commissioning and Operation

Commissioning— it is important to follow this sequence!

1. Electrical Connection— connect BAT2 first if used, followed by BAT1. The controller automatically self configures to operate at 12V or 24V according to the battery voltage. The WG and PV buttons are red.
2. Raise the turbine and secure the mounting pole firmly in an upright position or release the blades to run if tied off. Uncover solar panels. The charge controller default start position is OFF and the wind and solar inputs hold the turbine in the electronic stall position to prevent current from flowing.
3. Switch On— Press and hold the WG turbine ON/OFF button for 3 seconds to release the electronic stall. The LED will change from solid red to the current operating status. Repeat for the PV ON/OFF button. Charging will commence automatically as wind and solar energy are available.

IMPORTANT: In service BAT1 must always remain connected to provide power to the controller. DO NOT install any switches, relays, VSRs, fuses etc that can even momentarily disconnect the battery. If the battery needs to be disconnected follow the Procedure to Shutdown and Start the Turbine and Solar Panel.



Optional Equipment:

Rutland 1200 Remote Display –Part No: CA-07/02



- View system performance parameters:
- wind and solar charge Amps and Watts
 - battery 1 and 2 Voltages and % of charge
 - charging status; Bulk or Float
 - accumulated ampere hours of charge

1200 Reprogrammer –Part No: CA-07/04

A PC link wire and software on a USB to alter various parameters for different battery types.

Ask your dealer for details or visit www.marlec.co.uk

Manufactured in the UK by

Marlec Eng Co Ltd

Rutland House, Trevithick Rd, Corby, NN17 5XV
www.marlec.co.uk sales@marlec.co.uk

Rutland 1200 Hybrid MPPT

Charge Controller

Marlec Part No: CA-07/01

Part 2—Controller Installation

Installation and Operation
12V and 24V Models



Doc No: SW-469 Iss E.1 Part 2 01.08.19



Guide to Operation—LED Indicators

Battery LEDs	Battery Status
	Battery is not connected or Voltage is too low to power the controller. Note: BAT1 LED is always lit when connected to a battery
	Flashing. Battery is fully charged. Controller is in regulation mode, turbine and PV are voltage limited. Turbine speeds are reduced.
	>13V or >26V
	12-13V or 24-26V
	<12V or <24V
	Flashing. <11V or < 22V, recommend disconnect loads or charge batteries separately
Button LEDs	Charging Status
	No charge output voltage detected
	Charging by renewable power
	Flashing. Standby Mode, insufficient output voltage detected
	Flashing. Automatic shutdown from Electronic Stall Protection Mode
	PV or WG are manually shutdown. Press button for 3 seconds to release and run

View more detailed system performance with the optional remote display.

Brief Guide to Operating Features

MPPT—Maximum Power Point Tracking. The controller incorporates this technology on both the wind turbine and solar inputs, optimising the power production of both in low wind and light levels to increase daily energy yields.

Multi-Stage Charging—The controller is programmed to deliver Bulk, Absorption and Float phases of charge to ensure batteries reach and maintain full capacity. The use of the temperature sensors for **Temperature Compensation** and the **Remote Battery Sensor** facility maximise this feature and prolong battery life.

Electronic Stall Protection Modes:

High Winds and Over Temperature—If excessive currents or internal temperatures are reached the turbine is stalled by the charge controller. Under these conditions the "WG Button" flashes red until it automatically restarts. This can be manually re-set but is not normally recommended.

PV Over-Current & Temperature Protection—This is activated if the 20A current rating of the PV panels is exceeded, downsize the PV panel if necessary. The solar control must be manually reset, press and hold the "PV Button" for 3 seconds. If the over-temperature condition is activated the controller automatically re-sets itself. Under both these conditions the "PV Button" flashes red.

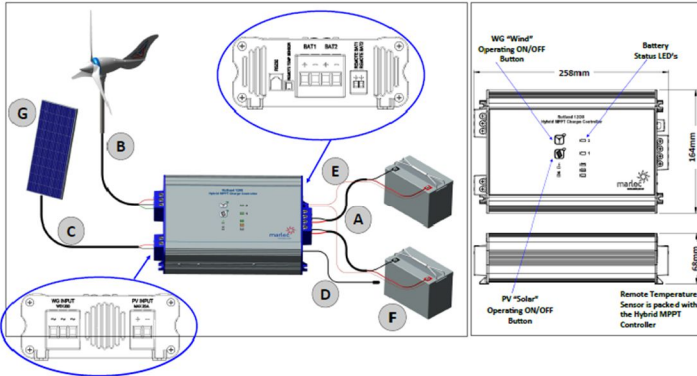
Procedure to Shutdown and Start the Turbine and Solar Panel - Each button is used respectively to start and shutdown operation. To activate press and hold each button in turn for a continuous 3 seconds, the WG LED flashes red during soft stall of the turbine and is shutdown when solid red. The batteries may now be disconnected, to reconnect install BAT2 first if fitted.

Resetting the System—In the event that the system has to be re-set ensure that the controller WG and PV switches are set to OFF, solid red, so they are shutdown. Remove the positive connection from BAT 1 then reconnect. Once connected BAT 1 must always remain connected to provide power to the controller.

To find out more about how your Rutland 1200 can charge other battery types visit www.marlec.co.uk

Visit www.marlec.co.uk/support to see video installation and operating guides.

Rutland 1200 Controller Installation and Electrical Connection



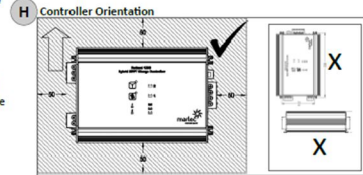
Install The Controller and Cables

- ⚠** During installation the turbine must be restrained from turning and PV panels must be covered.
- 1. Fix the Rutland 1200 Charge Controller to a vertical surface as shown using 4 screws in a weatherproof environment. See H
- 2. Install the selected power cables from the turbine and solar panels to the controller. Strip back 10mm of insulation on all power cables. The turbine 3 phase cables have no polarity to observe but ensure solar panels are correctly connected + and -
- 3. Prepare cables to make a direct connection from the controller to the batteries but DO NOT connect to the battery at this time. The controller is internally fused but note that reverse polarity connection to the battery will cause permanent damage. **IMPORTANT: DO NOT install any switches, relays, VSRs, fuses etc in the cables that can even momentarily disconnect the battery. Avoid additional connections or terminations in the battery lines. Any interruption to the BAT 1 power supply whilst wind or solar charging will damage the controller.**
- 4. Installation of sensing wires is highly recommended for most efficient charging through the bulk, absorption and float phases. Important information about sensing wires:
 - Remote Temperature Sensor — When installed the temperature compensation feature is activated and voltage regulation settings are automatically adjusted to ensure batteries are fully charged whatever the local temperature. Temperature compensation is disabled if not fitted.
 - Remote Battery Voltage Sensing Wires—if not connected the BAT1 and BAT2 terminal voltage is used for sensing the battery voltage. Any voltage drop associated with long cable distances (>1.5m) will reduce the accuracy of the charging regime.

Read in conjunction with Part 1 Rutland 1200 Turbine Installation manual. Find more information at www.marlec.co.uk

Cable Specifications		Cable Length:	Minimum Cable Sizes:	
Description:			mm ²	AWG
A Controller to Battery Cables	Rutland 1200 Only – up to 35A DC	1.5m	6	10
	Rutland 1200 & 20A Solar – up to 55A DC	1.5m	10	8
B Turbine to Controller Cables - Use 3 stranded cables of equal size: 12V Systems	0-5	2.5	14	
	0-10m	4	12	
	10-20m	6	10	
	20-30m	10	8	
	0-50m	4	12	
	50-75m	6	10	
	75-100m	10	8	
C Solar PV to Controller Cables - Use 2 stranded cables suitably sized to minimise losses. Refer to PV panel instructions or visit www.marlec.co.uk for further advice. Terminals accept up to 16mm ²				
D Remote Temperature Sensor	1.5m Supplied with Controller			
E Remote BAT 1 & 2 Voltage Sensing Wires—single conductor. Optional to fit but recommended if battery cables are >1.5m long	0.5 to 0.75mm to battery + terminal only			
F Minimum Battery Capacity @ C20 Rate				
Charge Source Options	12V	24V		
Rutland 1200 Only	175Ah	85Ah		
Rutland 1200 & 10A Solar	225Ah	110Ah		
Rutland 1200 & 20A Solar	275Ah	135Ah		

Solar PV Panel Specifications		Never exceed these PV panel ratings
Maximum Current on 12V or 24V battery systems	Permissible configurations:	20 Amps
12V PV panel charging 12V battery		Nominally 250W
24V PV panel charging 12V battery		Nominally 250W
24V PV panel charging 24V battery		Nominally 500W
	* from a single 24V panel or 2 x 12V panels in series	
Maximum Open Circuit Voltage (Voc) of PV array over entire operating temperature range		50V
Minimum maximum power point voltage (Vmp) at STC		12V panels —15V 24V panels — 30V



2.6. Hidrocargador

OPTIONAL ACCESSORIES

The adapted propeller for each use :

280mm
Up to 8 knots
ref P-280-03

240mm
Up to 10 knots
ref P-240-03

200mm
Up to 12 knots
ref P-200-03

200mm adjustable
Up to 20 knots
ref P-200-04-PVM

The adapted mounting kit for each transom :

A. Removable mounting kit for transom :
It includes 1 U-support (fixed to the hull) and 1 V-support (fixed to the hydrogenerator). It allows an easy and removable installation of your hydrogenerator, and suits many types of transoms. This revised item also includes an easy locking system !
Ref FA-04

B. Extra U support for removable mounting kit ref FA-03 :
It allows a removable mounting on both sides (port - starboard). With this kind of mounting, the short hydrogenerator is more adapted. Ref U-03

C. Deluxe universal support for all transoms :
It allows a removable mounting system connecting the hull angle. Deluxe finish in polished stainless steel. Ref FU-03

Extra accessories :

D. IP67 waterproof connection kit :
Ideal for removable installations, supplied with 10 meters of cable, its high quality guarantees an optimum electrical connection. Ref PL-04

E. Lifting and immersion 4:1 hoist :
Facilitates the immersion/release of the hydrogenerator by dividing the forces. Ref FA-04

F. ON/OFF relay :
It allows to cut the power supply between the converter and the hydrogenerator when batteries are loaded (POD600 use or when the hydrogenerator cannot be lifted up). The hydrogenerator would thus turn slowly, in silence. Ref A-00000-00436 (12V) / A-00000-00437 (24V)

F. Hydrogenerator bags :
Bag to carry, protect and store the hydrogenerator. Essential !
For 610 mm leg : Ref BAG-610-01 For 970 mm leg : Ref BAG-970-01

G

AFTER-SALES SERVICE

Service for hydrogenerator :
Watt&sea recommends servicing every two years or every 10,000 miles to check the system, bearings and replace oil.
Please contact your reseller to check available packages, or consult www.wattandsea.com.

distributor

WATT&SEA - 17000 LA ROCHELLE - FRANCE - contact@wattandsea.com - +33(0) 5 46 41 31 99

2019 / 2020 EN

CRUISING HYDROGENERATORS

POD 600 CRUISING 600 CRUISING 300

Designed in 2008 and continually improved since, the Watt&sea hydrogenerators have radically changed energy management on board. They allow nothing less than the total autonomy of sailing boats !
Validated on all seas around the globe, they are the most powerful, reliable and the lightest available on the market.

BENEFITS

- 120W production (10A in 12Vcc) at 5 knots
- Wide range adapted to many sailboats and speeds
- Ultra light thanks to brushless alternator technology: mounting and dismounting are simplified
- Propeller behind the leg, protected from floating objects
- Very silent for everybody's comfort
- Hydrodynamic design: unperceivable drag, not affecting boat speed
- 2-year warranty

Used by the best sailors, in the most extreme seas of the globe, Watt&sea hydrogenerators are recognized around the world as the most advanced and efficient !

CRUISING 300

An energy output up to 300 W (24 A in 12 V) for greater comfort when sailing. Designed for boats under 35 feet that usually sail between 4 and 8 knots, with an average consumption of 8 A in 12 V.
Delivered with a 240 mm propeller (8 A at 6.2 knots), the CRUISING 300 can produce even more with the 280 mm prop (8 A at 4.5 knots).

Available in 3 versions :
Short leg (Ref PK-610-300) / long leg (Ref PK-970-300) or customer for Mini 6.50 (Ref PK-6MM-300)

CRUISING 600 & POD 600

Power generation up to 600 W, ideal for 35+ feet sailing boats with an average consumption around 10 A in 12 V. For full energy independence when cruising, racing or during long crossings. The output rises exponentially above 6 knots.
Delivered with a 240 mm propeller (10 A at 6.6 knots), the CRUISING 600 model can be fitted with a range of 4 propellers for all speeds from 5 to 20 knots !

Available in 3 versions :
Short leg (Ref PK-610-600) / long leg (Ref PK-970-600) or POD version (Ref PK-POD-600)

Holding bracket with cam cleat easy lifting and immersion

Locking pin included to lock the system when immersed

length 610 mm or 970 mm

Industrial brushless generator built to last

Propeller designed for hydrogeneration At the rear, protected against seaweeds and UFOs efficient and easily removable

12/24V converter included MPPT and Boost technologies

1 hydrogenerator input 1 solar input 50 V-12 A max energy at the mooring

2 independent outputs to connect 2 battery banks

Mobile App to see the production at a glance

Available on Google Play and App Store

PACK CHARACTERISTICS

Charging voltage	12 or 24 V autodetected
Maximum using speed	20 knots with the adapted propeller
Leg length	610 mm 970 mm
Overall length with bracket	920 mm 1280 mm
3-phase wire length	4 m (13 ft)
Compatible batteries	All incl. Lithium
Pack contents	1 Hydrogenerator 1 converter 1 240 mm propeller For transom fit packs : 1 low friction ring 2 settings forks for transom 2 premounted wires 1 bag of connectors
Hydrogenerator weight	6.3 kg 610 mm/300 W 7.1 kg 970 mm/300 W 7.4 kg 610 mm/600 W 8.2 kg 970 mm/600 W 4.5 kg POD 600 W
Converter weight	1.5 kg
Warranty	2 years

* not for model POD 600

CRUISING 600W
970mm

Distancia max. en la superficie :
500mm

CARACTERISTICAS TECNICAS :

Potencia nominal :	600W
Arquitectura :	Alternador sin escobillas con toma directa
Tension de salida :	Trifasico 40V max
Estanqueidad :	500m
Peso :	8,2kg / 7,4kg
Garantía:	2 años

CRUISING 600W
610mm

Distancia max. en la superficie :
140mm

920mm

DATE:	NOVEMBRE 2013
TITRE:	Hydrogénérateurs CRUISING 600W-970mm / 600W-610mm
DESSIN NON CONTRACTUEL	

L'AUTONOMIE GRÂCE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES

15 rue de la Brigantine - 17000 La Rochelle - FRANCE
tél +33(0)5 46 41 31 99 - contact@wattandsea.com - www.wattandsea.com
SARL au capital de 231 400€ - Siret : 514 026 467 00019 - NAF : 7112B



INSTRUCTIONS DE MONTAGE – FITTING INSTRUCTIONS
REFERENCE : FA-04

KIT SUPPORT AMOVIBLE



REMOVABLE SUPPORT KIT

COMPOSITION DU KIT – KIT CONTENT

1 V sur lequel sont fixés les 2 aiguillots
1 V on which the 2 pintles are fitted

1 aiguillot pré-assemblé
1 pre assembled pintle



1 U pour tableau arrière
1 U for transom

1 aiguillot à monter
1 pintle to be mounted

INSTRUCTION DE MONTAGE – FITTING INSTRUCTIONS

1- Insérer l'aiguillot pré-monté dans le fémelot inférieur du casque de l'hydrogénérateur. Placer le 2^{ème} aiguillot dans le fémelot supérieur et le fixer au V avec 2 vis TFM 6x30 + 2 écrous autofreinés M6.

2- Fixer le U sur le tableau arrière, à l'emplacement choisi. Le U doit être installé verticalement sur le tableau arrière afin d'assurer un positionnement à la verticale de l'hydrogénérateur. Le perçage doit être fait après ajustement du U positionné avec le V.

1- Insert the pintle pre-assembled into the lower gudgeon of the hydrogenerator's bracket. Place the 2nd pintle into the upper gudgeon and fit it with 2 screws 6x30 + 2 autobrake M6 nuts.

2- Fit the U on the transom at the chosen location. The U has to be fitted vertically on the transom to provide a vertical position to the hydrogenerator. The drilling needs to be done after adjustment of the U assembled with the V.

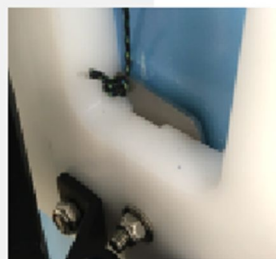
Veiller à ne pas serrer trop fort la vis centrale inférieure afin d'assurer un bon fonctionnement du verrou automatique.



Do not tighten too firmly the lower central bolt to ensure proper operation of the automatic locking mechanism

3- Monter le bout de commande du verrou (diamètre 2mm, non fourni) en prenant soin de faire le nœud du même côté que sur la photo ci-dessous afin d'éviter qu'il se coince contre la coque.

3- Mount the command rope of the locking mechanism (max diameter 2mm, not supplied) taking care to make the knot on the same side as shown in the picture below, to prevent it from getting stuck against the hull.





INSTRUCTIONS DE MONTAGE – FITTING INSTRUCTIONS

REFERENCE : FA-04

KIT SUPPORT AMOVIBLE



REMOVABLE SUPPORT KIT

INSTRUCTION DE MONTAGE – FITTING INSTRUCTIONS

4- Passer le bout de commande dans l'aiguillet supérieur comme sur la photo ci-dessous afin de le guider. Vous pouvez ensuite y ajouter une poignée (par exemple une poignée d'ajustement de livarde, non fournie).

4- Pass the command rope through the upper gudgeon as per picture below. You can then add a handle (for example, a sprit adjuster handle, not supplied).

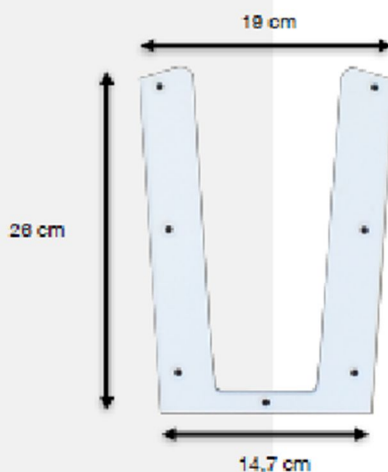


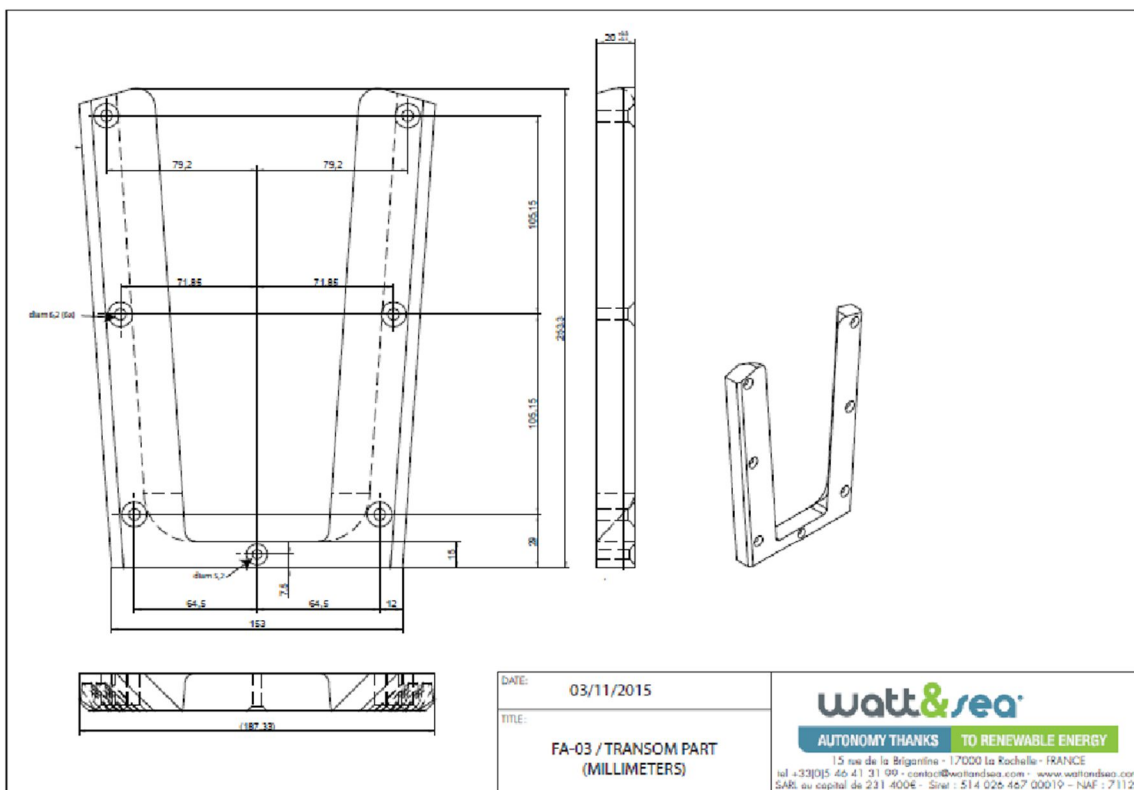
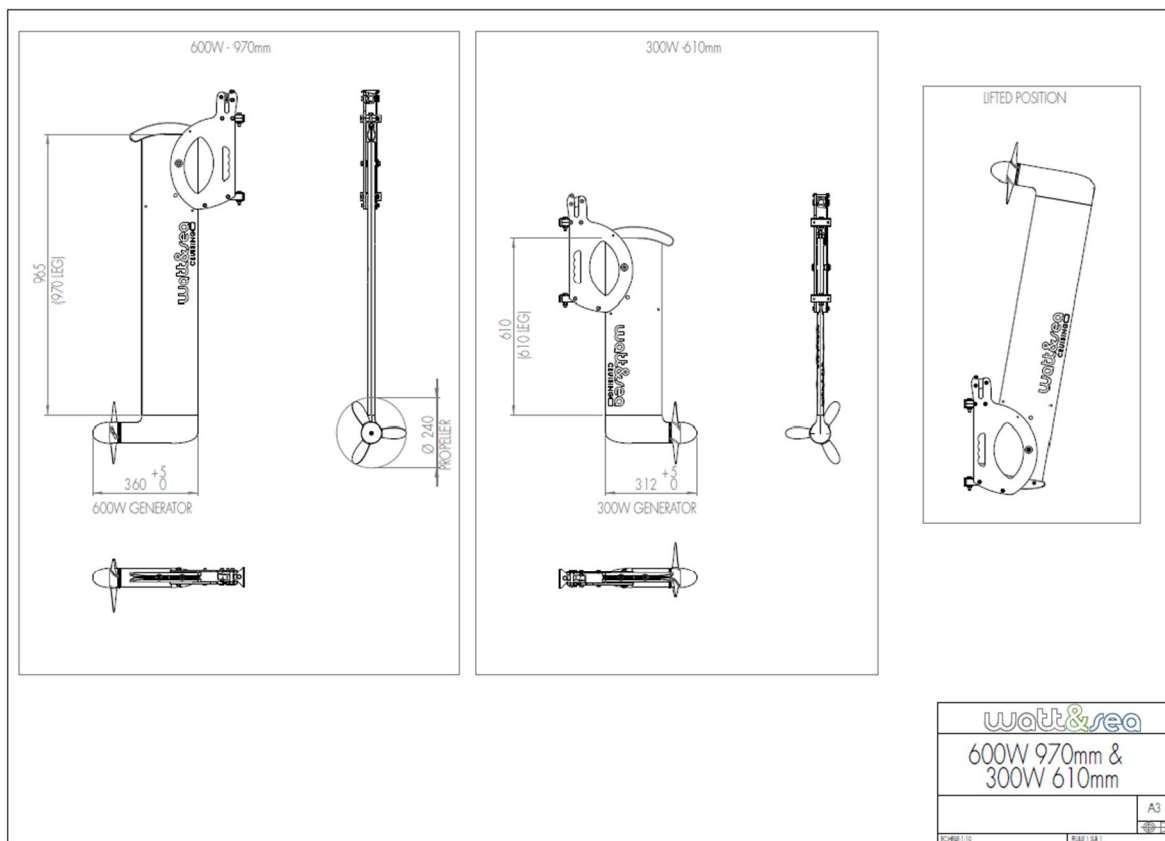
ATTENTION : par sécurité toujours relier l'appareil avec un bout au bateau pour ne pas le perdre en cas de déverrouillage accidentel

WARNING : always secure the device to the boat with a line to prevent any loss in case of accidental unlocking

INFORMATIONS TECHNIQUES – TECHNICAL DATA

Dimensions





Version courte 610mm
 Pour la version longue : ajouter 360mm

Short 610mm version
 For Long 970mm version : add 360mm

ECHELLE /SCALE : 1:10
 imprimer ce plan à échelle 100% pour prendre des mesures
 print this document at 100% scale to take measurements

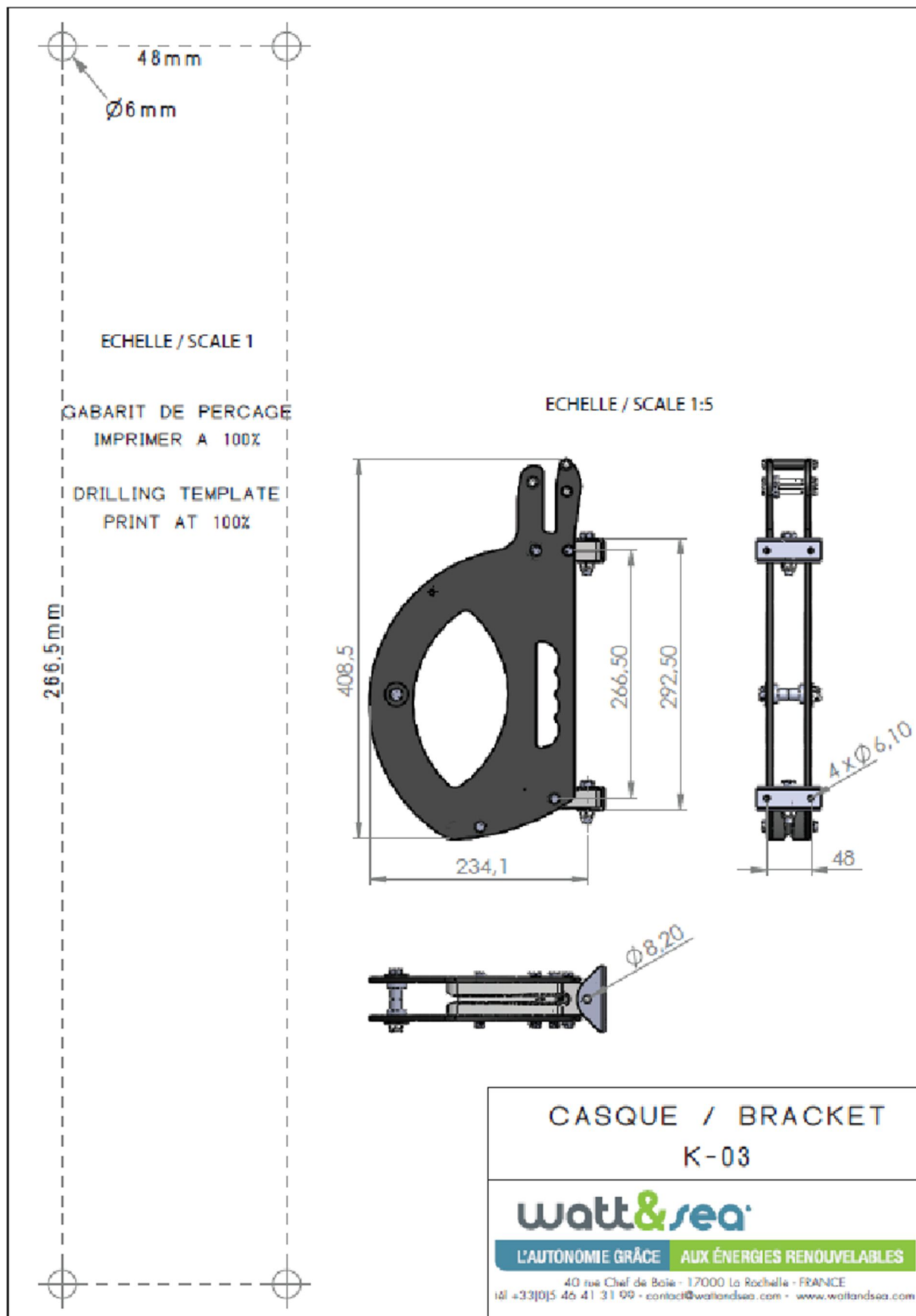
grille 100m x 100mm
 grid 100mm x 100mm

DATE: 06-2018



TITRE: HYDROGEN. + FA-03

DESSIN NON CONTRACTUEL

watt&sea
 L'AUTONOMIE GRÂCE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES
 40 rue Chef de Bale - 17000 La Rochelle - FRANCE
 tél +33(0)5 46 41 31 99 - contact@wattandsea.com - www.wattandsea.com
 SARL au capital de 231 400€ - Siret : 514 026 467 00019 - NAF : 7112B



2.7. Baterías 250 Ah

12V battery pack - Lithium Iron-Phosphate (LiFePO₄) - 250Ah

- High lifespan: two thousand cycles and more (see chart)
- Deep discharge allowed up to 100 %
- Ultra safe Lithium Iron Phosphate chemistry (no thermal run-away, no fire or explosion risks)
- Embedded BMS (Battery Management System) : Improve lifespan AND secure the battery
- No Lead, no heavy metal, no toxic element
- Calendar life > 10 years
- Excellent temperature robustness (-20 °C up to +60 °C)


- Flexible deployment : up to 10 packs in parallel and 4 in serial
- Constant power during discharge (very low internal resistance)
- Very low Peukert's losses (energy efficiency >96 %)
- Very low self discharge (<3 % per month)
- No memory effect
- About 50 % lighter and 40% smaller than equivalent Lead-AGM battery with same usable energy
- Certification : CE, RoHS, UN 38.3



Technical Specifications

Electric	Nominal voltage	12.8V
	Nominal capacity	250 Ah
	Stored energy	3.2 kWh
	Internal resistance	≤ 50mΩ
	Cycles	>2000 cycles (see chart)
	Self discharge	< 3% per month
	Energy efficiency	> 96%
Standard Charge	Charge voltage	14.4V ± 0.2V
	Charge mode	CC/CV : Constant Current / Constant Voltage
	Continuous charge current / Maximum charge current	125A / 150A
	BMS charge cut-off voltage	14.8V ± 0.1V
Standard Discharge	Continuous discharge current	180 A (2.31 kW)
	Maximum discharge current (< 30s)	250 A (3.2 kW)
	BMS discharge cut-off voltage	10 V
Environment	Charge temperature range	0°C à 45°C @60±25% relative humidity
	Discharge temperature range	-20°C à 60°C @60±25% relative humidity
	Storage temperature	0°C à 40°C @60±25% relative humidity
	IP protection level	IP 66
Mechanical	Cell assembly	26650 - 4S78P
	Casing material	ABS
	Dimensions	L : 500mm x P : 280mm x H : 217 mm
	Weight	31.6 kg
	Terminal	M8

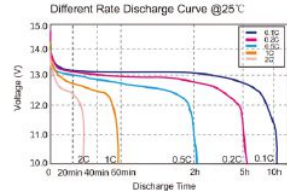
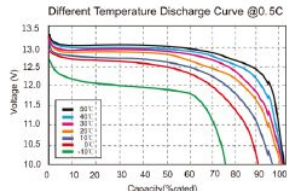
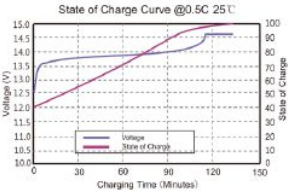
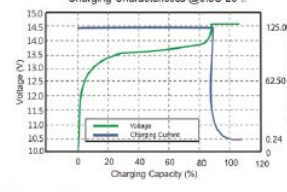
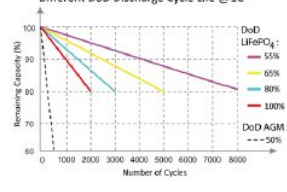
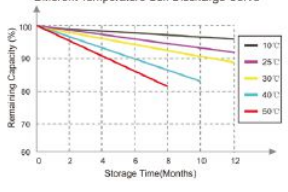
APPLICATIONS

- Electrical vehicles and utilities
- Solar and wind energy storage
- Marine
- Street lighting
- CCTV and security camera
- UPS, electric back-up
- Telecom
- Medical equipments
- ...

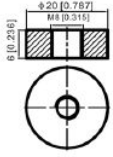
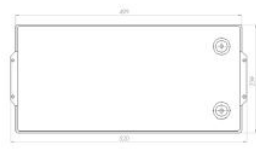
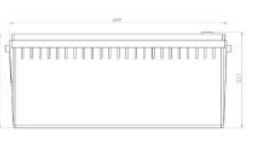







Charts and curves

Dimensions









PowerTech Systems SAS
Technoparc - Espace Cristal
22 Rue Gustave Eiffel
78300 POISSY - France

SAS au capital de 350 000 Euros
SIREN : 79296577 - TVA : FR2379296577

www.powertechsystems.eu
+33 924 051 019
contact@powertechsystems.eu



2.8. Batería 200 Ah



www.masterbattery.es

Multi-application - LiFePO4 Power CE UE-12Li200BL	LITHIUM IRON PHOSPHATE BATTERY 
Issued Date > 2017-07-26 Issued Version > V00	
	

1. General Information

This specification defines the performance of rechargeable LiFePO4 battery pack **UE-12Li200BL** manufactured by MASTER BATTERY, S.L., describes the type, performance, technical characteristics, warning and caution of the battery pack. The battery pack support Bluetooth communication function. Through Android and IOS APP, can read the battery status and information. Especially due to the Android system's openness, different smart phone manufacturer will have their own different Bluetooth hardware version and customized feature Android systems. So the APP may not work well on some smart phones (with Android system) due to compatible issue. It is necessary for the customer to confirm whether the phone is compatible for the APP.

2. Specification (@Battery initial Temp25±5°C)

NO.	Items	Description
1	Rated Capacity	200Ah
	Minimum Capacity	190Ah
2	Energy	2.56KWh
3	Nominal Voltage	12.8V
4	Outgoing Voltage	≥12.8V
5	Internal resistance	≤200mΩ
6	Series parallel application	Series connection is prohibited
7	Limited charge voltage	14.6±0.2V
8	Floating charge voltage	13.8±0.2V
9	Standard charge current	60A
10	Maximum charge current	80A



UE-12Li200BL
www.masterbattery.es

NO.	Items	Description
11	Standard discharge current	80A
12	Maximum discharge current	100A/ withstand 30min @Battery initial Temp 25±5°C
13	Pulse discharge current	Withstand the 350A/3s
14	Discharge cut-off voltage	8.0V
15	Dimension	Length: 483.5±3mm
		Width: 170±3mm
		Height: 241±3mm
16	Weight	Approx: 24.5±1.5Kg
17	Operating Temperature	Charging: 0~45°C
		Discharging: -20~60°C
		Recommended operating temperature: 15°C~35°C
18	Self-discharge rate	Residual capacity: ≤3%/month; ≤15%/years
		Reversible capacity: ≤1.5%/month; ≤8%/years
19	Storage Temperature & Humidity Range	Less than 1 month: -20°C~35°C, 45% RH~75% RH
		Less than 3 months: -10°C~35°C, 45% RH~75% RH
		Recommended storage environment: 15°C~35°C, 45% RH~75% RH

Long time storage:

If the battery need be stored for a long time, the voltage should be 13.2V (50% SOC), and stored in the condition as storage proposal. It need at least one charge & discharge cycle every six months

3. Test Condition

3.1 Standard Test Conditions

- 3.1.1 Unless otherwise specified, all performance tests is required conducted at temperature 25°C±2°C, Humidity less than 45% - 75% RH.
- 3.1.2 Unless otherwise specified, the tested product is required unused within two month after outgoing.



UE-1 2Li200BL

www.masterbattery.es

4. Product Performance

NO.	Items	Criteria	Testing Method	
1	Internal resistance	$\leq 15\text{m}\Omega$	50% battery SOC state frequency of 1 KHZ ac resistance tester.	
2	Cycle life (DOD%100)	≥ 2500 cycles	Discharge with the current of 0.33C until it can't discharge, and then rest it for 1h. Charge the battery following CC (0.33C)/CV (14.6V) mode to full capacity, and then rest it for 1h. Repeat above process until full charged capacity is no more than 80% of normal value. Accumulated times is defined as cycle life.	
3	Discharge Temperature Characteristics	-20°C	$\geq 70\%$	At $25\pm 5^\circ\text{C}$ discharge the battery with the current of 0.33C to the cut-off voltage and record charge capacity. Store the battery at various temperatures for 2h and discharge the battery with 0.33C to the cut-off voltage.
		0°C	$\geq 80\%$	
		25°C	$\geq 100\%$	
		55°C	$\geq 95\%$	
4	Charge Retention ability	Residual capacity $\geq 80\%$ Recovery capacity $\geq 90\%$	Charge the battery to full capacity and store it for 28 days, and then discharge it with 0.33C to the cut-off voltage.	
5	Communication Function	Bluetooth	Though, user can read the battery system information such as voltage, current, SOC, temperature... and so on.	

5. Protective Circuit Specification

The batteries are supplied with a LiFePO4 Battery Management System (BMS) that can monitor and optimized each single prismatic cell during charge & discharge, to protect the battery pack overcharge, over discharge, short circuit. Overall, the BMS helps to ensure safe and accurate running.

Items	Content	Specification
Over charge	Over-charge protection for each cell	$3.90\pm 0.04\text{V}$
	Over-charge release for each cell	$3.60\pm 0.04\text{V}$
	Over-charge release method	Under the release voltage



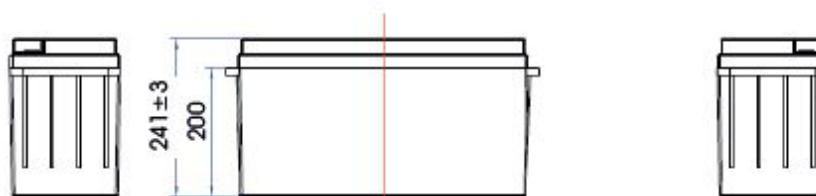
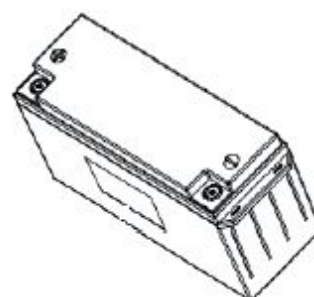
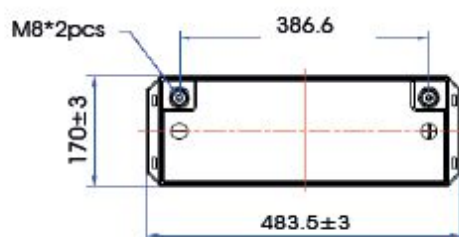
UE-1 2Li200BL

www.masterbattery.es

Items	Content	Specification
Over discharge	Over-discharge protection for each cell	2.0±0.05V
	Over-discharge release for each cell	2.5±0.05V
	Over-discharge release method	Charge to recovery
Over current	Discharge over current protection	300~500A
	Protection delay time	0.5s~2s
	Over current release method	Delay about 8S after recovery
Short circuit	Do not short-circuit the electrodes	Designed For 600A /1ms
Battery temperature	Charge over temperature	Protection @65±5°C
		Release @50±5°C
	Discharge over temperature	Protection @65±5°C
		Release @50±5°C
	Charge low temperature protection	Protection @-10±5°C
		Release @0±5°C
MOSFET over temperature protection	Protection @103±10°C	
	Release @75±10°C	

6. Dimensional Drawing

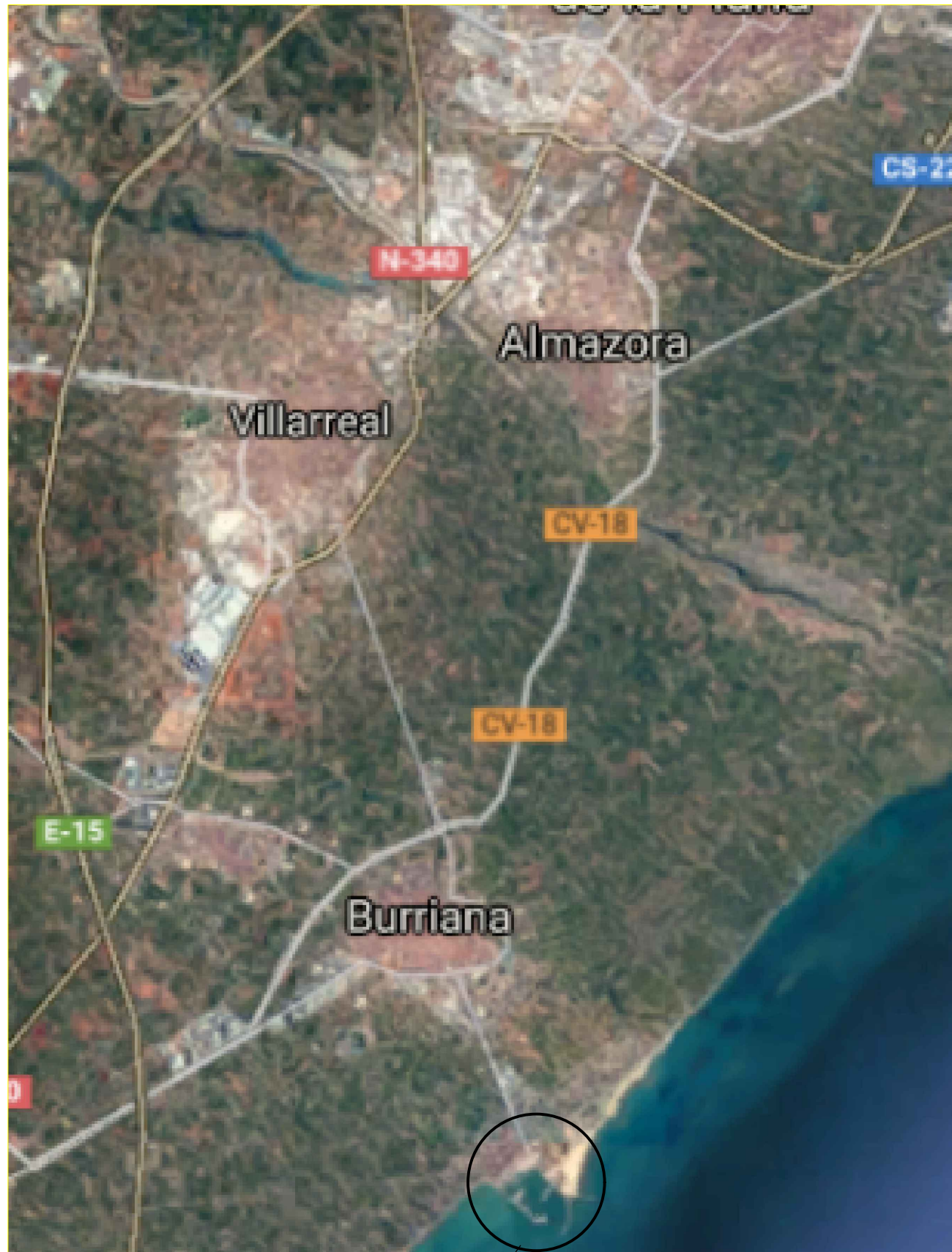
Unit: mm



PLANOS

Índice planos

1. Plano situación	102
2. Plano general	103
3. Plano Aerogenerador	104
4. Plano Hidrocargador	105
5. Plano placas solares	106
6. Esquema unifilar	107



SITUACIÓN
PUERTO DE BURRIANA



EMPLAZAMIENTO
BURRIANANOVA



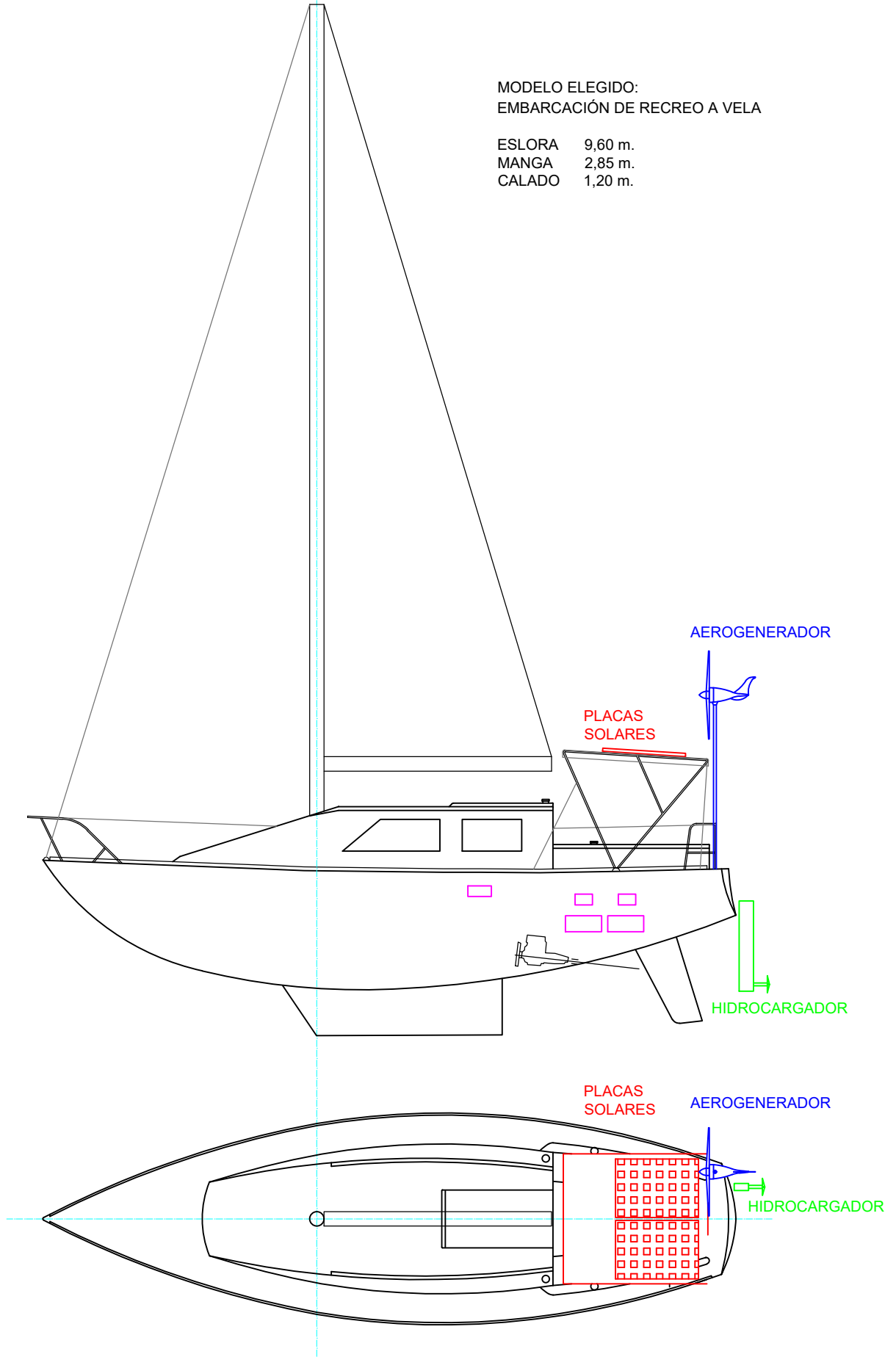
TFG: INSTALACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA AUTOSUFICIENCIA DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO A VELA

SITUACIÓN	Puerto de Burriana (Castellón)	
PLANO	SITUACIÓN Y EMLAZAMIENTO	
Castelló de la Plana a, 5 de octubre de 2020	1/50	

ALUMNA	María Giménez Amat
TUTOR	Néstor Aparicio Marín

MODELO ELEGIDO:
EMBARCACIÓN DE RECREO A VELA

ESLORA 9,60 m.
MANGA 2,85 m.
CALADO 1,20 m.



TFG: INSTALACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA AUTOSUFICIENCIA DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO A VELA

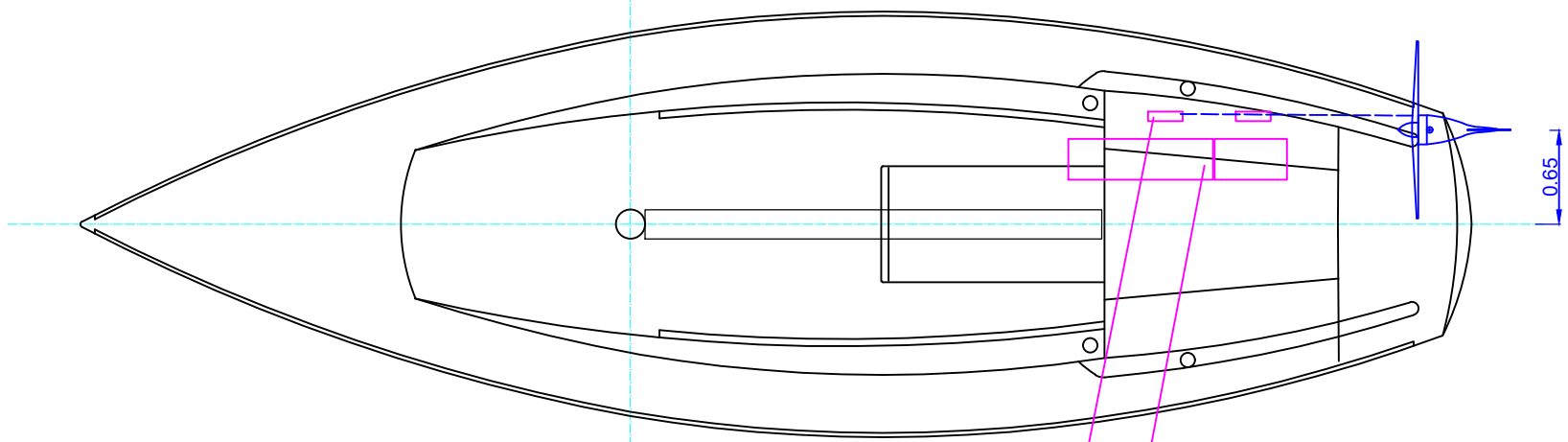
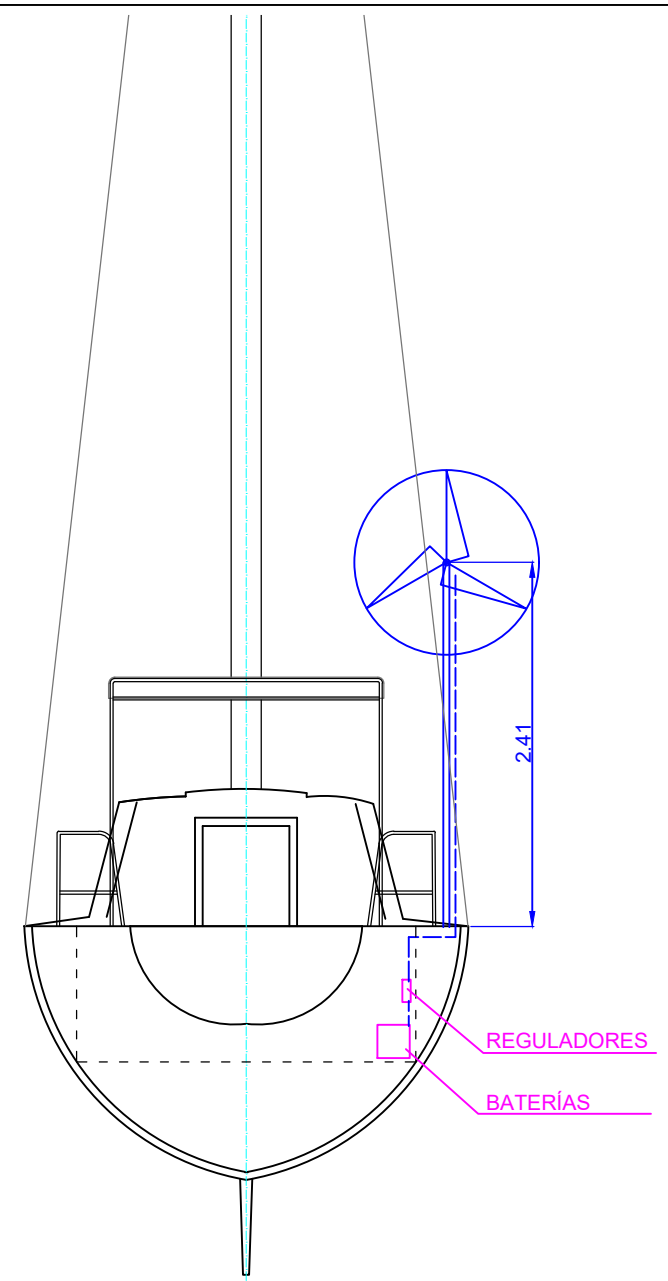
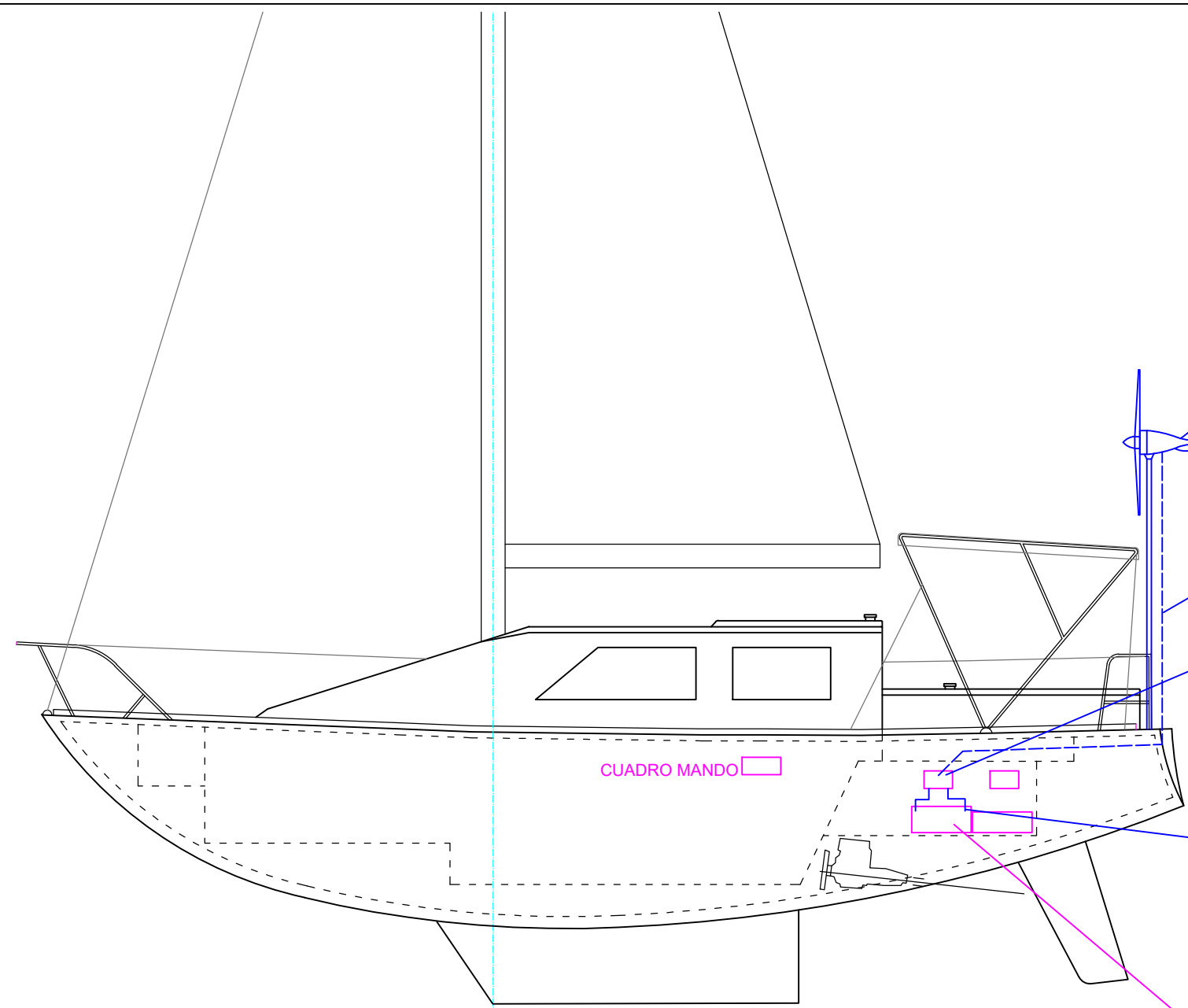
SITUACIÓN Puerto de Burriana (Castellón)

PLANO **PLANTA Y ALZADO GENERAL** 2

Castelló de la Plana a, 5 de octubre de 2020 S/E

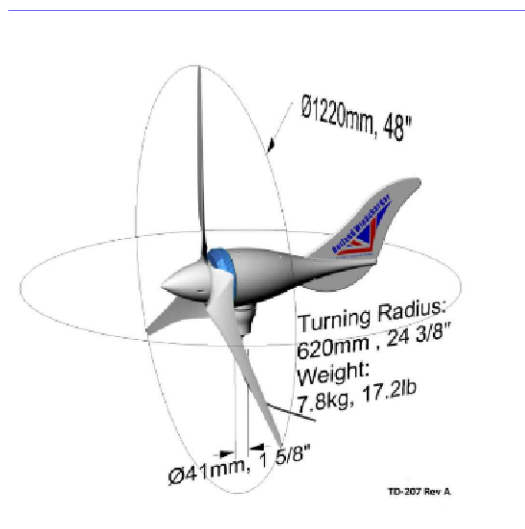
ALUMNA
María Giménez Amat

TUTOR
Néstor Aparicio Marín



2 BATERÍAS LITIO HIERRO FOSFATO DE 250 Ah.
500 x 280 x 217 - 31,6 kg.
1 BATERÍA LITIO HIERRO FOSFATO DE 200 Ah.
484 x 170 x 241 - 24,5 kg.

INFORMACIÓN DE LA
INSTALACIÓN EN LA MEMORIA



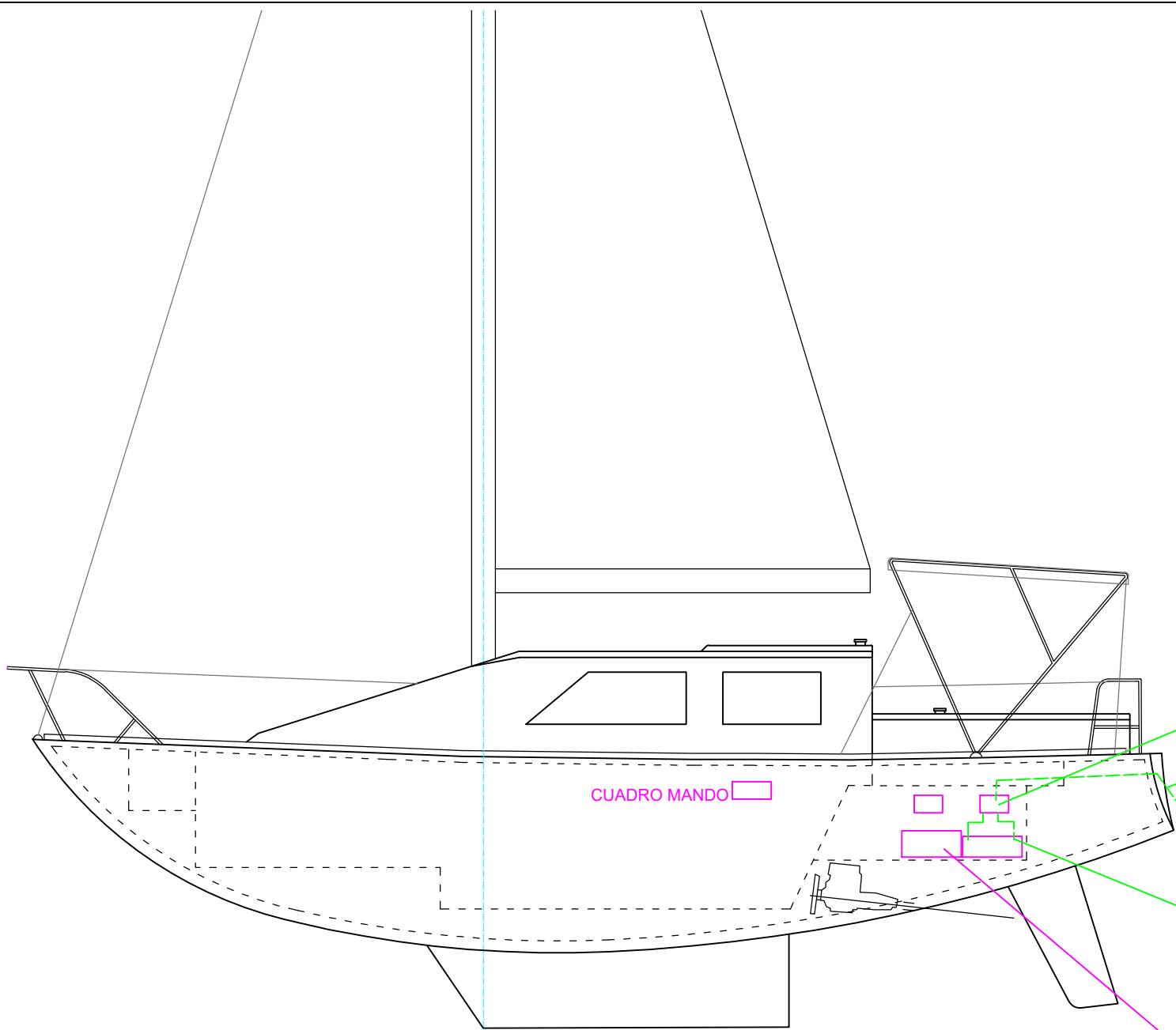
REGULADORES
BATERÍAS



TFG: INSTALACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA AUTOSUFICIENCIA DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO A VELA

SITUACIÓN	Puerto de Burriana (Castellón)	
PLANO	PLANTA Y ALZADO AEROGENERADOR	3
Castelló de la Plana a, 5 de octubre de 2020		1/50

ALUMNA
María Giménez Amat
TUTOR
Néstor Aparicio Marín



REGULADOR DE TENSIÓN HIDROCARGADOR

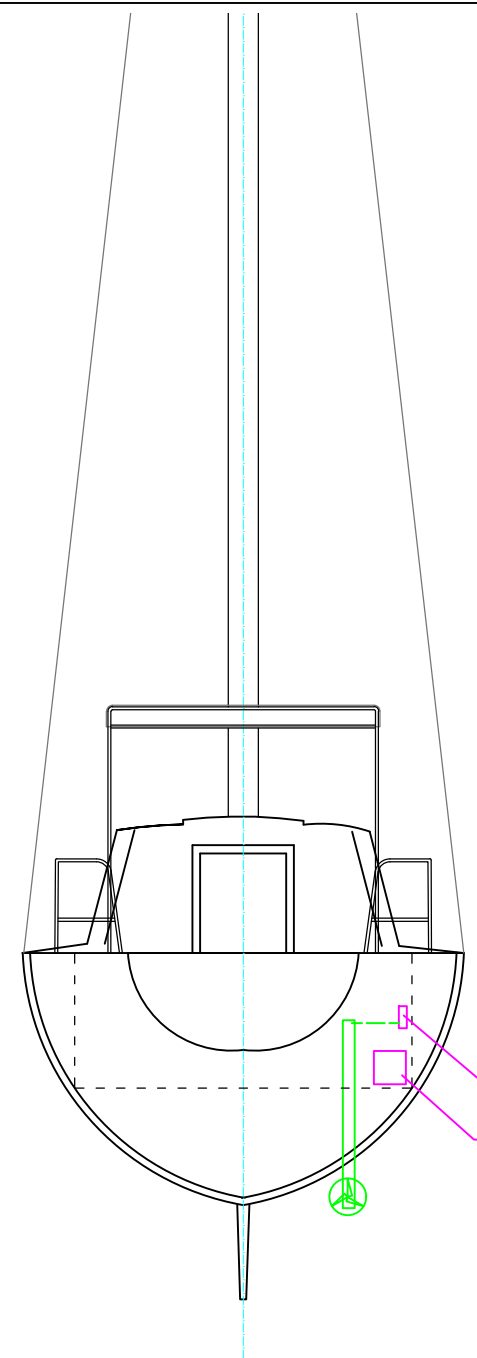
CABLE TRIFÁSICO 3 x 1,5 mm² DE COBRE ESTAÑO CON VAINA DE PTFE

CUADRO MANDO

CABLE 16 mm² ROJO Y CABLE 16 mm² NEGRO DE COBRE ESTAÑADO

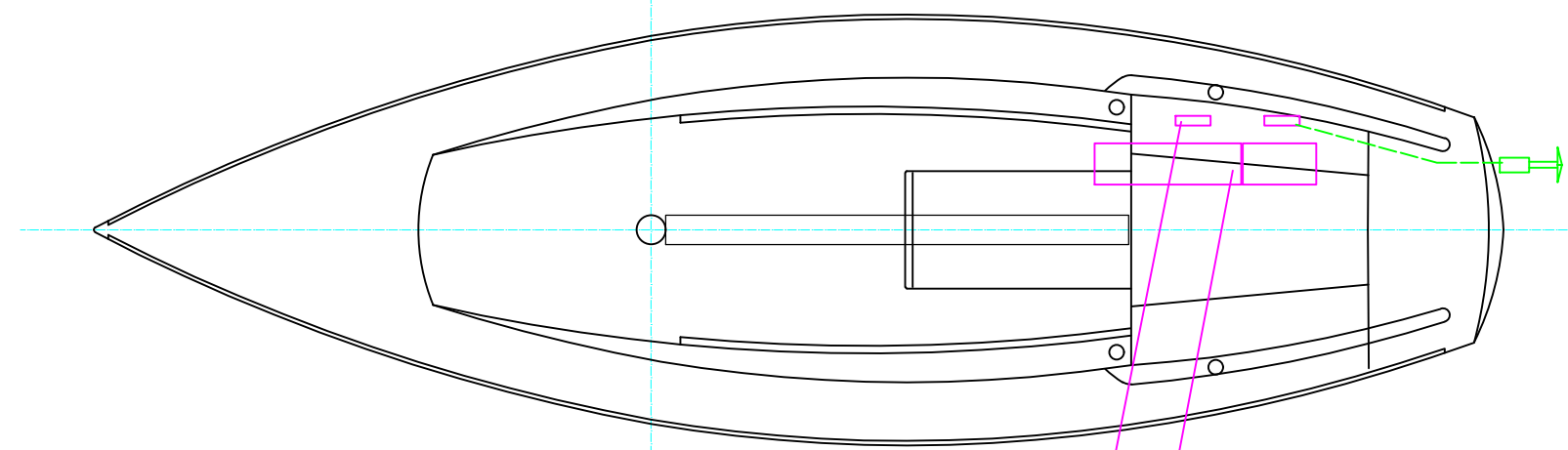
HIDROCARGADOR DE 600 W 8kg. OUTREMER-AVEC-HIDRO 120

2 BATERÍAS LITIO HIERRO FOSFATO DE 250 Ah. 500 x 280 x 217 - 31,6 kg.
1 BATERÍA LITIO HIERRO FOSFATO DE 200 Ah. 484 x 170 x 241 - 24,5 kg.



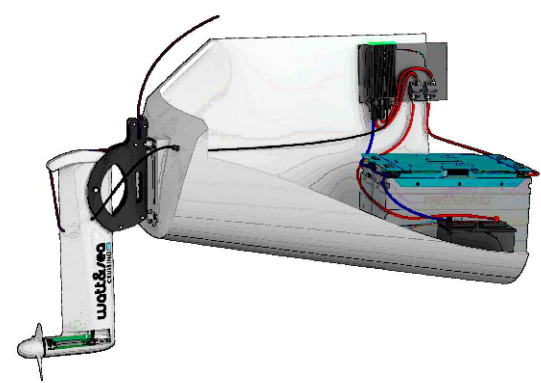
REGULADORES

BATERÍAS



REGULADORES

BATERÍAS



INFORMACIÓN DE LA INSTALACIÓN EN LA MEMORIA



TFG: INSTALACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA AUTOSUFICIENCIA DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO A VELA

SITUACIÓN Puerto de Burriana (Castellón)

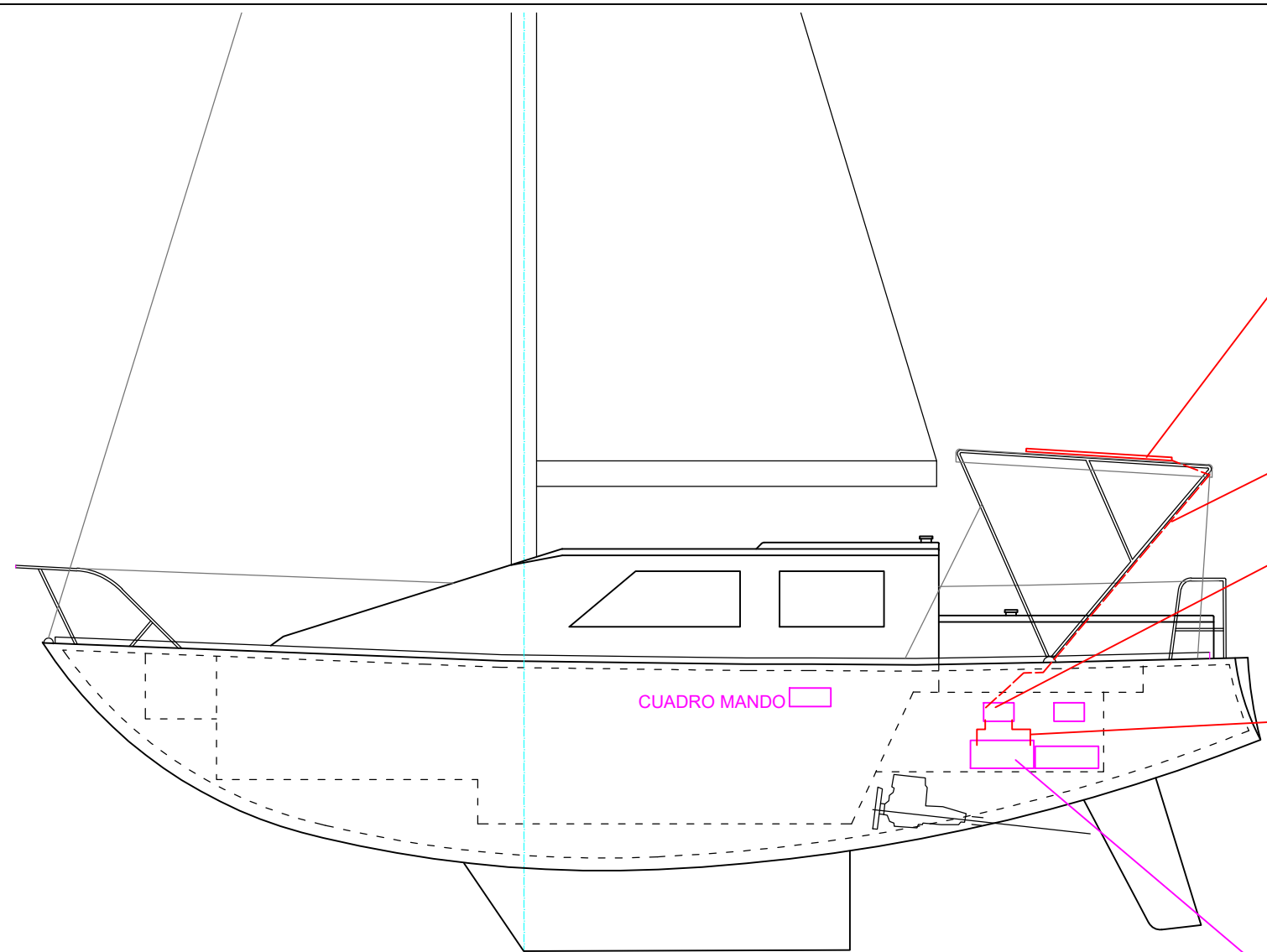
PLANO PLANTA Y ALZADO HIDROCARGADOR 4

Castelló de la Plana a, 5 de octubre de 2020

1/50

ALUMNA
María Giménez Amat

TUTOR
Néstor Aparicio Marín



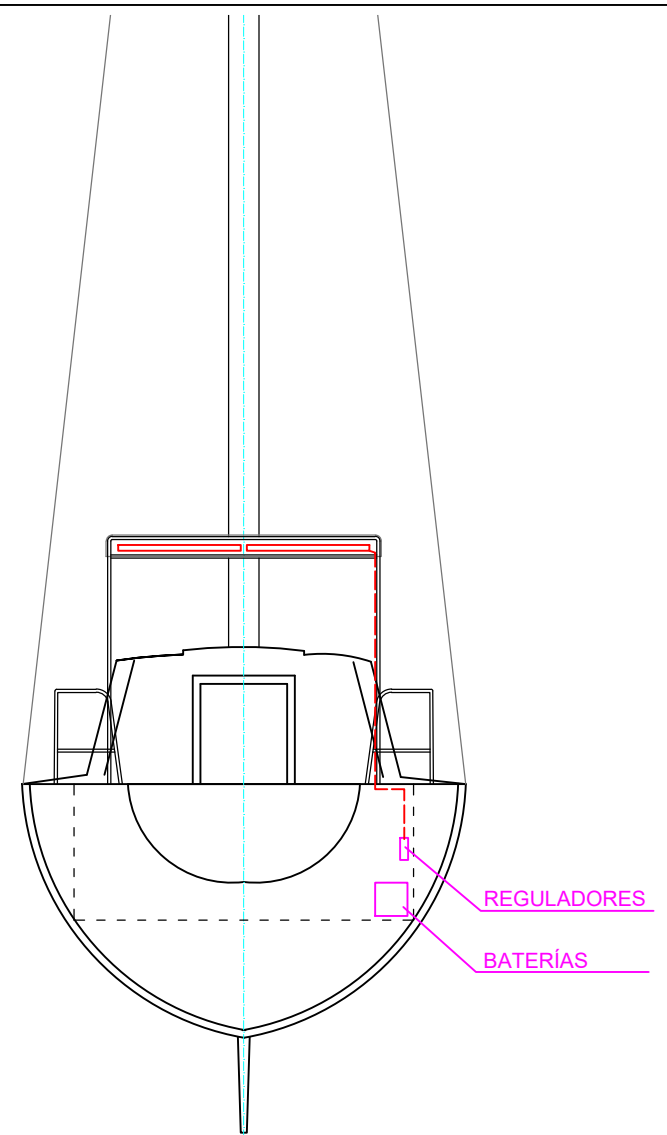
PLACAS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE 170 W. 1153x810x20 mm 2,9 kg.

CABLE 2 x 4 mm² DE COBRE ESTAÑADO

REGULADOR DE TENSION PLACAS

CABLE 16 mm² ROJO Y CABLE 16 mm² NEGRO DE COBRE ESTAÑADO

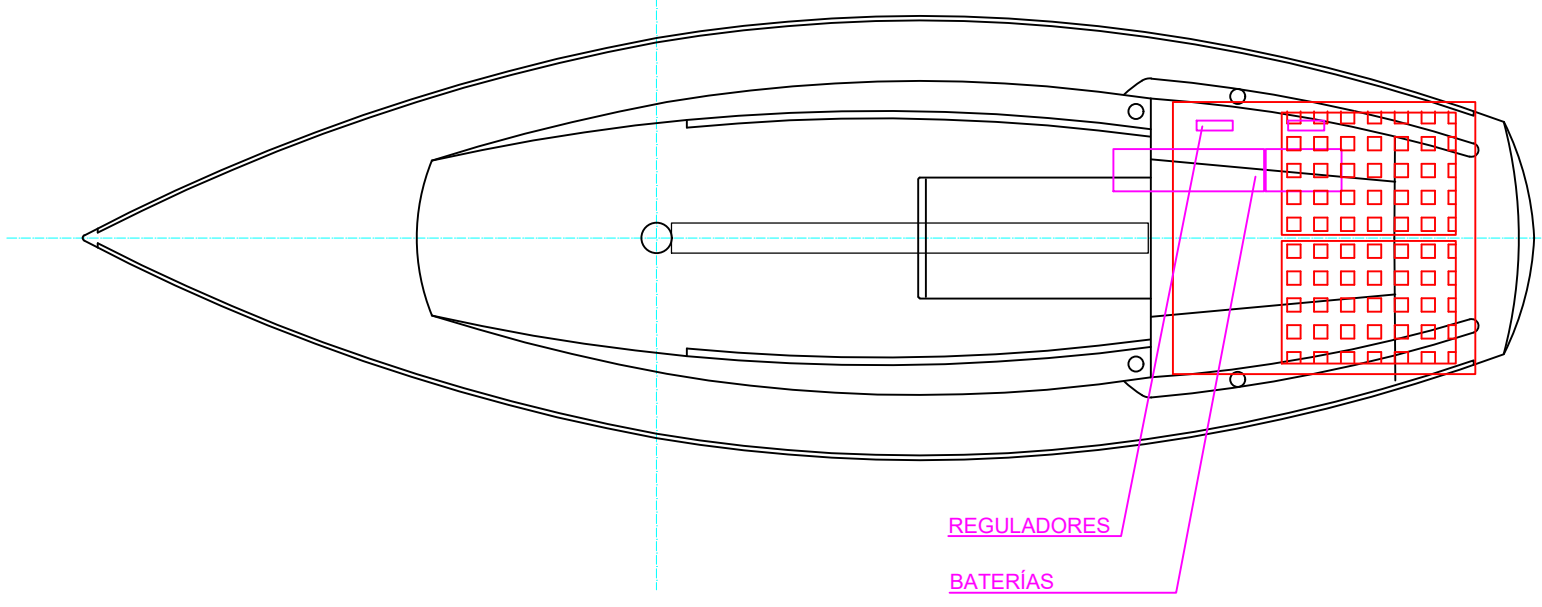
CUADRO MANDO



REGULADORES

BATERÍAS

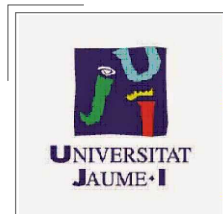
2 BATERÍAS LITIO HIERRO FOSFATO DE 250 Ah.
500 x 280 x 217 - 31,6 kg.
1 BATERÍA LITIO HIERRO FOSFATO DE 200 Ah.
484 x 170 x 241 - 24,5 kg.



REGULADORES

BATERÍAS

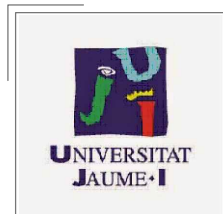
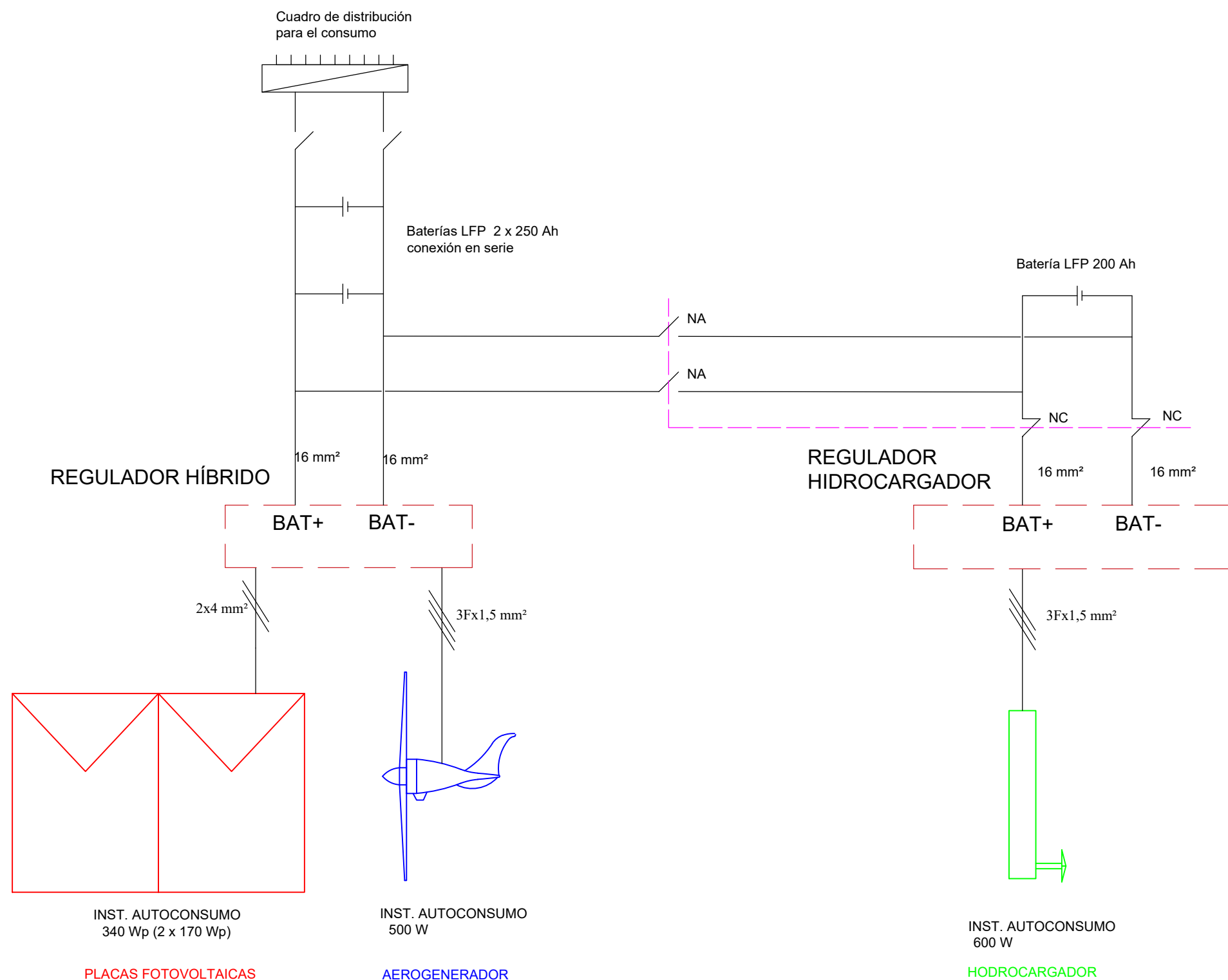
INFORMACIÓN DE LA INSTALACIÓN EN LA MEMORIA



TFG: INSTALACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA AUTOSUFICIENCIA DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO A VELA

SITUACIÓN	Puerto de Burriana (Castellón)	
PLANO	PLANTA Y ALZADO PLACAS SOLARES	5
Castelló de la Plana a, 5 de octubre de 2020		1/50

ALUMNA
María Giménez Amat
TUTOR
Néstor Aparicio Marín



TFG: INSTALACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA AUTOSUFICIENCIA DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO A VELA	
SITUACIÓN	Puerto de Burriana (Castellón)
PLANO	ESQUEMA UNIFILAR
Castelló de la Plana a, 5 de octubre de 2020	

ALUMNA	María Giménez Amat
TUTOR	Néstor Aparicio Marín

PLIEGO

Índice pliego

1. Componentes y materiales	112
1.1. Módulos solares fotovoltaicos	112
1.2. Aerogenerador	112
1.3. Inversor híbrido solar - eólico	113
1.4. Hidrocargador	114
1.5. Convertidor/regulador hidrocargador	115
1.6. Soporte extraíble	115

1. Componentes y materiales

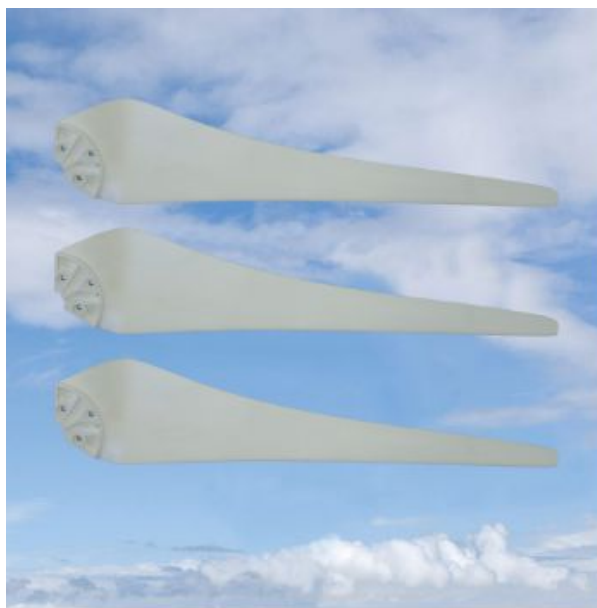
1.1. Módulos solares fotovoltaicos

- Características técnicas: Módulos solares fotovoltaicos modelo SPR-E-Flex 170 6X8, de células compuestas por silicio monocristalino, con una potencia máxima (Wp) de 170 W, tensión a máxima potencia (Vmp) de 29,4 V, intensidad a máxima potencia (Imp) de 5,84 A, tensión en circuito abierto (Voc) de 34,6 V, corriente de cortocircuito (Isc) de 6,15 A, eficiencia 25%, peso de 6,3 lbs (2,9 kg), dimensiones del panel 1.153x810x20 mm con la caja de conexiones, con ojales de acero inoxidable, flexible hasta 30°, construida sobre una sólida base de cobre.

1.2. Aerogenerador

- Características técnicas: Aerogenerador de eje horizontal de la marca Marlec, tensión nominal 12V, potencia 500 W, a los 5 m/s da 40 W y 2,9 A, a los 11 m/s da 290 W y 21,3 A y a los 15 m/s da 483 W y 35,5 A, dimensiones 900x390x185 mm, peso 11,25 kg, generador de imanes trifásicos de tierras raras de baja fricción, sin escobillas, rotación de guiñada con anillo deslizante para rotación libre de 360°, desgaste mínimo del cepillo, dispositivo de gobierno con parada electrónica, diámetro de la turbina 1220 mm, radio de giro 620 mm, peso neto 7,8 kg (17,2 libras).
- Perfiles de hoja: Tiene un perfil de hoja trinámico, mantiene el arranque a muy baja velocidad del viento, se captura energía de los flujos de viento más bajos y más comúnmente experimentados, el perfil de hoja finalmente diseñado permanece casi silencioso en todas las velocidades del viento, es la más silenciosa del mercado, es potente: con vientos fuertes, la pala Rutland 1200 alcanza altos niveles de rotación, por lo que ofrece más potencia que cualquier otra turbina de su rango de diámetro a 3,6, 12 y 15 m/s (6, 12, 23 y 29 nudos).
- Garantía: Productos con garantía de 2 años a partir de la fecha de compra.

Ilustración 40. Palas Rutland 1200



Fuente: Página web del proveedor de Rutland 12000

- Paquete del proveedor: Incluye aerogenerador Rutland 12000 (12 V), regulador Rutland 1200 (carga bancos de baterías dobles), kit de montaje marino, kit de estancias marinas, pantalla remota Rutland 1200.
- Cableado: Lo proporciona el proveedor según longitud requerida.

1.3. Inversor híbrido solar - eólico

- Especificaciones: Control híbrido para combinar la turbina eólica Rutland 1200 con hasta 600 W de paneles solares, carga dual con capacidad para dos bancos de baterías, voltaje 12 V, MPPT para maximizar las fuentes de energía, se adapta a los diferentes estados de carga de las baterías, reducción automática de la velocidad de la turbina a medida que las baterías alcanzan su capacidad máxima reanudándose cuando las baterías se agotan, indicadores LED de carga y estado de la batería, interruptores de apagado manual para entradas eólicas y solares, pantalla LCD.
- Características técnicas: Dimensiones de 140x64x162 mm, peso de 1,2 kg.
- Protecciones: Protección de sobre temperatura y reducción de potencia en caso de alta temperatura, de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV, de corriente inversa FV.
- Observaciones de montaje: Montar verticalmente sobre una superficie no inflamable, con los terminales de conexión hacia abajo, montar cerca de la batería, pero nunca directamente encima de la misma (para evitar daños generados por los gases que desprenden las baterías), mantener una diferencia

de temperatura entre la temperatura ambiente de la batería y la del cargador inferior a 5° para evitar reducir la vida útil de la batería, las conexiones deben protegerse mediante una carcasa o caja de conexiones.

- Normativa: EN/IEC 62109-1(AENOR-Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos), UL 1741(estándar para aerogeneradores), CSA C22.2 (fuentes de alimentación con salidas de clase 2 de muy baja tensión).

1.4. Hidrocargador

- Características técnicas: Hidrocargador Watt&Sea Cruising 600, da una potencia de 120W a 5 nudos (10A-12V, 5A-24V) y de 500W a 8 nudos (40A-12V, 20A-24V), velocidad del viento útil de 3 a 20 nudos, mástil de aluminio, peso 8 kg, alto 125 cm, ancho 38 cm, incluye hidrocargador, regulador de tensión-convertidor y soporte.
- Componentes: Cabeza de barra, clavija de bloqueo, casque de relevage, kit de fijación, hembra superior, hembra inferior, convertidor (conexión hidrocargador, conexión batería), hélice, kit de extracción de hélice, generador 500W, anilla de baja fricción, barra.

Ilustración 41. Componentes kit Hidrocargador



Fuente: Web Watt&Cruisier

- Kit de conexión estanco: Kit de conexión estanco para completar la instalación de un soporte de hidrocargador extraíble, para permitir una conexión al casco sencilla, limpia y rápida, 1 enchufe para el hidrocargador en dos partes + tapón, 1 base para el espejo de popa con un codo a 90° + tapón y tornillo, 10 metros de cable 3x1, 5 mm² de cobre estañado.

- Conector hembra adicional: Conector hembra adicional para el kit de conexión estanco para las instalaciones extraíbles de babor/estribor, este enchufe completa el kit de conexión estanco en el borde opuesto, 1 base para el espejo de popa con un codo de 90° + tapón y tornillo.
- Bolsa de ordenación: Bolsa de ordenación para transportar , proteger y almacenar el hidrocargador, diseñado y fabricado por Outils Océans en Francia, de poliéster altamente reforzado garantiza resistencia al exterior y resistencia a la abrasión en el interior, correas reforzadas, orificios de ventilación, bolsillo de almacenamiento para hélice.
- Cableado: Cable monofásico, 2 conductores de 1,5 mm² de cobre estañado, vaina de PTFE (Politetrafluoretileno) muy resistente.

1.5. Convertidor/regulador hidrocargador

- Regulador: Convertidor Cruising 12/24V.
- Conexionado: Enchufe premontado para hidrocargador, longitud 1m, 4 conductores de 2,5 mm², vaina HO7, conector sobremoldeado.

1.6. Soporte extraíble

- Características: Soporte extraíble para espejo de popa, se adapta a numerosas configuraciones de espejos de popa, simplifica y facilita el montaje del hidrocargador y hace que sea extraíble sin usar herramientas, bloqueo de ambas placas mediante un sistema de bloqueo automático, 1 placa de montaje para fijar en el espejo de popa, 1 placa extraíble para fijar en el hidrocargador, 2 machos del timón con tornillería, 1 sistema de bloqueo

PRESUPUESTO

Índice presupuesto

1. Desglose por capítulos	120
2. Presupuesto de ejecución material (PEM)	124
3. Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	124
4. Presupuesto total	125

1. Desglose por capítulos

Capítulo 1. Aerogenerador

CAPITULO 1. AEROGENERADORES						
Pda.	Uds	Descripción	Can	Precio	Importe	Totales
1.01	ud	Aerogenerador de eje horizontal de la marca Marlec, tensión nominal 12V, potencia pico 500 W, a los 5m/s da 40 W y 2,9 A, a los 11 m/s da 290W y 21,3A y a los 15 m/s da 483W y 35,5A, dimensiones 900x390x185 mm, peso 11,25 kg, generador de imanes trifásicos de tierras raras de baja fricción, sin escobillas, rotación de guiñada con anillo deslizante para rotación libre de 360°, desgaste mínimo del cepillo, dispositivo de gobierno con parada electrónica, diámetro de la turbina 1220 mm, radio de giro 620 mm, peso neto 7,8 kg (17,2 libras).	1	1.806,87	1.806,87	
1.02	ud	Convertidor - regulador híbrido para combinar la turbina eólica Rutland 1200 hasta 600 W con los paneles solares hasta 600 W, carga dual con capacidad para dos bancos de baterías, MPPT para maximizar las fuentes de energía, se adapta a los diferentes estados de carga de las baterías, reducción automática de la velocidad de la turbina a medida que las baterías alcanzan su capacidad máxima reanudándose cuando las baterías se agotan, indicadores LED de carga y estado de la batería, interruptores de apagado manual para entradas eólicas y solares, dimensiones 140x64x162 mm, peso 2,53 kg	1	139,98	139,98	
1.03	m	Cable de 3 núcleos OceanFlex de 2,5 mm ²	10	3,09	30,90	
1.04	ud	Soporte de acero inox d. 41 mm	2	0,00	0,00	
1.05	h	Instalación completa	8	20,00	160,00	
Suma Cap 1. Aerogenerador						2.137,75

Capítulo 2. Placas solares

CAPITULO 2. PLACAS SOLARES						
Pda.	Uds.	Descripción	Can	Precio	Importe	Totales
2.01	ud	Módulos solares fotovoltaicos modelo SPR-E-Flex 170 6X8, de células compuestas por silicio monocristalino, con una potencia máxima (Wp) de 170 W, tensión a máxima potencia (Vmp) de 29,4 V, intensidad a máxima potencia (Imp) de 5,84 A, tensión en circuito abierto (Voc) de 34,6 V, corriente de cortocircuito (Isc) de 6,15 A, eficiencia 25%, peso de 6,3 lbs (2,9 kg), dimensiones del panel 1.153x810x20 mm con la caja de conexiones, con ojales de acero inoxidable, flexible hasta 30º, construida sobre una sólida base de cobre.	2	465,00	930,00	
2.02	m	Cable 2,5 mm ²	12	5,00	60,00	
2.03	h	Instalación completa	8	20	160,00	
Suma Cap 2. Placas solares						1.150,00

Capítulo 3. Hidrocargador

CAPITULO 3. HIDROCARGADOR						
Pda.	Uds.	Descripción	Cant	Precio	Importe	Totales
3.01	ud	Hidrocargador Watt&Sea Cruisier 600, potencia 120W a 5 nudos (10A-12V, 5A-24V) , 500W a 8 nudos (40A-12V, 20A-24V), velocidad del viento útil de 3 a 20 nudos, mástil de aluminio, peso 8 kg, alto 125 cm, ancho 38 cm, incluye hidrocargador, regulador de tensión-convertidor y soporte	1	3.166,81	3.166,81	
3.02	m	Kit de conexión estanco para completar la instalación de un soporte de hidrogenerador extraíble, para permitir una conexión al casco sencilla, limpia y rápida, 1 enchufe para el hidrogenerador en dos partes + tapón, 1 base para el espejo de popa con un codo a 90° + tapón y tornillo, 10 metros de cable 3x1,5 mm ² de cobre estañado	1	166,00	166,00	
3.04	ud	Soporte extraíble para espejo derecho de popa, se adapta a numerosas configuraciones de espejos de popa, simplifica y facilita el montaje del hidrogenerador y hace que sea estraible sin usar herramientas, bloqueo de ambas placas mediante un sistema de bloqueo automático, 1 placa de montaje para fijar en el espejo de popa, 1 placa estraible para fijar en el hidrogenerador, 2 machos del timón con tornillería, 1 sistema de bloqueo	1	344,00	344,00	
3.05	ud	Conector hembra adicional para el kit de conexión estanco para las instalaciones extraíbles de babor/estribor, este enchufe completa el kit de conexión estanco en el borde opuesto, 1 base para el espejo de popa con un codo de 90° + tapón y tornillo	1	65,00	65,00	
3.06		Bolsa de ordenación para transportar , proteger y almacenar el hidrogenerador, diseñado y fabricado por Outils Océans en Francia, de poliéster altamente reforzado garantiza resistencia al exterior y resistencia a la abrasión en el interior, correas reforzadas, orificios de ventilación, bolsillo de almacenamiento para hélice.	1	246,00	246,00	
3.07	m	Cable trifásico, 3 conductores de 1,5 mm ² de cobre estañado, vaina de PTFE (Politetrafluoretileno) muy resistente	4	6,00	24,00	
3.08	h	Instalación completa	8	20,00	160,00	
Suma Cap 3. Hidrocargador						4.171,81

Capítulo 4. Baterías

CAPITULO 4. BATERIAS						
Pda.	Uds.	Descripción	Can	Precio	Importe	Totales
4.01	ud	Batería LFP (Litio-Ion), de 12V y 250 Ah de la marca Power Brick +.	2	2699,23	5398,46	
4.02	ud	Batería LFP (Litio-Ion), de 12V y 200 Ah de la marca Upower Ecoline.	1	1637,31	1637,31	
4.03	h	Instalación completa	8	20	160,00	
Suma Cap 4. Baterías						7.195,77

2. Presupuesto de ejecución material (PEM)

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)		
Capítulo	Concepto	Importe
1	Aerogenerador	2.137,75
2	Placas solares	1.150,00
3	Hidrocargador	4.171,81
4	Baterías	7.195,77
Suma Capítulos		14.655,33

3. Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	
Concepto	Importe
1 Gastos generales y cargas fiscales (12%)	1.758,64
2 Beneficio industria (6%)	879,32
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	17.293,29

4. Presupuesto total

PRESUPUESTO TOTAL		
Partes	Concepto	Importe
1	Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	17.293,29
2	Redacción del proyecto (3,5%)	512,94
3	Dirección de obra (3%)	439,66
	Suma	18.245,89
	IVA(21%)	3831,64
PRESUPUESTO TOTAL		22.077,53

El presupuesto de la instalación asciende a la suma de **VEINTIDÓS MIL SETENTA Y SIETE CON CINCUENTA Y TRES.**