



TÍTULO

**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO
PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE
RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE
UN FERRY**

AUTOR

Antonio Milán Ángel

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2015
Tutor	Mariano Sidrach de Cardona Ortín
Curso	<i>Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica (2014/15)</i>
ISBN	978-84-7993-678-5
©	Antonio Milán Ángel
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2015



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*



TÍTULO

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

AUTOR

ANTONIO MILÁN ÁNGEL.

Tutor: Mariano Sidrach de Cardona Ortín.

Curso: Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar y Fotovoltaica (2014/15).

Universidad: Universidad Internacional de Andalucía.

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

Autor: Antonio Milán Ángel.

Tutor: Mariano Sidrach de Cardona Ortín.

Curso: Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar y Fotovoltaica.

RESUMEN DEL PROYECTO

En este proyecto se ha diseñado un SFA para alimentar diferentes equipos a bordo de un Ferry. En total se van a instalar 8 módulos que forman un generador fotovoltaico de 15,52 m², el cual ha sido diseñado para ser capaz de suministrar durante 12 horas una energía de 4229,28 Wh. Para aquellas situaciones en las cuales las condiciones de radiación solar no sean propicias para suministrar suficiente tensión para cargar las baterías del sistema, por medio de un regulador de carga, el sistema se apoyará en el propio generador del Ferry, de esta manera los equipos del puente de navegación estarán alimentados de forma ininterrumpida, independientemente de las condiciones meteorológicas.

ABSTRACT

In this project an off-grid photovoltaic system has been designed in order to supply different equipments on board of a Ferry. In total, 8 solar arrays are going to be installed. These solar arrays are part of photovoltaic generator of 15,52 m², which has been designed to be able to supply an energy of 4229,28 Wh during 12 hours. In those situations in which the conditions of the solar radiation do not contribute to supply enough voltage for charging the batteries of the system, through a charge controller, the system will be supported by the own Ferry generator, in this way the navigational bridge equipments will be supplied uninterruptedly, regardless the weather conditions.

Palabras Clave: Sistema Fotovoltaico Autónomo, SFA, a bordo, Ferry, equipos de radiocomunicaciones, paneles solares.

Visto Bueno del Tutor: Mariano Sidrach de Cardona Ortín

Índice general

1. Memoria	8
2. Anexos	29
3. Planos.....	49
4. Pliego de condiciones.....	55
5. Mediciones y presupuesto.....	64
6. Estudio de seguridad y salud.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BUQUE.....	10
TABLA 2. EQUIPOS OBLIGATORIOS EN FUNCIÓN DE LA ZONA DE NAVEGACIÓN.....	16
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.....	17
TABLA 4. DATOS TÉCNICOS DEL MÓDULO STP325S-24/VEM.....	20
TABLA 5. DATOS TÉCNICOS DEL MÓDULO STP325S-24/VEM.....	21
TABLA 6. DATOS TÉCNICOS DE LAS BATERÍAS TAB OPzS 100.....	22
TABLA 7. METROS DE CABLE EN FUNCIÓN DE LAS SECCIONES.....	23
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS DEL DESCARGADOR SOLARTEC - PST25PV.....	24
TABLA 9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FUSIBLE SOLARTEC 30F15PV.....	25
TABLA 10. INTENSIDAD NOMINAL DE LOS INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS.....	25
TABLA 11. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS. .	26
TABLA 12. CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DEL INTERRUPTOR DESCONECTADOR DE LAS BATERÍAS.....	26
TABLA 13. CONSUMO DE LOS EQUIPOS QUE FORMAN PARTE DEL SMSSM.....	30
TABLA 14. LUCES DE NAVEGACIÓN Y POTENCIA QUE CONSUMEN.....	31
TABLA 15. CONFIGURACIÓN DE LUCES DE NAVEGACIÓN Y POTENCIA QUE CONSUMEN....	31
TABLA 16. CONSUMO DE LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN.....	32
TABLA 17. CONSUMO TOTAL (AH) DE TODOS LOS EQUIPOS DEL SISTEMA.....	32
TABLA 18. PÉRDIDAS INCLUIDAS EN EL DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	33
TABLA 19. IRRADIACIÓN OBTENIDA ENTRE TODAS LAS LOCALIZACIONES.....	36
TABLA 20. CÁLCULO DE LAS HPS.....	36
TABLA 21. ENERGÍA DIARIA GENERADA.....	38
TABLA 22. DÉFICIT MENSUAL DE ENERGÍA.....	39
TABLA 23. SECCIONES E INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES DE LOS CONDUCTORES. .	40
TABLA 24. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN A LOS DIFERENTES EQUIPOS.....	41
TABLA 25. CAÍDA MÁXIMA DE TENSIÓN DE CADA UNO DE LOS TRAMOS.....	42
TABLA 26. SECCIÓN CORRESPONDIENTE A LOS TRAMOS QUE ALIMENTAN LOS DIFERENTES EQUIPOS.....	44
TABLA 27. COMPARATIVA DE LAS SECCIONES CALCULADAS PARA LAS CARGAS DE CC....	44
TABLA 28. INTENSIDADES NOMINALES DEL INTERRUPTOR SELECCIONADO.....	46
TABLA 29. PÉRDIDAS SEGÚN EL PCT.....	55
TABLA 30. EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.....	69
TABLA 31. RIESGOS PROPIOS DEL TRABAJO REALIZADO.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS.

ILUSTRACIÓN 1. ZONAS DE NAVEGACIÓN A1, A2, A3. AUTOR JERÓNIMO REGUERA. “MANUAL PRÁCTICO DE NAVEGACIÓN A VELA”	8
ILUSTRACIÓN 2. IMAGEN ADAPTADA DEL SIMULADOR SMSSM MARCA FNB-SMSSM MODELO GMDSS. ...	9
ILUSTRACIÓN 3. EQUIPOS INSTALADOS EN UN BARCO. FABRICANTE DAMEN.....	9
ILUSTRACIÓN 4. CUBIERTA DEL CATAMARÁN TÛRANOR PLANET SOLAR. AUTOR PLANET SOLAR.	10
ILUSTRACIÓN 5. CUBIERTA DEL AURIGA LEADER. AUTOR: WWW.MARINEINSIGHT.COM.....	11
ILUSTRACIÓN 6. PANELES SOLARES INSTALADOS EN EL OASIS OF THE SEAS. AUTOR: REC (RENEWABLE ENERGY CONTRACTORS).....	11
ILUSTRACIÓN 7. AQUARIUS ECO SHIP BY ECO Y MARINE POWER ENERGY SAIL. AUTOR ECO MARINE POWER.....	18
ILUSTRACIÓN 8. SOLAR WINGS, INSTALADAS EN EL BARCO PAX BAYTRI. AUTOR: OCIUS TECHNOLOGY LIMITED.....	18
ILUSTRACIÓN 9. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN.	19
ILUSTRACIÓN 10. PAÑOL DE LAS BATERÍAS. AUTOR: ASTILLERO HIJOS DE J. BARRERAS.	22
ILUSTRACIÓN 11. TRAMOS DE LOS QUE CONSTA EL SISTEMA.....	23
ILUSTRACIÓN 12. RUTA DEL FERRY ENTRE LOS PUERTOS DE ALMERÍA Y MELILLA.	34
ILUSTRACIÓN 13. COORDENADAS GEOGRÁFICAS PARA ESTIMAR LA IRRADIACIÓN.	35
ILUSTRACIÓN 14. COORDENADAS GEOGRÁFICAS PARA ESTIMAR LA IRRADIACIÓN.	35

DOCUMENTO N°1 MEMORIA.

DOCUMENTO N°1 MEMORIA.

Índice

1. Memoria	8
1.1. Objeto.....	8
1.2. Alcance.....	8
1.3. Antecedentes.....	10
1.4. Normas y referencias.....	11
1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	11
1.4.2. Bibliografía.....	12
1.5. Programas de cálculo.....	12
1.6. Definiciones y abreviaturas.....	12
1.6.1. Abreviaturas y definiciones utilizadas en el ámbito marítimo.....	12
1.6.2. Definiciones utilizadas en el ámbito de la energía solar.....	13
1.6.3. Abreviaturas	14
1.7. Requisitos de diseño.....	15
1.7.1. Requerimientos del Cliente.....	16
1.7.2. Situación de Partida.....	16
1.8. Análisis de las soluciones.....	17
1.9. Resultados Finales.....	19
1.9.1. Instalación y ubicación de los paneles solares.....	19
1.9.2. Regulador de carga.....	20
1.9.3. Baterías.....	22
1.9.4. Luces de navegación.....	22
1.9.5. Conductores.....	23
1.9.6. Protecciones.....	24
1.9.7. Cuadros de protección de corriente continúa.....	26

1. Memoria.

1.1. Objeto.

Este proyecto consiste en el cálculo y dimensionado del suministro de energía eléctrica para los equipos electrónicos que forman parte del puente de un Ferry y para las luces de navegación, dicho Ferry realiza la ruta de navegación entre Almería y Melilla.

El sistema fotovoltaico está formado por los paneles necesarios para alimentar los equipos necesarios incluidos en el SMSSM, así como otros equipos de ayuda a la navegación tales como los radares, el ECDIS y la ecosonda.

El sistema en general se va a componer de dos formas de alimentación. En primer lugar siempre y cuando las condiciones meteorológicas sean favorables los equipos mencionados anteriormente deberán alimentarse por medio de las baterías del sistema fotovoltaico.

En segundo lugar, si las condiciones meteorológicas no son favorables las baterías del sistema se alimentará por medio del generador del Ferry.

1.2. Alcance.

El ámbito de aplicación del proyecto es para el Ferry “Ciudad de Dios” de la compañía Ferry Sur S.A. Dicho Ferry realiza la travesía entre Almería y Melilla, por lo que el barco realiza su travesía en la zona de navegación A1, exclusivamente, descartando trayectos en las otras áreas de navegación (A2, A3, A4).

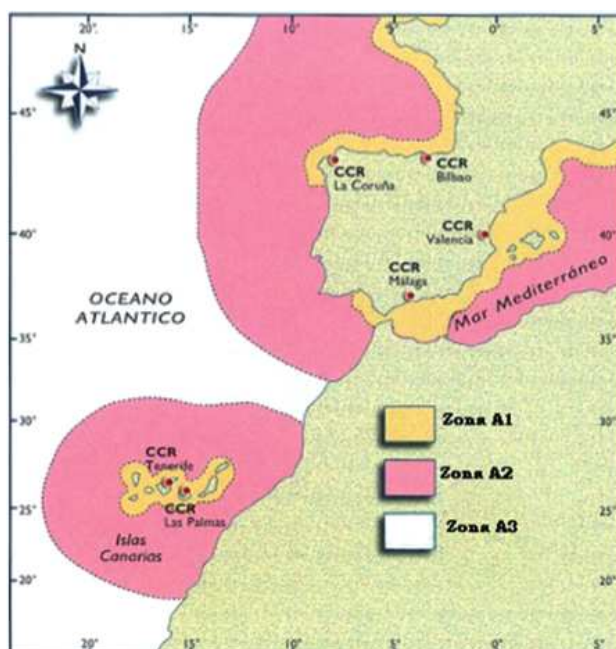


Ilustración 1. Zonas de Navegación A1, A2, A3. Autor: Jerónimo Reguera. “Manual Práctico de Navegación a Vela”

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

A continuación se relacionan la marca y modelos de los equipos instalados en el puente que son objeto del presente proyecto.

- NAVTEX FORUNO NX-700A
- GPS Leica MK12
- AIS Raytheon Marine RM 808
- VHF Furuno FM800
- Radar Furuno FAR-1715.
- ECDIS 24 Raytheon
- Ecosonda FORUNO FC V-667
- 3 VHF portátil sailor-sp 3520
- Luces de navegación LED Hella Marine.



Ilustración 2. Imagen adaptada del Simulador SMSSM marca FNB-SMSSM modelo GMDSS.



Ilustración 3. Equipos instalados en un barco. Fabricante Damen.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

Características generales del buque, para el cual se aplica este proyecto son:

COMPañIA ARMADORA	Ferry Sur S.A.
SOCIEDAD CLASIFICADORA	BUREAU VERITAS
TIPO DE BUQUE	RO-PAX
EMPRESA CONSTRUCTORA	NAVIMAX
ESLORA TOTAL	174,00 m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	156,00 m
MANGA DE TRAZADO	27,00 m
PUNTAL A LA CUBIERTA PRINCIPAL	8 m
CALADO DE DISEÑO	6 m
PESO MUERTO	5.000 tpm
ARQUEO BRUTO	30.000 GT

Tabla 1. Características generales del buque.

1.3. Antecedentes.

No es una práctica muy habitual la instalación de paneles solares en barcos, aunque se está extendiendo esta práctica cada vez más. Existen diversos antecedentes de la utilización de paneles solares para proporcionar energía en el mar. Su uso más corriente es en embarcaciones de recreo, en los cuales se suelen instalar paneles de 50 Wp, 75 Wp y 100 Wp.

Existen varios proyectos innovadores los cuales utilizan paneles solares a bordo de los barcos, el Catamarán Tûranor Planet Solar, el cual está compuesto por 809 paneles solares, cubriendo totalmente la cubierta del puente, además de otros espacios fuera de la cubierta del barco, los paneles forman un generador fotovoltaico de 512 m², siendo capaz de proporcionar una potencia máxima de 93,5 kW e incorpora baterías para una capacidad de 2.910 Ah.



Ilustración 4. Cubierta del Catamarán Tûranor Planet Solar. Autor Planet Solar.

En el Auriga Leader, un carguero japonés de 200 metros de eslora, se han instalado 328 paneles solares los cuales forman un generador de 40 kW, se estima que con esta energía generada por los paneles instalados en la cubierta del carguero, se está proporcionado el 10% de toda la energía necesaria por el barco.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.



Ilustración 5. Cubierta del Auriga Leader. Autor: www.marineinsight.com

La famosa naviera Royal Caribbean's, en su Ferry Oasis of The Seas (con capacidad para 6.000 pasajeros), en su cubierta número 19, evitando que los paneles sean vistos por los pasajeros, han sido instalados paneles solares de lamina delgada capaz de generar una potencia de 80 kW, suficiente energía para abastecer las luces para las zonas de ocio y parques centrales del barco.



Ilustración 6. Paneles solares instalados en el Oasis of The Seas. Autor: REC (Renewable Energy Contractors).

Existen otras embarcaciones de pequeña eslora en las cuales se han utilizado los paneles solares, por ejemplo, la empresa española Solemar la cual tiene varios barcos que suministran 4625 Wp, para la propulsión mediante motores eléctricos de 4800W.

La empresa vizcaína Bikote Solar, va a instalar en la cubierta del ferry Texelstroom 450 módulos que generaran una potencia de 150 kw necesaria para las maniobras de puerto, evitando la alta concentración de gases tóxicos que se generan en dichas maniobras.

1.4. Normas y referencias.

Este proyecto ha sido redactado con arreglo a las diversas disposiciones legales, reglamentos y demás normativa general vigente que rigen este tipo de instalaciones, así como la normativa aplicada en el ámbito marítimo relacionada con los diversos equipos e instalaciones inmersas en el proyecto. A continuación se enumeran las mismas:

1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

- Real Decreto 1185/2006, de 16 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las radiocomunicaciones marítimas a bordo de los buques civiles españoles.
- SOLAS (Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar). Capítulos:

- Capítulos II-1 Construcción – Estructura, compartimiento y estabilidad, instalaciones de maquinas e instalaciones eléctricas.
- Capítulo IV Radiocomunicaciones.
- RIPA, Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en la Mar.
- R.E.B.T. de 2002.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red (PCT-A-REV - febrero 2009).
- Especificación AENOR EA0038. Cables eléctricos de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos.

1.4.2. Bibliografía.

Alonso García, M. (2015), *Asignatura de Recurso y Generación Solar. Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía solar Fotovoltaica Recurso y Generación Solar. UNIA.*

Sidrach de Cardona Ortín, M. (2011). *Open Course Ware. Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos. UNIA.*

Delgado Lallemand, L. (2007). *De Proa a Poa: Equipos del Barco. Thomson.*

1.5. Programas de cálculo.

Para el desarrollo de este proyecto se han utilizado los siguientes programas de diseño y de cálculo:

- PVGIS, para calcular la Irradiación Mensual incidente sobre los paneles.
- OPEN CPN, para calcular la ruta del Ferry y establecer las coordenadas intermedias para realizar la media de la Irradiación Mensual en determinados puntos geográficos.

1.6. Definiciones y abreviaturas.

1.6.1. Abreviaturas y definiciones utilizadas en el ámbito marítimo.

- SMSSM: Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima, en inglés GMDSS, General Maritime Distress Safety System.
- OMI: Organización Marítima Internacional.
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global.
- VHF: Very High Frequency.
- NAVTEX: siglas del inglés NAVigational TEXt Messages. Es un receptor automático que recibe mensajes cuando se navega en áreas costeras. Los mensajes transmitidos mediante estaciones NAVTEX contienen información de urgencia y seguridad, como avisos a los navegantes, información meteorológica, avisos de operaciones de búsqueda y salvamento, y cualquier otra información importante para la seguridad marítima.
- Ecosonda: es una sonda eléctrica utilizada para medir la profundidad del mar, actuando emitiendo unas ondas acústicas o ultrasonidos desde un emisor del barco, y de tal forma que es posible medir el tiempo desde que se emiten hasta que se reciben reflejando en el receptor, el eco del fondo marino, y pudiendo medir así la profundidad.

- ECDIS: del inglés Electronic Chart Display and Information System. Sistema electrónico de información y visualización de cartas marinas. En el ECDIS es un equipo de a bordo para presentar cartas de navegación electrónicas, junto con información procedente de un sistema de posicionamiento y de otros sensores de equipos de navegación. El ECDIS obtiene información de la posición del barco a partir del GPS, el rumbo de la giroscópica y la velocidad de la corredera, se utiliza para asistir a la navegación en la planificación y control de la derrota.
- AIS: corresponde a las siglas del inglés Automatic Identification System, traducido al español como Sistema de Identificación Automática. Es un equipo electrónico que transmite nuestra información y posición a otros barcos, además recibe todos sus datos visualizándolos a través de una pantalla. Su función es la del intercambio de información entre barcos a fin de evitar colisiones, aportar información a las autoridades marítimas sobre los buques y su cargamento, ayuda a la identificación de blancos, boyas y marcas de ayuda a la navegación.

1.6.2. Definiciones utilizadas en el ámbito de la energía solar.

- Irradiación: es la cantidad de energía solar recibida durante un periodo de tiempo. Su unidad de medida más típica es el kWh/m², también se puede medir en J/m² por hora.
- Rendimiento de carga/descarga: es la relación que existe entre los amperios horas extraídos de la batería durante la descarga en proporción a los obtenidos durante la carga.
- Profundidad de descarga máxima: es el valor máximo permitido en tanto por ciento que se puede extraer del acumulador en una descarga.
- Horas de Pico Solar: es una unidad que mide la irradiación solar en una localización determinada. Se define como el tiempo en horas de una irradiación solar constante de 1000 W/ m² y una temperatura de trabajo de las células de 25°C.
- Potencia de pico del generador: potencia máxima que puede entregar el módulo en las CEM.
- Regulador de carga: es un dispositivo electrónico encargado de controlar el voltaje o la carga procedente del generador fotovoltaico para proteger a la batería frente descargas y sobrecargas, de esta forma se mantienen las condiciones óptimas de trabajo de la batería.
 - Corriente del módulo en el punto de máxima potencia: es el valor de la corriente para una potencia máxima en unas condiciones determinadas de iluminación y temperatura.
 - Tensión del módulo en el punto de máxima potencia: es el valor de la tensión para una potencia máxima unas condiciones determinadas de iluminación y temperatura.
 - Corriente de cortocircuito: es la máxima corriente que producirá el dispositivo bajo unas condiciones definidas de iluminación y temperatura, correspondientes a un voltaje igual a cero.
 - Voltaje de circuito abierto: es el máximo voltaje del dispositivo bajo unas condiciones determinadas de iluminación y temperatura, correspondientes a una corriente igual a cero. (Alonso García, 2015,1).

1.6.3. Abreviaturas

- RX: recepción.
- TX: transmisión.
- L_{equipos} : consumo diario (Wh) de todos los equipos, sin tener en cuenta las pérdidas del sistema.
- L : Consumo diario de los equipos teniendo en cuenta las pérdidas del sistema.
- P_G : coeficiente global de pérdidas del sistema.
- DC: corriente continua.
- CC: corriente continua.
- PMP: punto de máxima potencia.
- L_{cc} : carga diaria en corriente continua
- L_{ca} : carga diaria en corriente alterna
- η_g : eficiencia carga descarga de la batería
- η_{inv} : eficiencia media diaria del inversor del inversor
- η_c : pérdidas en los cables
- P_{mg} : potencia máxima del generador fotovoltaico.
- E_{gen} : *energía diaria generada*
- η_{gen} : es el rendimiento del generador en condiciones estándar
- HPS: Horas de Pico Solar.
- V_{mpp} : tensión del módulo en el punto de máxima potencia.
- V_{bat} : tensión de la batería.
- I_{mpp} : corriente del módulo en el punto de máxima potencia.
- I_L : intensidad que circula por las cargas durante un día suponiendo que el consumo fuera constante.
- N_{ms} : número de módulos en serie.
- N_{mp} : número de ramas en paralelo.
- L : energía consumida por las cargas.
- A : área total del generador fotovoltaico.
- A_{mod} : área del módulo.
- C_n : Capacidad nominal de la batería
- C_s : autonomía del sistema.
- C_{bat} : capacidad de la batería.
- DOD_{max} : profundidad de descarga máxima de la batería.
- I_{sc} : corriente de cortocircuito
- $I_{sc,G}$: intensidad de corriente de cortocircuito del generador.
- I_R : intensidad del regulador.
- V_{oc} : voltaje de circuito abierto
- V_{ocG} : voltaje en circuito abierto del generador
- $V_{MOD,OC,STC}$: tensión en cortocircuito abierto del módulo en condiciones estándar.
- $I_{MOD,SC,STC}$: intensidad de corriente de cortocircuito del módulo en condiciones estándar.
- V_R : tensión del regulador
- $I_{MAX T1}$: intensidad máxima tramo número 1.
- $I_{MAX T2}$: intensidad máxima tramo número 2.
- $I_{MAX T3}$: intensidad máxima tramo número 3.
- I_{equipo} : intensidad que consume cada equipo de forma individual.

- S_m : sección mínima.
- $S_{m,GPS}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta el GPS.
- $S_{m,N}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta el Navtex.
- $S_{m,AIS}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta el AIS.
- $S_{m,VHF}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta el VHF.
- $S_{m,P}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta los VHF portátiles.
- $S_{m,LE}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta la luz de emergencia.
- $S_{m,R}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta el Radar.
- $S_{m,ECD}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta el ECDIS.
- $S_{m,ECO}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta la Ecosonda.
- $S_{m,LN}$: sección mínima correspondiente a la línea que alimenta las luces de navegación.
- L_{rama} : longitud del cable del tramo.
- N_{ms} : nº de módulos en serie.
- I_{mpp} : corriente del módulo en el punto de máxima potencia.
- V_{mpp} : tensión del módulo en el punto de máxima potencia.
- ΔV : caída de tensión.
- σ : conductividad.
- I_B : corriente para la que ha sido diseñado el circuito según la previsión de los equipos.
- I_Z : corriente máxima asignada al circuito.
- I_n : cs la intensidad nominal del circuito de protección.
- PCT: Pliego de Condiciones Técnicas.

1.7.Requisitos de diseño

Para el desarrollo del proyecto en primer lugar se ha tenido en cuenta los equipos mínimos del SMSSM que el barco requiere, el cual se establece de acuerdo a la zona o zonas de navegación en la que realiza su travesía, definidas por la OMI en la regla 2 del capítulo IV del SOLAS.

Además en el Artículo 4 del Reglamento de Radiocomunicaciones: “La zona marítima comprendida entre cualquier punto del litoral mediterráneo y sur peninsulares y los puertos de Ceuta o Melilla, así como la zona marítima entre islas del archipiélago canario o balear, se considera a todos los efectos como zona marítima A1”.

En la siguiente tabla se detallan los equipos mínimos del SMSSM que deberán de llevar las embarcaciones dependiendo de la zona de navegación por la cual realicen su travesía.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

Equipos	ZONA A1	ZONA A2	ZONA A3	ZONA A4
VHF/DSC	*	*	*	*
VHF PORTÁTIL	*	*	*	*
NAVTEX	*	*	*	*
EPIRB	*	*	*	*
SART	*	*	*	*
MF/DSC		*	*	*
INMARSAT			*	
RADIOTELEX				*

Tabla 2. Equipos obligatorios en función de la zona de navegación.

El EPIRB y SART, no se van a tener en cuenta a efectos del dimensionamiento ya que poseen una batería propia.

Se va a incluir para el dimensionamiento de las baterías otros equipos además de los citados en la tabla anterior, estos equipos son el radar, AIS, GPS, ECDIS, y la ecosonda.

También se van a sustituir las luces de navegación, para las cuales se ha estimado un consumo de 360 W, por luces de navegación LED, con el objetivo de reducir la capacidad de la batería y sus dimensiones.

1.7.1. Requerimientos del Cliente.

La Naviera Ferry Sur S.A. exige que además de los equipos mínimos establecidos por el reglamento, se incluyan los equipos instalados en el puente los cuales han sido detallados en punto 1.1. Objeto de este proyecto, además de las luces de navegación. Otra imposición del cliente es que todos los equipos, incluidas las Luces de Navegación deberán de tener una autonomía de 12 horas.

1.7.2. Situación de Partida.

Para el dimensionamiento del sistema, se ha partido de los equipos que ya estaban instalados en el puente, además se ha analizado minuciosamente las áreas libres del barco para la ubicación de los paneles solares.

Una vez consultado los manuales y de los diferentes equipos del barco en la siguiente tabla se detallan las características más significativas de los equipos relacionadas con el consumo.

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
NAVTEX FORUNO NX-700A	Tensión de Alimentación: 12-24 Vdc Corriente: 1,5 – 0.8 A
GPS Leica MK12	Tensión de Alimentación: Desde 9,6 Vdc. voltios a 32 Vdc. Consumo: 8W a 24 Voltios. Consumo de la Antena: 500 mA.
AIS Raytheon Marine RM 808	Tensión de Alimentación: 24 Vdc (+10-30%) Corriente: 5 ^a (24V). Potencia de salida del transmisor: 2W a 12W.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

VHF Furuno FM800	Tensión de Alimentación: 24 Vdc. Consumo en la recepción: 10W. Consumo en la transmisión: 150W.																								
Radar Furuno FAR-1715	Tensión de Alimentación: 12-24 Vdc. Corriente: 2 – 1.4 A																								
ECDIS 24 Raytheon	Panel PC: Tensión de Alimentación: 24 Vdc. Consumo: 50W. Caja de Interfaz: Tensión de Alimentación: 9 Vdc – 36 Vdc. Consumo: 2 W.																								
Ecosonda FORUNO FC V-667	Tensión de Alimentación: 12 or 24 Vdc. Consumo: 30 W.																								
VHF portátil sailor-sp 3520	Tensión de Alimentación: 24 Vdc. Consumo a 2 W en la transmisión: 1,4 A. Consumo a 1 W en la transmisión: 0,8 A. Consumo en la recepción: 0,25 A.																								
Luces de navegación LED Hella Marine.	Tensión de Alimentación: 24 Vdc. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase de Luz</th> <th>Potencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tope de proa</td> <td>4 w</td> </tr> <tr> <td>Tope de popa</td> <td>4 w</td> </tr> <tr> <td>Banda de estribor</td> <td>3,2 w</td> </tr> <tr> <td>Banda de babor</td> <td>3,2 w</td> </tr> <tr> <td>Todo horizonte</td> <td>25 w</td> </tr> <tr> <td>Luz de alcance</td> <td>25 w</td> </tr> <tr> <td>Luz de fondeo a proa</td> <td>3,2 W</td> </tr> <tr> <td>Luz de fondeo a popa</td> <td>3,2 w</td> </tr> <tr> <td>Buque remolcando</td> <td>2 w</td> </tr> <tr> <td>Buque sin gobierno</td> <td>1 w</td> </tr> <tr> <td>Buque varado</td> <td>1 w</td> </tr> </tbody> </table>	Clase de Luz	Potencia	Tope de proa	4 w	Tope de popa	4 w	Banda de estribor	3,2 w	Banda de babor	3,2 w	Todo horizonte	25 w	Luz de alcance	25 w	Luz de fondeo a proa	3,2 W	Luz de fondeo a popa	3,2 w	Buque remolcando	2 w	Buque sin gobierno	1 w	Buque varado	1 w
Clase de Luz	Potencia																								
Tope de proa	4 w																								
Tope de popa	4 w																								
Banda de estribor	3,2 w																								
Banda de babor	3,2 w																								
Todo horizonte	25 w																								
Luz de alcance	25 w																								
Luz de fondeo a proa	3,2 W																								
Luz de fondeo a popa	3,2 w																								
Buque remolcando	2 w																								
Buque sin gobierno	1 w																								
Buque varado	1 w																								

Tabla 3. Características técnicas de los equipos.

1.8. Análisis de las soluciones

Se han analizado varias soluciones antes de tomar la decisión final. La primera de ellas era la instalación de paneles solares verticales de la empresa Aquarius Eco Ship, estos paneles (llamados por el fabricante “The EnergySail” se pueden instalar en cualquier tipo de barco y adaptar a las necesidades específicas de cada barco. Además de aprovechar la energía solar también aprovechan la energía eólica. Se basan en un sistema de control por ordenador y sensores para alcanzar su orientación óptima en cada momento.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.



Ilustración 7. Aquarius Eco Ship by Eco y Marine Power EnergySail. Autor Eco Marine Power.

Se analiza toda la información disponible del fabricante en su página web y tras comprobar que no existe documentación técnica de los paneles “EnergySail”, se contacta con el fabricante y concretamente responde Greg Atkison, Director y Jefe de Tecnología, el cual nos informa que esta tecnología está en vías de desarrollo y no tienen disponible al público los datos técnicos. Por ese motivo se descarta la instalación de los paneles EnergySail.

La segunda solución analizada son unos paneles fotovoltaicos de la empresa OCIUS Technology Limited, estos paneles están integrados en un dispositivo mecánico el cual puede tener una posición vertical u horizontal.



Ilustración 8. Solar Wings, instaladas en el Barco Pax Baytri. Autor: OCIUS Technology Limited.

La integración de los paneles fotovoltaicos en las Velas Solares o “Solar Wings” (nombre que le ha dado el fabricante) permite poder instalar los paneles evitando el problema del espacio, además las velas donde están instalados, puede cambiar de posición. A diferencia de la solución anterior, esta tecnología ya ha sido empleada en el Ferry de 100 pasajeros Hong Kong Jockey Club, en varios barcos de la naviera Captain Cook Cruises y un Ferry de 250 pasajeros diseñado para la Exposición Mundial de Shanghai de 2010.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

Aunque es una tecnología que ya está implantada, la empresa OCIUS Technology Limited, no proporciona ninguna información técnica del sistema, por lo que se descarta esta opción al igual que la anterior.

La tercera solución que se ha tenido en cuenta era el diseño del generador fotovoltaico utilizando paneles Solares Marinos Flexibles del fabricante Solbian, está solución se descarta por dos motivos, principalmente porque encarecería demasiado el proyecto y en segundo lugar porque en el Ferry Ciudad de Dios, hay suficiente espacio libre en la cubierta para instalar paneles solares mono cristalinos.

1.9.Resultados Finales.

En el siguiente esquema se puede apreciar las distintas partes de las que se compone el sistema:

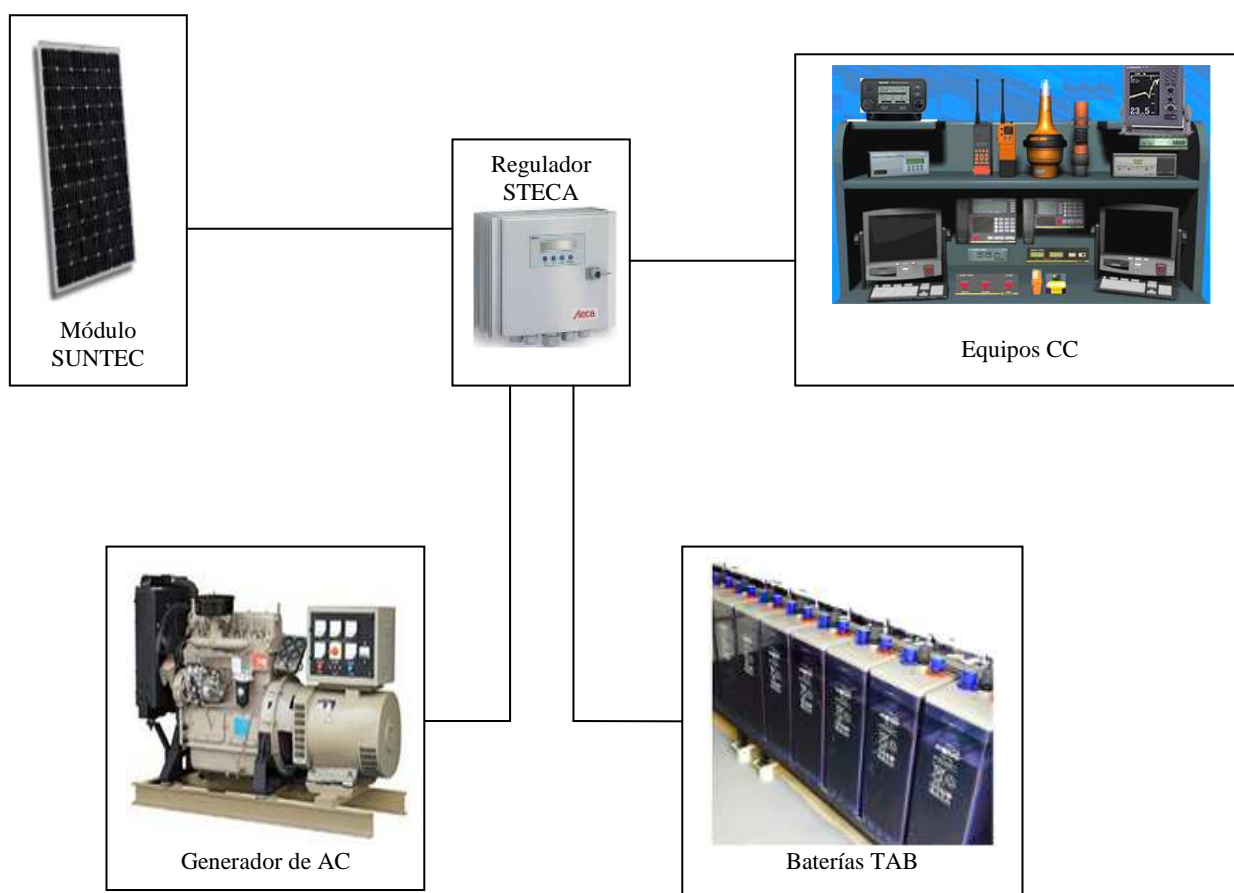


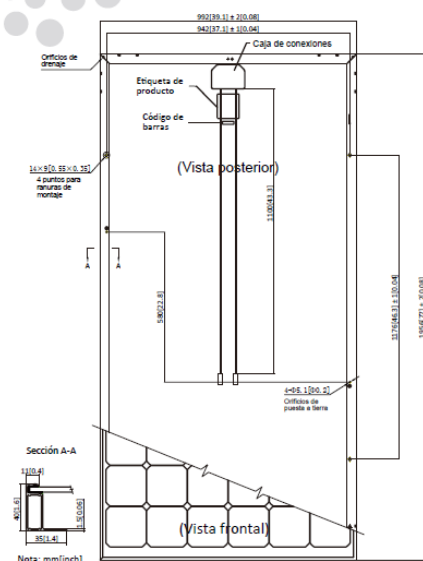
Ilustración 9. Esquema general de la instalación.

1.9.1. Instalación y ubicación de los paneles solares.

Se van a instalar 8 paneles en paralelo, del fabricante SUNTECH, concretamente el modelo STP325S-24/Vem, en el Ferry.

STP325S - 24/Vem
STP320S - 24/Vem

SUNTECH
BE UNLIMITED



Características eléctricas

STC	STP325S-24/Vem	STP320S-24/Vem
Máxima potencia STC (Pmax)	325 W	320 W
Tensión óptima de operación (Vmp)	37,1 V	36,9 V
Corriente óptima de operación (Imp)	8,77 A	8,69 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	45,8 V	45,6 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9,28 A	9,21 A
Eficiencia del módulo	16,7%	16,5%
Temperatura de operación	-40 °C a +85 °C	
Tensión máxima de sistema	1000 V DC (IEC)	
Corriente máxima de fusible en serie	20 A	
Tolerancia de potencia	0/+5 %	

STC: Irradiancia 1.000 W/m², temperatura del módulo 25 °C, AM=1,5; Simulador solar AAA mejor de su clase (IEC 60904-9) utilizado, tolerancia de medición de potencia: +/- 3%

NOCT	STP325S-24/Vem	STP320S-24/Vem
Máxima potencia NOCT (Pmax)	236 W	233 W
Tensión óptima de operación (Vmp)	33,3 V	33,2 V
Corriente óptima de operación (Imp)	7,09 A	7,02 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	41,6 V	41,5 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	7,52 A	7,45 A

Tabla 4. Datos Técnicos del módulo STP325S-24/Vem.

La mejor ubicación en el Ferry para la instalación de los 8 paneles solares es en la cubierta número 11.

Los paneles se van a instalar sin inclinación ninguna para aprovechar de esta manera mejor la irradiación incidente durante el movimiento del barco.

Distancia de los paneles a la ubicación del regulador de carga es de 56,6 metros, el regulador de carga se va a instalar en el mismo recinto que la baterías, concretamente en el Pañol de la baterías ubicado en la cubierta número 11, sobre el techo del puente de navegación.

1.9.2. Regulador de carga.

El regulador de carga seleccionado para el sistema es del fabricante Steca Power, concretamente el modelo Tarom 2140, ya que cumple con las especificaciones técnicas del sistema.

El regulador seleccionado permite la conexión de fuentes adicionales de alimentación, debido a que las baterías se cargaran mediante el generador del Ferry los días en el que el SF no sea capaz de suministrar la energía requerida.

El generador adicional se activa al encontrarse la batería en un estado de carga baja y se desconectan en el momento en el que la batería se haya cargado.

Las características del regulador de carga se detallan en la siguiente tabla:

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

	2070	2140	4055	4110	4140
Funcionamiento					
Tensión del sistema	12 V (24 V)		48 V		
Consumo propio	14 mA				
Datos de entrada CC					
Tensión de circuito abierto del módulo solar	< 50 V		< 100 V		
Corriente del módulo	70 A	140 A	55 A	110 A	140 A
Datos de salida CC					
Corriente de consumo*	70 A	70 A	55 A	55 A	70 A
Tensión de reconexión (SOC / LVR)	> 50 % / 12,6 V (25,2 V)		> 50 % / 50,4 V		
Protección contra descarga profunda (SOC / LVD)	< 30 % / 11,1 V (22,2 V)		< 30 % / 44,4 V		
Datos de la batería					
Tensión final de carga	13,7 V (27,4 V)		54,8 V		
Tensión de carga reforzada	14,4 V (28,8 V)		57,6 V		
Carga de compensación	14,7 V (29,4 V)		58,8 V		
Ajuste del tipo de batería	líquido (ajustable a través menú)				
Condiciones de uso					
Temperatura ambiente	-10 °C ... +60 °C				
Equipamiento y diseño					
Terminal (cable fino / único)	50 mm ² - AWG 1	95 mm ² - AWG 000	50 mm ² - AWG 1	70 mm ² - AWG 00	95 mm ² - AWG 000
Grado de protección	IP 65				
Dimensiones (X x Y x Z)	330 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm	330 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm	
Peso	10 kg				

Datos técnicos a 25 °C / 77 °F

* Los inversores no deben conectarse a la salida de carga

Tabla 5. Datos Técnicos del módulo STP325S-24/Vem.

El regulador de carga se va a instalar en la misma ubicación que las baterías, es decir, en el pañol de las baterías, el cual tiene aberturas por medio de las cuales se ventilan las baterías. Según las recomendaciones del fabricante el regulador de carga se instalará con una distancia de seguridad mínima de 30 cm, respecto a las baterías. Esta ubicación es idónea ya que por un lado están cerca de las baterías, además queda justo encima del puente de navegación donde se encuentran los equipos que se van a alimentar, de esta manera la longitud entre regulador de carga y los equipos de comunicaciones y ayuda a la navegación queda reducida para no influir en la sección de los conductores.

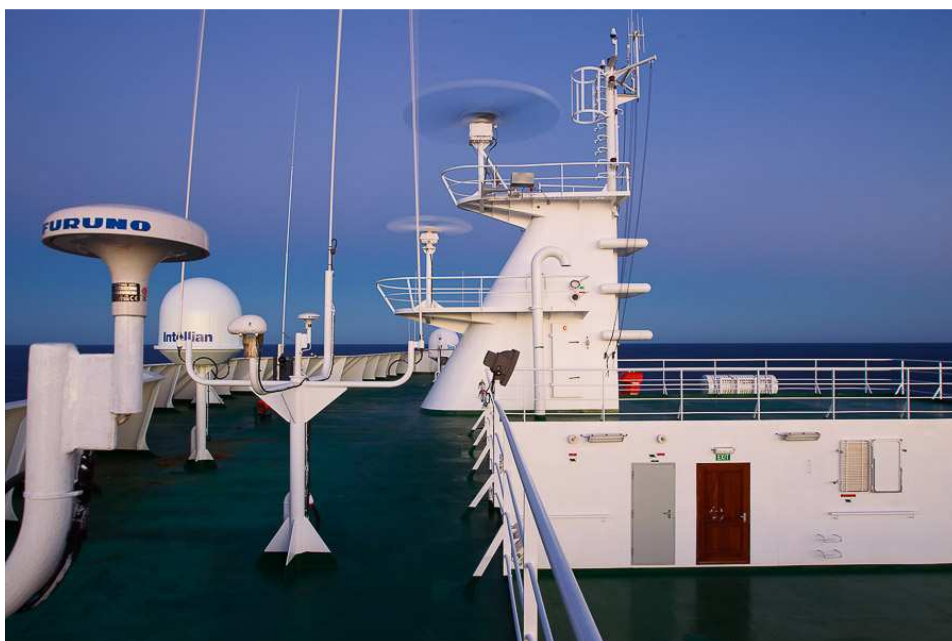


Ilustración 10. Pañol de las baterías. Autor: Astillero Hijos de J. Barreras.

1.9.3. Baterías.

Las baterías elegidas para el sistema, es una batería estacionaria, del fabricante TAB, concretamente el modelo 2 OPzS 100, con una capacidad de 151 Ah, cuyas celdas tiene una tensión de 2V, conectando 12 baterías en serie se conseguirán los 24V del sistema.

TIPO DE CELDA	VOLTAGE (V)	LxWxH (mm)	PESO (kg)	C10 (Ah) Uf=1,80V at 20 °C	C100 (Ah) Uf=1,85V at 25 °C
CELDAS					
2 OPzS 100	2	103x206x420	8,7/13,7	109	151
3 OPzS 150	2	103x206x420	11/16	158	226
4 OPzS 200	2	103x206x420	13/18	212	301
5 OPzS 250	2	124x206x420	16/22	264	376
6 OPzS 300	2	145x206x420	18/26	317	452
5 OPzS 350	2	124x206x536	20/29	385	527
6 OPzS 420	2	145x206x536	24/34	465	632
7 OPzS 490	2	166x206x536	28/39	540	737
6 OPzS 600	2	145x206x711	35/50	654	903
8 OPzS 800	2	210x191x711	46/65	868	1204

Tabla 6. Datos Técnicos de las baterías TAB OPzS 100.

Las baterías se instalaran en el pañol para tal fin, el cual está suficientemente ventilando además de tener el acceso restringido.

1.9.4. Luces de navegación.

Se han sustituido las luces de navegación que originalmente llevaba el Ferry por las luces de navegación LED Hella Marine, al sustituir la luces de navegación se ha logrado reducir la capacidad de la batería, el consumo inicial de las luces antes de ser sustituidas era de 360W, considerando la configuración de la luces, cuando está el Ferry navegando, en esta situación es cuando las luces necesarias consumen la máxima potencia.

Con la luces LED Hella Marine el consumo máximo es de 36,2 W.

1.9.5. Conductores.

Las líneas se dividen en varios tramos, en el siguiente esquema se aprecian los tramos, en los cuales se divide el cableado desde que se genera la energía solar en los paneles ubicados en la cubierta, hasta que llegan a ser alimentados los equipos del puente.

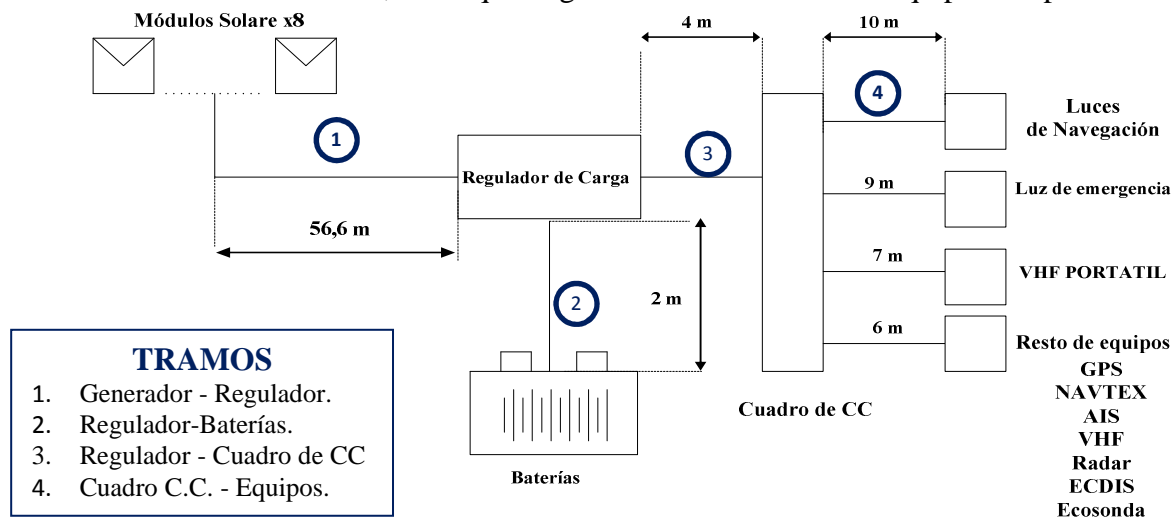


Ilustración 11. Tramos de los que consta el sistema.

Para el primer tramo de 56,6 m, se van a utilizar conductores de una sección de 16 mm², para el segundo tramo de 2 m que une el regulador con las baterías se van a utilizar conductores de una sección de 16 mm². Para el tramo número el cual une el regulador de carga con el cuadro de conexiones de cc, cuya longitud es de 4 m, se van a utilizar conductores de 10 mm² de sección. El cuarto tramo queda subdividido en diferentes circuitos que unen el cuadro de cc con los correspondientes equipos del puente, para estos circuitos se van a utilizar secciones de 4 mm² para el AIS y los equipos de VHF, y secciones de 1,5 mm² para el resto de los equipos. Como se puede apreciar en el esquema anterior los conductores a las luces de navegación tendrán una longitud de 10 m, de 9 m a la luz de emergencia, 7 m a los equipos de VHF portátiles y de 6 m al resto de los equipos.

En la siguiente tabla se especifica los metros de cables necesarios para las diferentes secciones:

Sección (mm ²)	Metros de cable
1,5 mm ²	49
4 mm ²	19
10 mm ²	4
16 mm ²	58,6

Tabla 7. Metros de cable en función de las secciones.

Los cables a utilizar en la instalación van a ser del fabricante General Cable, concretamente el modelo de los conductores es el EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (PV1-F). Los conductores tienen una tensión nominal del aislamiento de 0,6/1,8 Vdc. Estos cables han sido diseñados para resistir las condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación solar, el elemento conductor es de cobre estañado, clase 5 (F), el aislamiento y la cubierta es de Elastómero termoestable libre de halógenos (Z).

1.9.6. Protecciones.

1.9.6.1. Esquema a tierra.

Para la puesta a tierra de los módulos, se van conectar utilizando el esquema de generador flotante, en esta distribución toda la red de corriente continua del generador fotovoltaico se encuentra aislada de tierra, teniendo en cuenta que para fijar los módulos a la puesta de tierra del Ferry se deberán fijar a cualquier parte de la estructura metálica del barco, debido a que la estructura metálica del Ferry, se considera como una sola estructura de esta manera cuando exista una descarga la derivación entra en contacto con la estructura y de la estructura metálica se deriva a la mar. En el esquema de generador flotante también dispone de tierra de protección, a la cual se deben de conectar todas las masas metálicas del sistema así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones.

1.9.6.2. Descargadores de sobretensiones.

En la caja de conexión de cc se va a instalar un descargador de sobretensiones, la tensión en cortocircuito abierto del generador de 45,8V. Además, considerando que el Ferry ya cuenta con su propio pararrayos instalado sobre mástil, por lo tanto, la embarcación ya dispone de protección externa se puede escoger un descargador de no menos 20 kA.

El descargador seleccionado es el descargador bipolar PST25PV del fabricante Solartec, el cual tiene las siguientes características:

		PST25PV
Tensión de régimen perm. máx.	Uc	550VDC
Corriente de descarga nominal 15 impulsos 8/20 μ s	In	20 kA
Corriente de descarga máxima	I _{max}	40 kA
Corriente de rayo máx. por polo 1 impulso 10/350 μ s	I _{imp}	
Tensión residual (a I _{imp})	U _{res}	
Nivel de protección (a In)	U _p	2,2 kV
Teleseñalización		-

Tabla 8. Características del descargador Solartec - PST25PV.

1.9.6.3. Fusibles.

Se van a instalar 16 fusibles, 8 por cada polo de cada rama en paralelo, para la protección frente a sobrecargas y sobreintensidades de los módulos solares, los fusibles se van a ubicar en la caja de conexiones de cc, situada antes del regulador. Para elegir el fusible se ha tenido en cuenta que la intensidad nominal tiene que ser:

$$13,92 \leq I_n \leq 18,56$$

Los fusibles seleccionados para insertar en cada rama son los Solartec 30F15PV. El fusible Solartec empleado es capaz de soportar hasta 1000Vc.c.

dimensiones	Intensidad nominal(A)	Integrales Energía I2t (A2s)		Potencia disipada (W)		referencia
		Pre-Arco	Total a 1000V	$0.8I^n$	I^n	
	2	1.2	3.4	0.6	1.0	30F2PV
	3	9.5	26	1.0	1.3	30F4PV
	6	30	90	1.1	1.8	30F6PV
	8	3	32	1.2	2.1	30F8PV
	10	7	70	1.3	2.3	30F10PV
	12	12	120	1.5	2.7	30F12PV
	15	22	220	1.7	2.9	30F15PV
	20	34	240	2.1	3.5	30F20PV
	20	27	568	2.7	5	31F20PV
	25	65	943	2.7	5.1	31F25PV
	32	120	1740	3.3	6.2	31F32PV

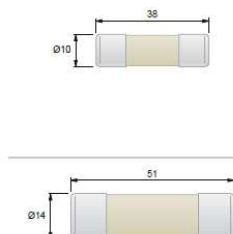


Tabla 9. Características técnicas del Fusible Solartec 30F15PV.

1.9.6.4. Interruptor principal de continua.

Se va a instalar un interruptor seccionador de Solartec modelo 55DC4014. Es un interruptor seccionador de cuatro polos con intensidad nominal de 125A y capaz de soportar 400V, el cual asegura el corte del circuito en las condiciones requeridas. El interruptor irá ubicado en la caja de cc.

1.9.6.5. Interruptores magnetotérmicos.

Se van a instalar 11 interruptores magnetotérmicos en el cuadro de cc, 10 para los diferentes equipos y para las luces navegación así como la de emergencia, además uno general que proteja a la línea en su conjunto, instalado aguas arriba de los otros 10 magnetotérmicos. En la siguiente tabla se detalla la intensidad nominal y el equipo al que protege.

EQUIPO	Intensidad nominal del interruptor
GPS	2A
NAVTEX	2A
Radar Furuno	2A
Luces de Navegación	2A
Luz de emergencia	3A
ECDIS	3A
Ecosonda	3A
AIS	6A
3 VHF Portátil	6A
VHF FM800	10A


Tabla 10. Intensidad nominal de los interruptores magnetotérmicos.

Se han seleccionado los interruptores magnetotérmicos de Schneider Electric el modelo iC60H los cuales están diseñados tanto para corriente alterna como para continua, los márgenes de tensión en continua van desde los 12 a 72V.

ic60H

IEC 60898: **10000** A / IEC 60947-2: 15 kA

curvas B, C y D



Tipo	In (A)	Referencias Curvas			Ancho en pasos 9mm
		B	C	D	
1P	0,5		A9F84170	A9F85170	2
	1		A9F84101	A9F85101	
	2		A9F84102	A9F85102	
	3		A9F84103	A9F85103	
	4		A9F84104	A9F85104	
	6	A9F86106	A9F87106	A9F85106	
	10	A9F86110	A9F87110	A9F85110	
	16	A9F86116	A9F87116	A9F85116	
	20	A9F86120	A9F87120	A9F85120	
	25	A9F86125	A9F87125	A9F85125	
2	32	A9F86132	A9F87132	A9F85132	2
	40	A9F86140	A9F87140	A9F85140	
	50	A9F86150	A9F87150	A9F85150	
	63	A9F86163	A9F87163	A9F85163	

1 polo protegido

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz					
Poder de corte (Icu) según IEC 60947-2					
Tensión (Ue)					
F/F (2P, 3P, 4P)	12 a 133 V	220 a 240 V	380 a 415 V	440 V	Poder de corte de servicio (Ics)
F/N (1P, 1P+N)	12 a 60 V	100 a 133 V	220 a 240 V	-	
Calibre (In)	0,5 a 4 A	70 kA	70 kA	50 kA	100% de Icu
	de 6 a 40 A	42 kA	30 kA	15 kA	50% de Icu
	50/63 A	42 kA	-	15 kA	10 kA
Poder de corte (Icn) según IEC 60898-1					
Tensión (Ue)					
F/F	400 V				
F/N	230 V				
Calibre (In)	0,5 a 63 A				
10.000 A					

Corriente continua (CC)					
Poder de corte (Icu) según IEC 60947-2					
Tensión (Ue)					
Entre +/-	12 a 72 V	100 a 133 V	220 a 250 V		Poder de corte de servicio (Ics)
Número de polos	1P	2P (en serie)	3P (en serie)	4P (en serie)	
Calibre (In)	0,5 a 63 A	10 kA	10 kA	10 kA	100% de Icu

Tabla 11. Características técnicas de los interruptores magnetotermicos.

Para proteger la línea que une el regulador con el cuadro de conexiones de cc, se ha seleccionado el interruptor magnetotérmico de 40A de Schneider Electric.

En total la instalación en la parte de cc para proteger los diferentes equipos se van a instalar 4 interruptores magnetotérmicos de 2A, 3 de 3A, 2 de 6A, 1 de 10A y 1 de 40A.

1.9.6.6. Interruptor desconector de las baterías.

Entre el regulador de carga y las baterías se va a instalar un interruptor desconexión de las baterías, el interruptor seleccionado es el del fabricante Stacca, el interruptor es de dos posiciones, para intensidades de hasta 275A, con las siguientes características técnicas:

Modelo	Stacca 275 A
Tipo	2 posiciones ON/OFF
DC continua	275 A
DC intermitente	455 A
DC pico sostenida	1250A/10 segs.
Tensión DC máxima	48 VDC
Dimensiones	70x76x70 cm

Tabla 12. Características técnica del interruptor desconector de las baterías.

1.9.7. Cuadros de protección de corriente continúa.

Se van a instalar dos cajas de conexión de cc. La primera de ellas situada entre el generador y el regulador, la cual incluye los 8 fusibles que protegen cada rama, el interruptor principal de continua y el descargador de sobretensiones.

La segunda caja de cc o cuadro de cc situada en el interior del puente, en la cual se van a instalar los 11 interruptores magnetotérmicos.

Entre el generador y el regulador se va a instalar una caja de conexiones **ST049025P** de Solartec.

En el puente de mando se instalará la caja de cc que alberga todos los interruptores magnetotérmicos, la caja de protección elegida es la del fabricante Ide, el modelo CD13PT, es una caja estanca para 12 elementos.

DOCUMENTO N°2 ANEXOS.

Índice

2. Anexos	29
2.1. Documentos de partida.....	29
2.2. Cálculos.....	29
2.2.1. Cálculo del consumo de los equipos que forman parte del SMSSM..	29
2.2.2. Cálculo del consumo de las luces de navegación.....	31
2.2.3. Cálculo del consumo de los equipos de ayuda a la navegación.	32
2.2.4. Cálculo total del consumo.	32
2.2.5. Cálculo de las pérdidas del sistema.....	33
2.2.6. Cálculo de la demanda real del sistema.....	33
2.2.7. Estimación de la irradiación solar.	34
2.2.8. Cálculo del área del generador.....	37
2.2.9. Cálculo de la capacidad de las baterías.	38
2.2.10. Selección del Regulador de Carga	40
2.2.11. Selección de los conductores.....	40
2.2.12. Cálculos estimados para seleccionar las protecciones.	45

2. Anexos

2.1. Documentos de partida.

Para la realización del diseño de la instalación solar fotovoltaica del Ferry, se ha recurrido a los diferentes manuales, así como hojas de características de los equipos que estaban ya instalados en el puente y que anteriormente se han mencionado, además de todos los planos del Ferry.

2.2. Cálculos.

2.2.1. Cálculo del consumo de los equipos que forman parte del SMSSM.

Para calcular el consumo de los equipos del puente se han tenido en cuenta varias consideraciones

En primer lugar se han excluido del consumo los siguientes equipos que forman parte de los equipos del SMSSM:

- La radiobaliza EPIRB.
- El respondedor SART.

Estos equipos tienen su propia batería interna, son equipos que sólo se utilizan en situaciones de emergencia extrema y una vez utilizados la batería debe ser cambiada por el fabricante.

En segundo lugar, se han tenido en cuenta los horarios que el Ferry hará para línea Almería - Melilla, hay que tener en cuenta la diversidad de estos horarios y la época del año, ya que lo normal es que invierno tengan menos viajes y por el contrario en verano y otras épocas tiene más viajes.

Por este motivo para calcular el consumo se han establecido las siguientes condiciones:

- El Ferry suele estar atracado tanto en los puertos del Almería y Melilla unas 7 horas.
- La travesía, dependiendo de la velocidad, de las condiciones meteorológicas y del volumen de carga, puede durar entre cinco horas y media y ocho horas.
- No se han considerado las horas que el buque pasa en puerto, mientras que descarga los coches, los camiones y se realiza el embarque de pasajeros, durante el atraque en el puerto los equipos no consumen energía.

Al establecer estas condiciones se considera que durante las doce horas, los equipos del puente sólo trabajan durante seis horas.

El tercer aspecto considerado, es para calcular los equipos que forman parte del SMSSM, para estos equipos se ha calculado en base a la fórmula que se incluye en REAL DECRETO 1185/2006, para calcular el consumo de las baterías de reserva, se ha aplicado la siguiente fórmula:

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

“1/2 del consumo de corriente necesario para la transmisión más el consumo de corriente necesario para la recepción más el consumo de corriente de toda carga adicional”

Análogamente a lo establecido en reglamento para las baterías de reserva se estima que dispondrán de capacidad suficiente para alimentar las instalaciones de radiocomunicaciones obligatorias durante un tiempo mínimo de seis horas en los buques de pasaje autorizados a realizar navegaciones superiores a 20 millas, nuestra ruta es de una distancia de 94,5 millas.

En nuestro Ferry la carga adicional considerada es únicamente el consumo de las luces de emergencia del puente de navegación.

El cuarto aspecto a tener en cuenta es para cálculo de los otros equipos que no forman parte de los equipos del SMSSM, el radar, el ECDIS y la ecosonda. La ecosonda sólo se conecta en esta travesía durante la aproximación al puerto por lo que se establece una hora de funcionamiento diaria. Tanto para el consumo del radar, la ecosonda y el ECDIS se ha calculado su consumo en función de la corriente que establece el fabricante.

El quinto y último aspecto considerado es la configuración de las luces de navegación que se detalla posteriormente en el apartado 2.2.2.

EQUIPO	CONSUMO RX	CONSUMO TX	ADICIONAL
GPS MK12 ¹	Unidad: 0,34 A Antena: 0,5 A Total = 0,84 A.		
NAVTEX NX-700A	0,8 A		
AIS RM 808	5 A	0,5 A	
VHF FM800	0,42 A	6,25 A	
VHF PORTATIL ² sailor-sp3520	0,25 A	1,4 A	
VHF PORTATIL	0,25 A	0,8 A	
VHF PORTATIL	0,25 A	0,8 A	
Luz de emergencia			2,5 A
TOTAL	11,34	9,75	2,5 A

Tabla 13. Consumo de los equipos que forman parte del SMSSM.

Aplicamos la fórmula correspondiente:

«1/2 del consumo de corriente necesario para la transmisión más (+) el consumo de Corriente necesario para la recepción más (+) el consumo de corriente de toda carga adicional».

¹ El GPS y el Navtex, sólo reciben datos, por lo que no tienen ningún consumo en la transmisión.

² El consumo de los VHF portátiles va a depender si la transmisión se realiza a 2W o 1W, para equiparar los consumos he considerado que VHF emitirá a 2W y los otros dos a 1W.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

El consumo en Ah calculado para 6 horas:

$$\text{Consumo (Ah)} = \left(\frac{1}{2} \cdot 9,75 + 11,34 + 2,5A\right) \cdot 6 = 112,29 \text{ Ah} \quad (1)$$

$$\text{Consumo (Wh)} = 112,29 \cdot 24V = 2694,96 \text{ Wh.} \quad (2)$$

2.2.2. Cálculo del consumo de las luces de navegación.

Las luces de navegación que debe llevar el Ferry, vienen determinadas en el Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en la Mar. Estas luces son las siguientes.

Clase de Luz	Nº de Luces	Potencia
Tope de proa	1	4 w
Tope de popa	1	4 w
Banda de estribor	1	3,2 w
Banda de babor	1	3,2 w
Todo horizonte	1	25 w
Luz de alcance	1	25 w
Luz de fondeo a proa	1	3,2 W
Luz de fondeo a popa	1	3,2 w
Buque remolcando	2	2 w
Buque sin gobierno	2	1 w
Buque varado	1	1 w

Tabla 14. Luces de navegación y potencia que consumen.

Para calcular el consumo de las luces de navegación se ha tenido en cuenta que no todas las luces se conectan a la vez, se pueden dar las siguientes configuraciones:

NAVEGANDO	Nº Luces	Potencia (W)
Tope de proa	1	4
Tope de popa	1	4
Banda de estribor	1	3,2 ³
Banda de babor	1	
Todo horizonte	1	25
Total		36,2
FONDEANDO		
Luz de fondeo a proa	1	3,2
Luz de fondeo a popa	1	
Total		3,2
VARADO		
Luz de fondeo a proa	1	3,2
Luz de fondeo a popa	1	
Buque varado	1	
Total		7,4

Tabla 15. Configuración de luces de navegación y potencia que consumen.

³ Las luces de fondeo a proa y a popa consumen 3,2 W combinadas, según las especificaciones del fabricante.

Para el consumo de las luces de navegación se considera una potencia de 36,2 W, las cuales se alimentan a 24V.

$$\text{Consumo (A)} = \frac{36,2 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 1,508 \text{ A} \quad (3)$$

El consumo de las luces de navegación se divide entre dos, debido a que durante las horas de día, no se precisa de la utilización de luces de navegación. Se puede estimar menos consumo para su dimensionamiento, obteniendo como resultado un consumo de 0,754 A.

Como el sistema se va a diseñar para una autonomía de 12 horas:

$$\text{Consumo (Wh): } 0,754 \text{ A} \cdot 12 \text{ horas} = \mathbf{9,048 \text{ Ah.}} \quad (4)$$

2.2.3. Cálculo del consumo de los equipos de ayuda a la navegación.

Se considera el consumo de los siguientes equipos de ayuda a la navegación.

- Radar
- ECDIS
- Ecosonda

Equipo de ayuda a la navegación	Consumo	Horas de funcionamiento	Total Ah
Radar Furuno	1,4 A	6	8,4 Ah
ECDIS	Monitor = 2,08 A Interfaz = 0,084 A Total Ecdis = 2,164 A	6	12,984
Ecosonda	1,25 A.	1	1,25
Total	6,894 A.	8 horas	22,634 Ah

Tabla 16. Consumo de los equipos de ayuda a la navegación.

2.2.4. Cálculo total del consumo.

En la siguiente tabla se detalla el consumo total de todos los equipos que son objeto de este proyecto:

Equipos	Consumo (Ah)
Equipos del SMSSM	112,29
Luces de Navegación	9,048
Equipos de ayuda a la navegación	22,634
Total	143,972

Tabla 17. Consumo total (Ah) de todos los equipos del sistema.

El consumo diario (Wh) de todos los equipos (L_{equipos}), sin tener en cuenta las pérdidas del sistema, que forman parte de este proyecto se calcula multiplicando por la tensión a la cual están alimentados:

$$L_{\text{equipos}} = 143,972 \text{ Ah}$$

$$L_{\text{equipos}}(\text{Wh}) = 143,972 \text{ Ah} \cdot 24 \text{ V} = \mathbf{3455,328 \text{ Wh.}} \quad (5)$$

2.2.5. Cálculo de las pérdidas del sistema.

La energía que se ha calculado relativa al consumo de los equipos es la energía sería en condiciones ideales, debemos de incluir en el dimensionamiento del sistema las pérdidas, éstas pérdidas provocan que haya que sobredimensionar el sistema.

Es necesario calcular el coeficiente global de pérdidas del sistema (P_G)

Este coeficiente de rendimiento, está compuesto por distintos factores, a continuación se desglosan en la siguiente tabla:

PÉRDIDAS	VALOR	FACTOR
Ohmicas DC	0,05	0,95
Polvo y suciedad	0,02	0,98
Angulares y espectrales	0,03	0,97
Potencia Nominal	0,02	0,98
Temperatura de célula	0,04	0,96
Por no trabajar en el PMP del regulador	0,18	0,82

Tabla 18. Pérdidas incluidas en el dimensionamiento del sistema.

Si multiplicamos los factores de la siguiente tabla obtenemos el P_G

$$P_G = 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,98 \cdot 0,96 \cdot 0,82 = 0,7 \quad (6)$$

2.2.6. Cálculo de la demanda real del sistema.

En la ecuación número 5 se ha determinado que el consumo de los equipos era de **3455,328 Wh**, para calcular la energía real necesaria deberemos aplicar la siguiente expresión:

$$L = \left(\frac{L_{CC}}{\eta_g} + \frac{L_{CC}}{\eta_g \cdot \eta_{inv}} \right) \frac{1}{\eta_c} \quad (7)$$

Donde:

- L_{CC} : carga diaria en corriente continua
- L_{ca} : carga diaria en corriente alterna
- η_g : eficiencia carga descarga de la batería
- η_{inv} : eficiencia media diaria del inversor del inversor
- η_c : pérdidas en los cables

Para el dimensionamiento de mi sistema no existen cargas en alterna por lo que la expresión se reduce a:

$$L = \frac{L_{CC}}{\eta_g} \cdot \frac{1}{\eta_c} \quad (8)$$

$$L = \frac{3455,328}{0,86} \cdot \frac{1}{0,95} = \mathbf{4229,28 Wh} \quad (9)$$

2.2.7. Estimación de la irradiación solar.

Para calcular la ruta y el rumbo del Ferry, se ha utilizado el programa OpenCPN, es un software libre proyectado como un programa para navegación y planificación con cartografía náutica en pantalla.

Con OpenCPN se han establecido la siguiente ruta:

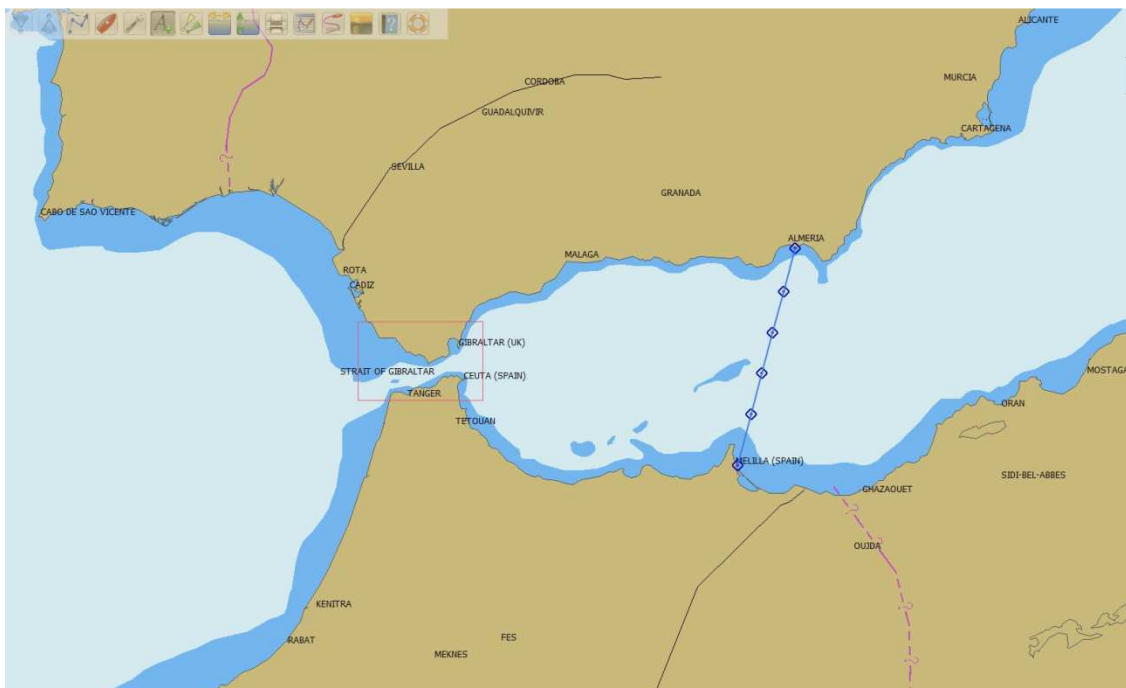


Ilustración 12. Ruta del Ferry entre los puerto de Almería y Melilla.

Las marcas de color azul representan los puntos geográficos que se han considerado para calcular la irradiación, se han estimado cada 15 millas náuticas.

Para calcular los datos de la irradiación se ha partido de las posiciones de los puertos de salida y llegada del Ferry (Almería y Melilla). Aproximadamente cada 15 millas náuticas en la ruta del barco se han obtenido, mediante PVGIS, la longitud y la latitud de 4 puntos geográficos por los cuales pasa el barco, en la siguiente tabla se muestra la irradiación obtenida para estos puntos.

Las coordenadas geográficas son:

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

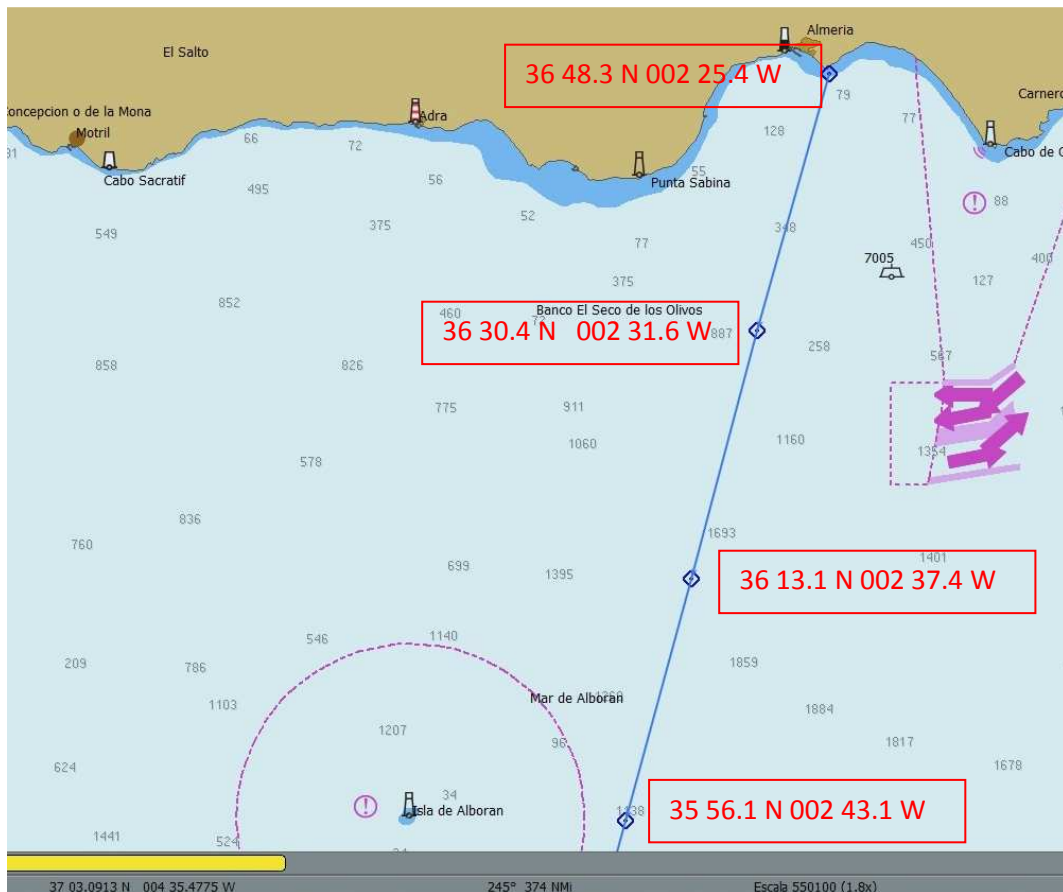


Ilustración 13. Coordenadas geográficas para estimar la irradiación.

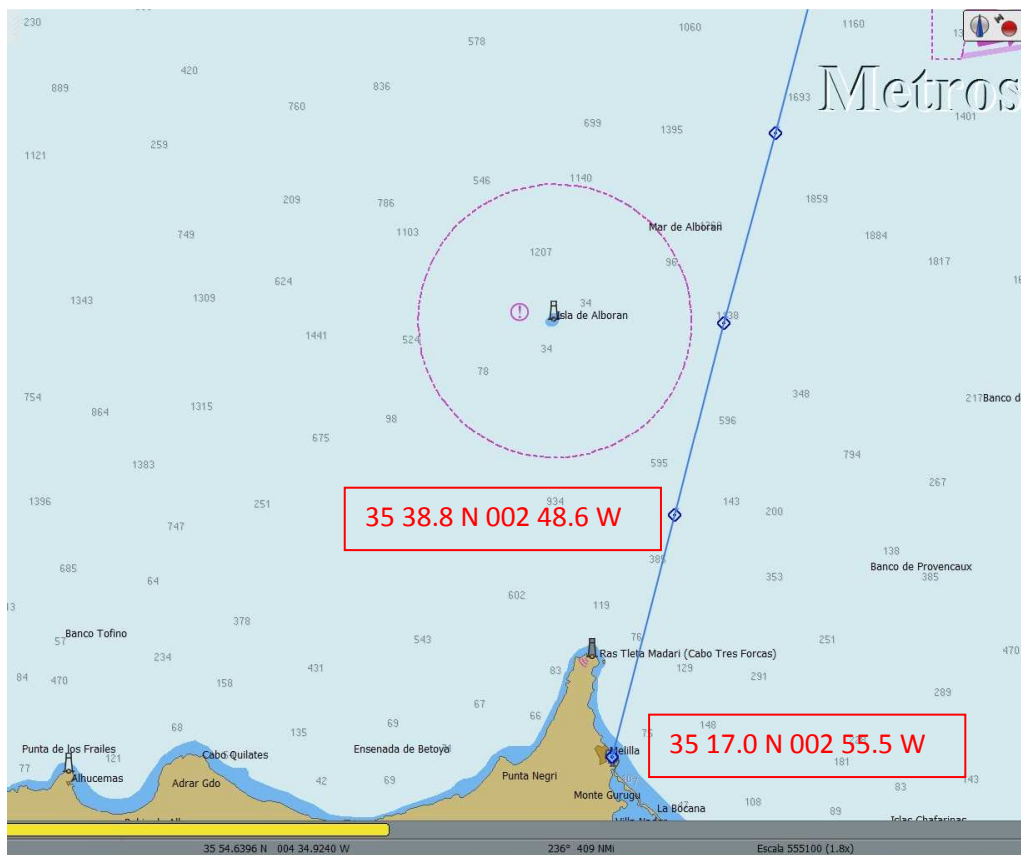


Ilustración 14. Coordenadas geográficas para estimar la irradiación.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

En la siguiente tabla se muestra la irradiación en cada punto y en la última columna la media realiza entre las irradiación obtenida entre todas las localizaciones

Irradiación Mensual (I.M.) en (Wh/ m²/día)							
ZONA	Almería	EN EL MAR (RUTA ALMERIA – MELILLA)				Melilla	
Posición	36 50.2 N 2 27.49 W	36 30.4 N 2 31.6 W	36 13.1 N 2 37.4 W	35 56.1 N 2 43.1 W	35 38.8 N 2 48.6 W	35 17.32N 2 56.17 W	
Mes	I.M.	I.M.	I.M.	I.M.	I.M.	I.M.	Media
Enero	2720	2750	2730	2720	2700	2840	2743,33
Febrero	3710	3750	3740	3690	3660	3690	3706,67
Marzo	5330	5380	5300	5120	5110	5070	5218,33
Abril	6310	6370	6370	6230	6090	5940	6218,33
Mayo	7290	7290	7320	7170	7040	6950	7176,67
Junio	8060	8060	8030	7870	7710	7710	7906,67
Julio	7930	7900	7870	7720	7580	7480	7746,67
Agosto	7080	7080	7040	6860	6730	6770	6926,67
Sept.	5520	5540	5500	5420	5370	5320	5445,00
Octubre	4220	4260	4300	4260	4250	4280	4261,67
Nov.	2950	2980	2980	2940	2940	3050	2973,33
Diciembre	2470	2470	2440	2460	2490	2640	2495,00
Año	5310	5330	5310	5210	5150	5150	5243,33

Tabla 19. Irradiación obtenida entre todas las localizaciones.

Una vez obtenidos los datos de irradiación, necesitamos conocer las horas de pico solar (HPS) que coinciden con la irradiación global recibida en el plano del generador fotovoltaico en unidades de (kWh/m²/día). Este dato se obtiene multiplicando el número de días de cada mes por la irradiación mensual y dividiéndolo entre mil para obtener el resultado en (kWh/m²/día).

Mes	Irradiación Mensual (Media) Wh/ m²/día	Nº Días	Media Irradiación (kW/ m²/día)	HPS
Enero	2743,33	31	85,04	2,74
Febrero	3706,67	28	114,91	4,10
Marzo	5218,33	31	161,77	5,22
Abril	6218,33	30	192,77	6,43
Mayo	7176,67	31	222,48	7,18
Junio	7906,67	30	245,11	8,17
Julio	7746,67	31	240,15	7,75
Agosto	6926,67	31	214,73	6,93
Septiembre	5445,00	30	168,80	5,63
Octubre	4261,67	31	132,11	4,26
Noviembre	2973,33	30	92,17	3,07
Diciembre	2495,00	31	77,35	2,50

Tabla 20. Cálculo de las HPS.

2.2.8. Cálculo del área del generador.

Los módulos que se van a utilizar son SUNTECH STP325S-24 Vem, con las siguientes características técnicas:

- $V_{mpp} = 33,3 \text{ V}$
- $I_{mpp} = 8,77 \text{ A}$
- $V_{ocG} = 41,6 \text{ V}$
- $I_{scG} = 9,28 \text{ A}$
- Dimensiones del módulo: $1956 \times 992 \times 40\text{mm}$

Para calcular el número de paneles necesarios para dimensionar el sistema se emplea la siguiente expresión:

$$\text{Nº de paneles} = \frac{L}{W_p \cdot \text{HPS} \cdot P_G} \quad (10)$$

Donde:

- W_p : Potencia de Pico del Generador
- HPS: Horas de Sol Pico para el mes más desfavorable.
- P_G : Pérdidas globales del sistema.

$$\text{Nº de paneles} = \frac{4229,28}{325 \cdot 2,5 \cdot 0,7} = 7,43 \quad (11)$$

$$\text{Nº de paneles} = 8.$$

Para calcular el número de paneles en serie y en paralelo del sistema:

$$I_L = \frac{L}{24 \cdot V_{bat}} = \frac{4229,28 \text{ Wh}}{24 \cdot 24} = 7,34 \text{ A} \quad (12)$$

I_L : corriente que debería circular por las cargas a lo largo de todo el día si el consumo fuera constante.

$$N_{ms} \geq \frac{V_{bat}}{V_{mpp}} \geq \frac{24}{33,3} \geq 0,72 \quad N_{ms} = 1 \quad (13)$$

$$N_{mp} \geq \frac{24 I_L}{I_{mpp} \cdot \text{HPS}} \geq \frac{24 \cdot 7,04}{8,77 \cdot 2,5} \geq 7,70 \quad N_{mp} = 8 \quad (14)$$

La potencia máxima del generador será:

$$P_{mg} = P_{max} \cdot N_{\text{úmero total de módulos}} \quad (15)$$

$$P_{mg} = 325 \cdot 8 = \mathbf{2600W} \quad (16)$$

$$A_{mod} = \frac{1956 \times 992}{10^6} = 1,94 \text{ m}^2 \quad (17)$$

$$(18)$$

$$\text{Área total} = \text{Nº Total de paneles} \cdot A_{mod} = 8 \cdot 1,94 = \mathbf{15,52 \text{ m}^2}$$

2.2.9. Cálculo de la capacidad de las baterías.

A partir de la siguiente expresión podemos calcular la energía diaria que se puede generar mediante nuestro generador:

$$E_{\text{gen}} = \eta_{\text{gen}} \cdot G_{\text{d},\beta} \cdot \text{Area} \cdot P_G \quad (19)$$

Donde:

- E_{gen} : Energía diaria generada
- η_{gen} : es el rendimiento del generador en condiciones estándar
- $G_{\text{d},\beta}$ es la radiación global diaria incidente en el plano del generador (igual a HPS).
- Area: Área en m^2 del generador.
- P_G : Coeficiente global de pérdidas.

Para el mes de enero la energía diaria generada, a la salida del generador:

$$E_{\text{gen}} = 0,83 \cdot 2740 \cdot 15,52 \cdot 0,7 = 4768,57 \text{ Wh} \quad (20)$$

De manera análoga se calcula la energía diaria para el resto de los meses:

Mes	HPS	Energía diaria generada (Wh)
Enero	2,74	4768,57
Febrero	4,10	7133,41
Marzo	5,22	9070,72
Abril	6,43	11169,25
Mayo	7,18	12474,77
Junio	8,17	14201,81
Julio	7,75	13465,57
Agosto	6,93	12040,21
Septiembre	5,63	9780,21
Octubre	4,26	7407,80
Noviembre	3,07	5340,65
Diciembre	2,50	4336,91

Tabla 21. Energía diaria generada.

Para calcular el déficit mensual, en primer lugar, la generación diaria se ha multiplicado por el número de días de cada mes.

Para el mes de enero:

$$\text{Generación} = 4768,57 \cdot 31 \text{ días} = 147825,72 \text{ Wh/mes} \quad (21)$$

Seguidamente se calcula el déficit mensual como la diferencia entre la Generación mensual y el Consumo mensual. Para el mes de enero:

$$\text{Déficit Mensual (Wh/mes)} = 147825,72 - 125810,4 = 22015,32 \text{ Wh.} \quad (22)$$

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

Mes	Nº Días	HPS	Generación (Wh/mes)	Consumo (Wh/mes)	Déficit Mensual (Wh/mes)
Enero	31	2,74	147825,72	125810,4	22015,32
Febrero	28	4,10	199735,36	113635,2	86100,16
Marzo	31	5,22	281192,19	125810,4	155381,79
Abril	30	6,43	335077,63	121752	213325,63
Mayo	31	7,18	386717,84	125810,4	260907,44
Junio	30	8,17	426054,21	121752	304302,21
Julio	31	7,75	417432,54	125810,4	291622,14
Agosto	31	6,93	373246,48	125810,4	247436,08
Septiembre	30	5,63	293406,22	121752	171654,22
Octubre	31	4,26	229641,78	125810,4	103831,38
Noviembre	30	3,07	160219,37	121752	38467,37
Diciembre	31	2,50	134444,17	125810,4	8633,77

Tabla 22. Déficit mensual de energía.

El dimensionado del generador fotovoltaico cuya potencia pico es de 2600 W nos asegura una producción de energía suficiente para cada uno de los meses del año.

El sistema debe de tener una autonomía de 12 horas, la batería tiene que alimentar la instalación durante estas horas.

La capacidad nominal se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$C_n = \frac{C_s \cdot L}{DOD_{max} \cdot \eta_c} = \frac{0,5 \text{ días} \cdot 4229,28 \text{ Wh}}{0,7 \cdot 0,95} = 3179,9 \text{ Wh} \quad (23)$$

$$C_{bat} = \frac{C_n}{V_{bat}} = \frac{3179,9}{24} = 132,49 \text{ Ah} \quad (24)$$

Se conectaran 12 baterías en serie cuya tensión por vaso es de 2V, obteniendo los 24V necesarios para el sistema. Se ha seleccionado el modelo 2 OPzS 100 del fabricante TAB, con una capacidad de 151 Ah.

Según el PCT, del presente proyecto elaborado de acuerdo con el PCT establecido por el IDEA, PCT-A-REV-Febrero 2009, la capacidad la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico.

La Intensidad de corriente de cortocircuito del generador (I_{scG}):

$$I_{sc,G} = I_{sc} \cdot N_p = 9,28 \cdot 8 = 74,24 \text{ A} \quad (25)$$

$$151 \text{ Ah} \leq 9,28 \cdot 8 \cdot 25 = 1856 \text{ A} \quad (26)$$

2.2.10. Selección del Regulador de Carga

Los reguladores deben ser elegidos por tanto para soportar hasta un 130% del valor de la corriente de cortocircuito del generador FV (calculada como la corriente de cortocircuito de un módulo por el número de módulos en paralelo) para condiciones estándar de ensayo.

Para seleccionar el regulador de carga nos vamos a basar en los siguientes parámetros:

- Intensidad del regulador (I_R).
- Intensidad de corriente de cortocircuito del generador (I_{scG})

$$I_{scG} = I_{sc} \cdot N_{mp} \quad (27)$$

$$I_{scG} = 9,28 \cdot 8 = \mathbf{74,24 \text{ A}} \quad (28)$$

$$I_R = I_{scG} \cdot 1,3 \quad (29)$$

$$I_R = 74,25 \cdot 1,3 = \mathbf{96,512 \text{ A.}} \quad (30)$$

- Voltaje en circuito abierto del generador (V_{ocG})
- $V_{ocG} = 41,6 \text{ V}$
- Tensión de la batería (V_{bat}) $V_{bat} = 24 \text{ V}$

Con los datos anteriores se selecciona el regulador **Steca Power Tarom 2140**, ya que cumple con las especificaciones técnicas del sistema.

2.2.11. Selección de los conductores.

Para obtener los conductores más apropiados para el diseño del sistema, nos basamos en dos métodos de cálculo:

2.2.11.1. Máxima intensidad admisible.

Para obtener la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible, partimos de los datos de la siguiente tabla:

Sección (mm ²)	Tipo de instalación		
	Al aire 60°C (A)	Sobre superficie (A)	Adyacente a superficies (A)
1,5	30	29	24
2,5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57
10	98	93	79
16	132	125	107
25	176	167	142
35	218	207	176

Tabla 23. Secciones e intensidades máximas admisibles de los conductores.

Tramo número 1. Generador – Regulador.

De acuerdo con el estándar IEC 60364-7-712, a su temperatura de trabajo, el cable de cada rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del módulo:

$$I_{MAX T1} = 1,25 \cdot 9,28 = 11,6 \text{ A} \quad (31)$$

Para la corriente obtenida de 11,6 A, la sección normalizada de 1,5 mm² es válida ya que admitirá una intensidad máxima de 29 A.

Tramo número 2. Regulador-Baterías.

Para calcular la intensidad máxima admisible por los conductores en este tramo, la intensidad se establece en función de la intensidad máxima que soporta el regulador. De la ecuación número 30, obtenemos que esta intensidad es de 96.512 A.

$$I_{MAX T2} = 1,25 \cdot 96,512 = 120,64 \text{ A} \quad (32)$$

De acuerdo a la tabla anterior se selecciona la sección normalizada de 16 mm², la cual admite una intensidad máxima de 125 A.

Tramo número 3. Regulador-Cuadro de C.C.

Para calcular la intensidad máxima admisible por los conductores en este tramo, la intensidad se establece en función de la intensidad máxima que soporta cada equipo. Se calcula como la sumatoria de todas las intensidades máximas admisibles de cada uno de los equipos. La sumatoria de estas intensidades se multiplica por el 1,25.

$$I_{MAX T3} = (0,84 + 0,8 + 5 + 6,25 + 4,2 + 2,5 + 1,4 + 2,164 + 1,25 + 1,508) \cdot 1,25 = 25,912 \cdot 1,25 \text{ A} = 32,39 \text{ A} \quad (33)$$

De acuerdo a la tabla anterior se selecciona la sección normalizada de 2,5 mm², la cual admite una intensidad máxima de 39 A.

Tramo número 4. Cuadro de C.C. – Cargas.

Para calcular la intensidad máxima admisible por los conductores, para cada tramo de los diferentes equipos del puente se considera la intensidad máxima que consume el equipo. Esta intensidad los multiplicamos por el 1,25.

EQUIPO	INTENSIDAD MÁX. ADMISIBLE (A)	Sección(mm ²)
GPS	0,84 · 1,25 = 1,05	1,5
NAVTEX	0,8 · 1,25 = 1	1,5
AIS	5 · 1,25 = 6,25	1,5
VHF FM800	6,25 · 1,25 = 7,82	1,5
3 VHF PORTATIL	4,2 · 1,25 = 5,31	1,5
Luz de emergencia	2,5 · 1,25 = 3,12	1,5
Radar Furuno	1,4 · 1,25 = 1,75	1,5
ECDIS	2,164 · 1,25 = 2,7	1,5
ECOSONDA	1,25 · 1,25 = 1,57	1,5
Luces de Navegación	1,508 · 1,25 = 1,89	1,5

Tabla 24. Intensidad máxima admisible de los conductores que alimentan a los diferentes equipos.

Máxima caída de tensión permisible en el cable.

La sección de los cables calculada debe ser tal que las caídas máximas de tensión entre ellos, comparadas con la tensión a la que estén trabajando, estén por debajo de los límites recomendados siguientes:

Tramo	Longitud (m)	Caída de tensión (%)
1. Generador – Regulador.	56,6	3%
2. Regulador-Baterías.	2	3%
3. Regulador –Cuadro de CC	4	2%
4. Cuadro de C.C. - Equipos de CC.		1,5%
VHF Portátil	7	
Luz de emergencia	9	
Luces de navegación	10	
Resto de los equipos	6	

Tabla 25.Caída máxima de tensión de cada uno de los tramos.

Tramo número 1. Generador – Regulador.

Para calcular la sección en este tramo se va a utilizar la siguiente expresión:

$$S_m = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{mp}}{\Delta V \cdot N_{ms} \cdot V_{mp} \cdot \sigma} \quad (34)$$

Donde:

- S_m : Sección mínima (mm^2).
- L_{rama} : Longitud del cable del tramo (m).
- N_{ms} : N° de módulos en serie.
- I_{mp} : Corriente del módulo en el punto de máxima potencia.
- V_{mp} : Tensión del módulo en el punto de máxima potencia.
- ΔV : Caída de tensión
- σ : Conductividad ($\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$)

Se va a suponer que en este tramo existe una caída de tensión 3%, para una longitud de 56,6 metros.

$$S_m = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{mp}}{\Delta V \cdot N_{ms} \cdot V_{mp} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 56,6 \cdot 8,77}{0,03 \cdot 1 \cdot 37,1 \cdot 56} = 15,92 \text{ mm}^2 \quad (35)$$

La sección comercial correspondiente a este tramo es de 16 mm^2 , la cual admite una intensidad máxima de 125A. Al comparar los cálculos con el método de máxima intensidad admisible obtenemos una sección de inferior en los cálculos realizados por el método anterior, por este motivo se selecciona la sección de 16 mm^2 para este tramo.

Tramo número 2. Regulador-Baterías.

Se supondrá que en este tramo cae un 3% de la tensión en el punto de máxima potencia en CEM del generador fotovoltaico, para una longitud 2 metros.

$$S_m = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{mp} \cdot N_{mp}}{\Delta V \cdot N_{ms} \cdot V_{mp} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 8,77 \cdot 8}{0,03 \cdot 37,1 \cdot 56} = 4,5 \text{ mm}^2 \quad (36)$$

La sección comercial correspondiente a este tramo es de 6 mm², la cual admite una intensidad máxima de 67 A. Al comparar los cálculos con el método de máxima intensidad admisible obtenemos una sección superior, por este motivo se selecciona la sección de 16 mm² para este tramo.

Tramo número 3. Regulador-Cuadro de CC.

Se supondrá que en este tramo cae un 2% de la tensión en el punto de máxima potencia en CEM del generador fotovoltaico, para una longitud 4 metros.

$$S_m = \frac{2 \cdot L \cdot I_{MAX T3}}{\Delta V_{rama} \cdot V_{bat} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 32,39 \text{ A}}{0,02 \cdot 24 \cdot 56} = 8,15 \text{ mm}^2 \quad (37)$$

La sección comercial correspondiente a este tramo es de 10 mm², la cual admite una intensidad máxima de 93 A. Al comparar los cálculos con el método de máxima intensidad admisible, obtenemos que esta sección es superior, por este motivo se selecciona la sección de 10 mm² para este tramo.

Tramos número 4. Cuadro de CC - Cargas

Se supondrá que en este tramo cae un 1,5% de la tensión en el punto de máxima potencia en CEM. Se estimará la sección para cada uno de los equipos en función de la intensidad que consume cada equipo y de la distancia al cc.

Fórmula para calcular la sección a las cargas:

$$S_m = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{equipo}}{\Delta V_{rama} \cdot V_{bat} \cdot \sigma} \quad (38)$$

EQUIPO	Consumo de los equipos (A)	L (m)	Sección (mm ²)
GPS	0,84 A.	6	$S_{m,GPS} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 0,84}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 0,5$ Sección normalizada = 1,5
NAVTEX	0,8 A	6	$S_{m,N} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 0,8}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 0,47$ Sección normalizada = 1,5
AIS	5 A	6	$S_{m,AIS} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 5}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 2,97$ Sección normalizada = 4
VHF FM800	6,25 A	6	$S_{m,VHF} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 6,25}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 3,72$ Sección normalizada = 4

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

3 VHF PORTATIL	4,2 A	7	$S_{m,P} = \frac{2 \cdot 7 \cdot 4,2}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 2,91$ Sección normalizada = 4
Luz de emergencia	2,5 A	9	$S_{m,LE} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 2,5}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 1,25$ Sección normalizada = 1,5
Radar Furuno	1,4 A	6	$S_{m,R} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 1,4}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 0,83$ Sección normalizada = 1,5
ECDIS	2,164 A	6	$S_{m,ECD} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 2,164}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 1,28$ Sección normalizada = 1,5
ECOSONDA	1,25A	6	$S_{m,ECO} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 1,25}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 0,74$ Sección normalizada = 1,5
Luces de Navegación	1,508 A	10	$S_{m,LN} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 1,25}{0,015 \cdot 24 \cdot 56} = 1,49$ Sección normalizada = 1,5

Tabla 26. Sección correspondiente a los tramos que alimentan los diferentes equipos.

Comparativa entre las secciones calculadas por los dos métodos:

EQUIPO	Método de calculo	
	Máxima caída de tensión	Intensidad Máxima Admisible
	Sección (mm²)	Sección (mm²)
GPS	1,5	1,5
NAVTEX	1,5	1,5
AIS	4	1,5
VHF FM800	4	1,5
3 VHF PORTATIL	4	1,5
Luz de emergencia	1,5	1,5
Radar Furuno	1,5	1,5
ECDIS	1,5	1,5
ECOSONDA	1,5	1,5
Luces de Navegación	1,5	1,5

Tabla 27. Comparativa de las secciones calculadas para las cargas de cc.

Las secciones de los conductores que se instalaran desde el cuadro de cc a cada uno de los equipos del puente, se utilizará la sección de 4 mm² para el AIS, y los equipos de VHF, para el resto de los equipos se utilizaran secciones de 1,5 mm².

2.2.12. Cálculos estimados para seleccionar las protecciones.

2.2.12.1. Descargadores de sobretensiones.

Para seleccionar el descargador de sobretensiones nos basamos en los parámetros eléctricos del generador, necesitamos conocer la tensión en cortocircuito abierto del generador, para ellos se emplea la siguiente expresión:

$$V_{oc,G} = N_s \cdot V_{MOD,OC,STC} \quad (39)$$

$$V_{oc,G} = 1 \cdot 45,8 = 45,8 \text{ V} \quad (40)$$

El descargador seleccionado es el descargador bipolar PST25PV del fabricante Solartec.

2.2.12.2. Fusibles.

Para seleccionar los fusibles a instalar, se van a realizar los cálculos en base a la siguiente expresión:

$$1,5 \cdot I_{MOD,SC,STC} \leq I_n \leq 2 \cdot I_{MOD,SC,STC} \quad (41)$$

$$1,5 \cdot 9,28 \leq I_n \leq 2 \cdot 9,28 \quad (42)$$

$$13,92 \leq I_n \leq 18,56$$

Se va a seleccionar un fusible cuya intensidad nominal es de 15A.

El fusible Solartec empleado es capaz de soportar hasta 1000V c.c. Se realiza la comprobación:

$$1000\text{V c.c} > 1,1 \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,OC,STC} = 1,1 \cdot 1 \cdot 37,1 = 40,81 \text{ V.} \quad (43)$$

2.2.12.3. Interruptor principal de continua.

Se va a instalar un interruptor principal en continua entre el generador y el regulador de carga. El interruptor tiene que ser capaz de soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico, además tiene que ser capaz de soportar la tensión del generador para una temperatura de célula igual -10°C .

$$1,25 \cdot N_{mp} \cdot I_{MOD,SC,STC} = 1,25 \cdot 8 \cdot 9,28 \text{ A} = 92,8 \text{ A} \quad (44)$$

$$N_{ms} \cdot V_{MOD,OC(T_c=-10^{\circ}\text{C})} = 1 \cdot 45,8 = 45,6 \text{ V} \quad (45)$$

2.2.12.4. Interruptores magnetotérmicos.

Se van a realizar los cálculos para la instalación de los interruptores magnetotérmicos, se van a necesitar 11, 10 para los diferentes equipos y para la luz de emergencia y navegación y uno general que proteja a la línea en su conjunto.

La intensidad nominal del interruptor magneto térmico tiene que estar comprendida entre:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (46)$$

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

Donde:

- I_B : corriente para la que ha sido diseñado el circuito según la previsión de los equipos
- I_Z : corriente máxima asignada al circuito
- I_n : Es la intensidad nominal del circuito de protección

Los conductores seleccionados han sido el de sección de 10 mm² para el AIS, y los equipos de VHF, para el resto de los equipos se utilizaran secciones de 4 mm². La intensidad máxima admisible para estos conductores es de 93A y 52A respectivamente. Esta intensidad corresponde con la corriente máxima asignada al circuito (I_Z). La corriente para la que ha sido diseñado el circuito según la previsión de los equipos (I_B), se ha calculado en la tabla número 26. En la siguiente tabla se calcula la Intensidad nominal para cada uno de los equipos.

EQUIPO	I_B	I_Z	$I_B \leq I_N \leq I_Z$	Interruptor Normalizado Seleccionado
GPS	0,84 A.	52	$0,84 \leq I_N \leq 52$	2A
NAVTEX	0,8 A	52	$0,8 \leq I_N \leq 52$	2A
AIS	5 A	93	$5 \leq I_N \leq 93$	6A
VHF FM800	6,25 A	93	$6,25 \leq I_N \leq 93$	10A
3 VHF PORTATIL	4,2 A	93	$4,2 \leq I_N \leq 93$	6A
Luz de emergencia	2,5 A	52	$2,5 \leq I_N \leq 52$	3A
Radar Furuno	1,4 A	52	$1,4 \leq I_N \leq 52$	2A
ECDIS	2,164 A	52	$2,164 \leq I_N \leq 52$	3A
ECOSONDA	1,25A	52	$1,25A \leq I_N \leq 52$	3A
Luces de Navegación	1,508 A	52	$1,508 \leq I_N \leq 52$	2 A

Tabla 28. Intensidades nominales del interruptor seleccionado.

La línea que une el regulador con el cuadro de cc, tiene una sección de 10 mm², con lo cual la intensidad máxima admisible es de 93 A, la intensidad máxima asignada al circuito es la intensidad máxima del regulador de carga 96,512 A.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$32,39 A \leq I_N \leq 93 A \quad (47)$$

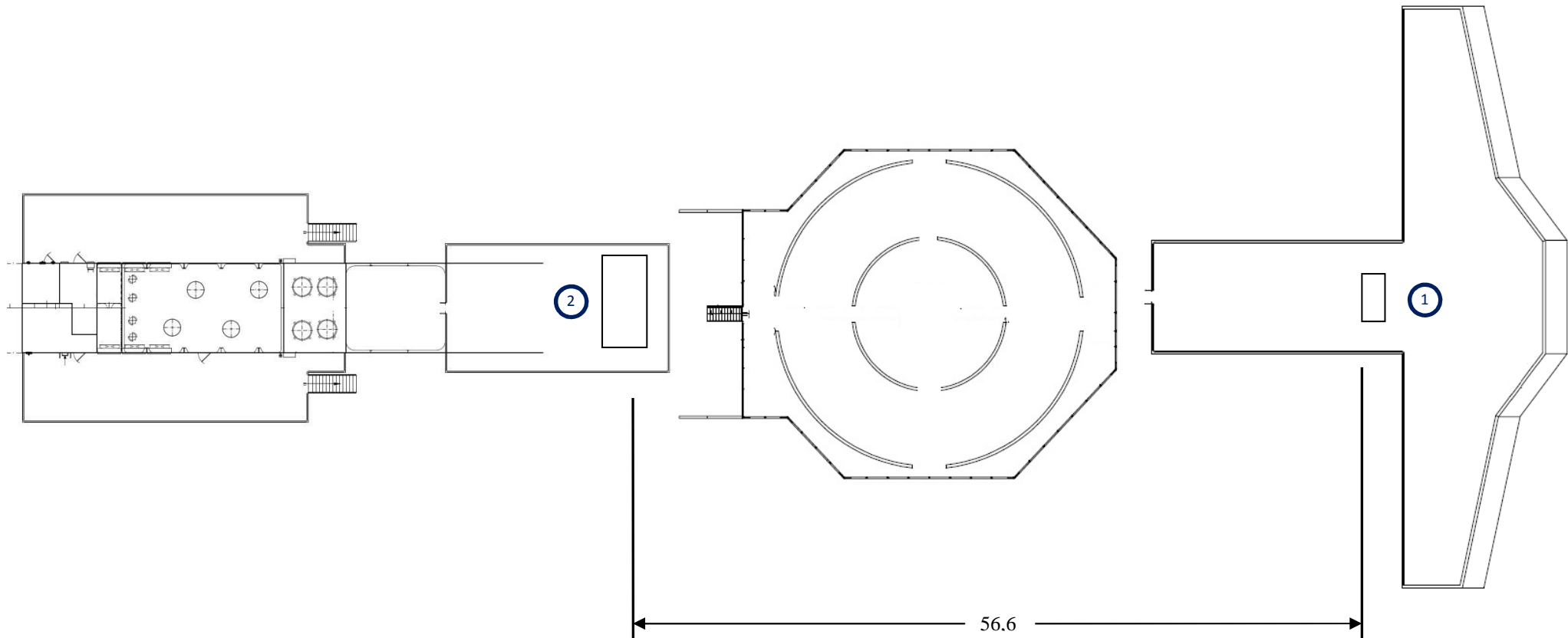
El interruptor magnetotérmico seleccionado es de 40A.

DOCUMENTO N°3 PLANOS.

Documento número 3. Planos.

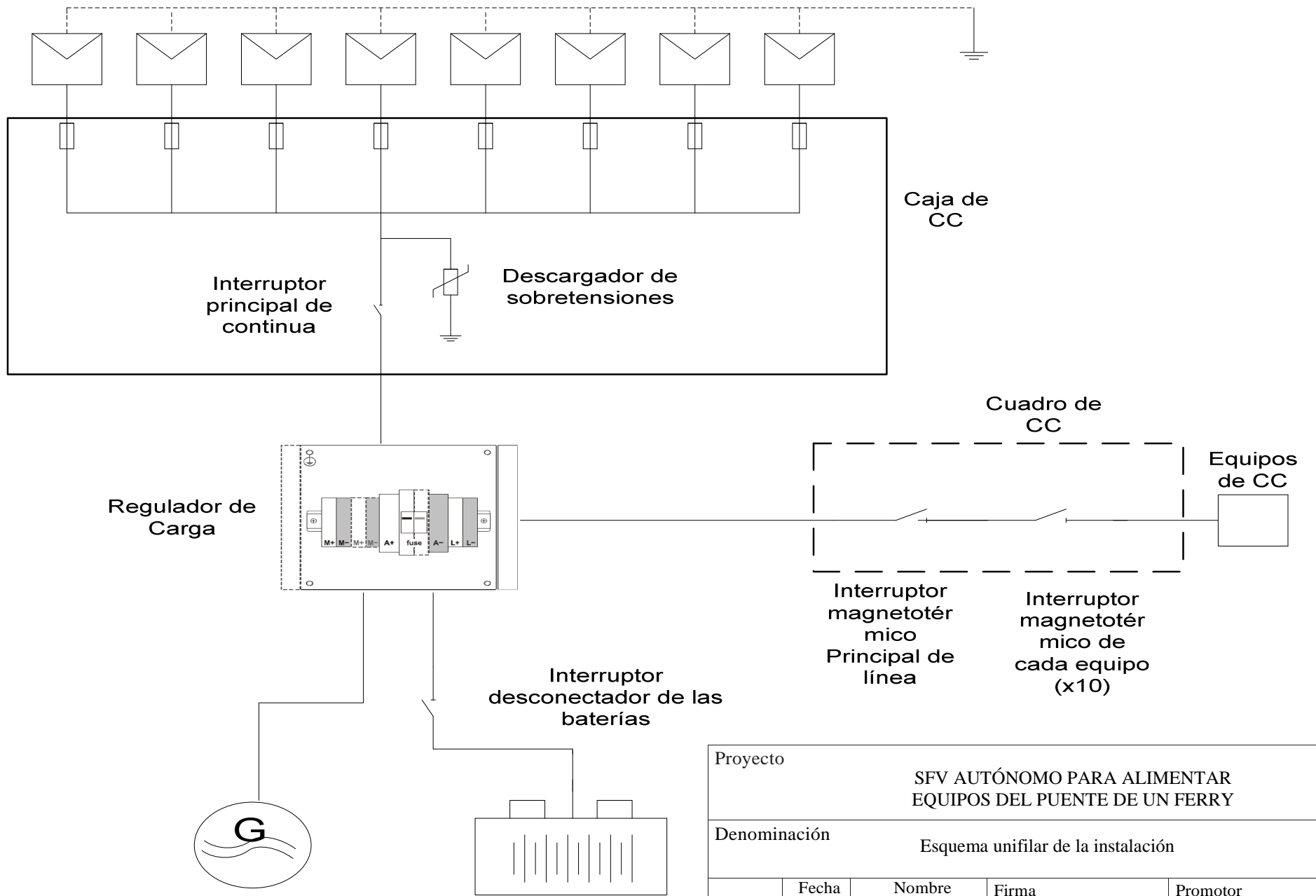
Índice

3. Planos.....	49
3.1. Plano de situación.	49
3.2. Esquema eléctrico unifilar de la instalación.....	50
3.3. Esquema eléctrico unifilar de las protecciones de los equipos.....	51
3.4. Esquema eléctrico de la caja de cc.....	52

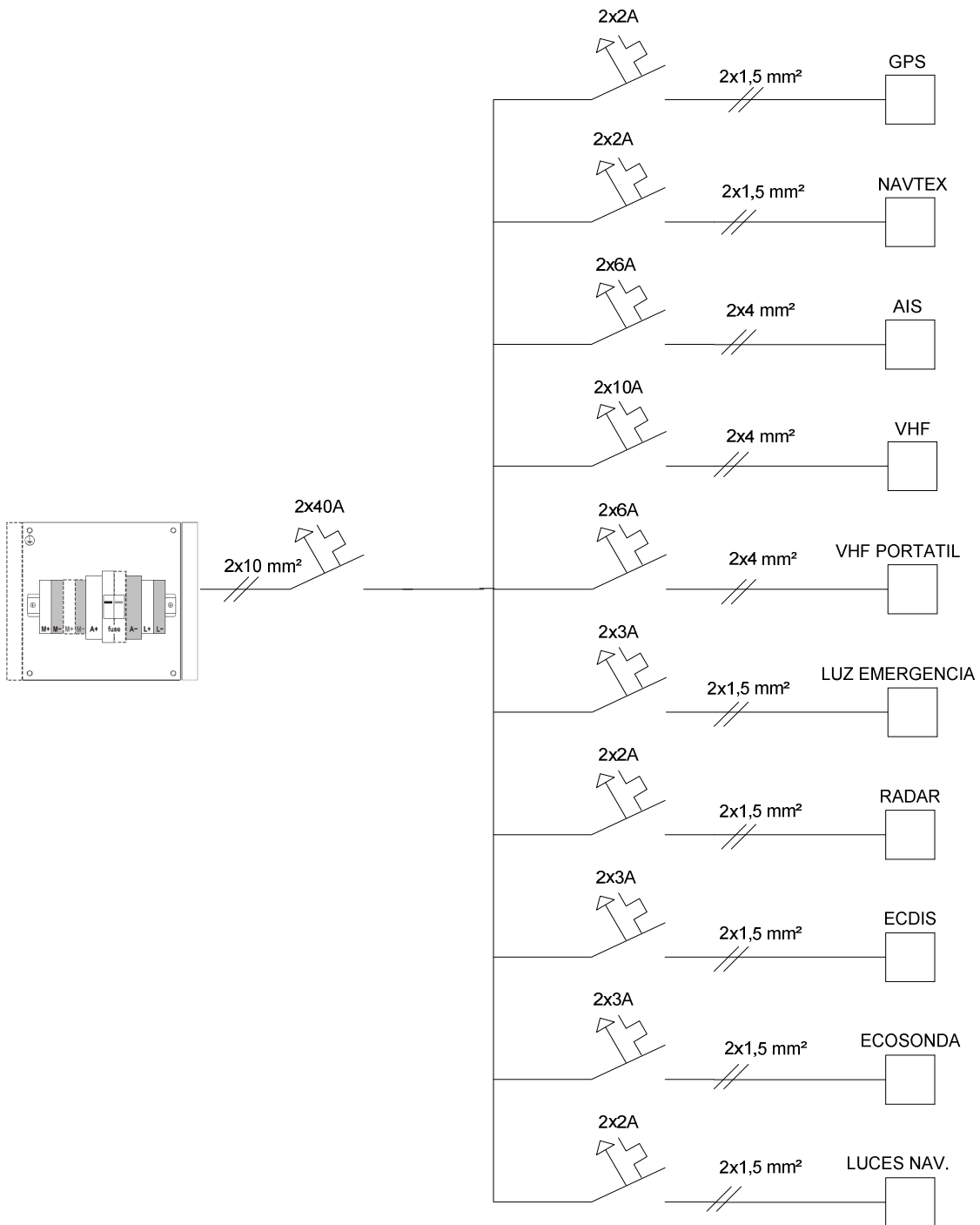


Leyenda	
1	PAÑOL PARA LAS BATERÍAS
2	UBICACIÓN DE LOS PANELES EN LA CUBIERTA Nº 11

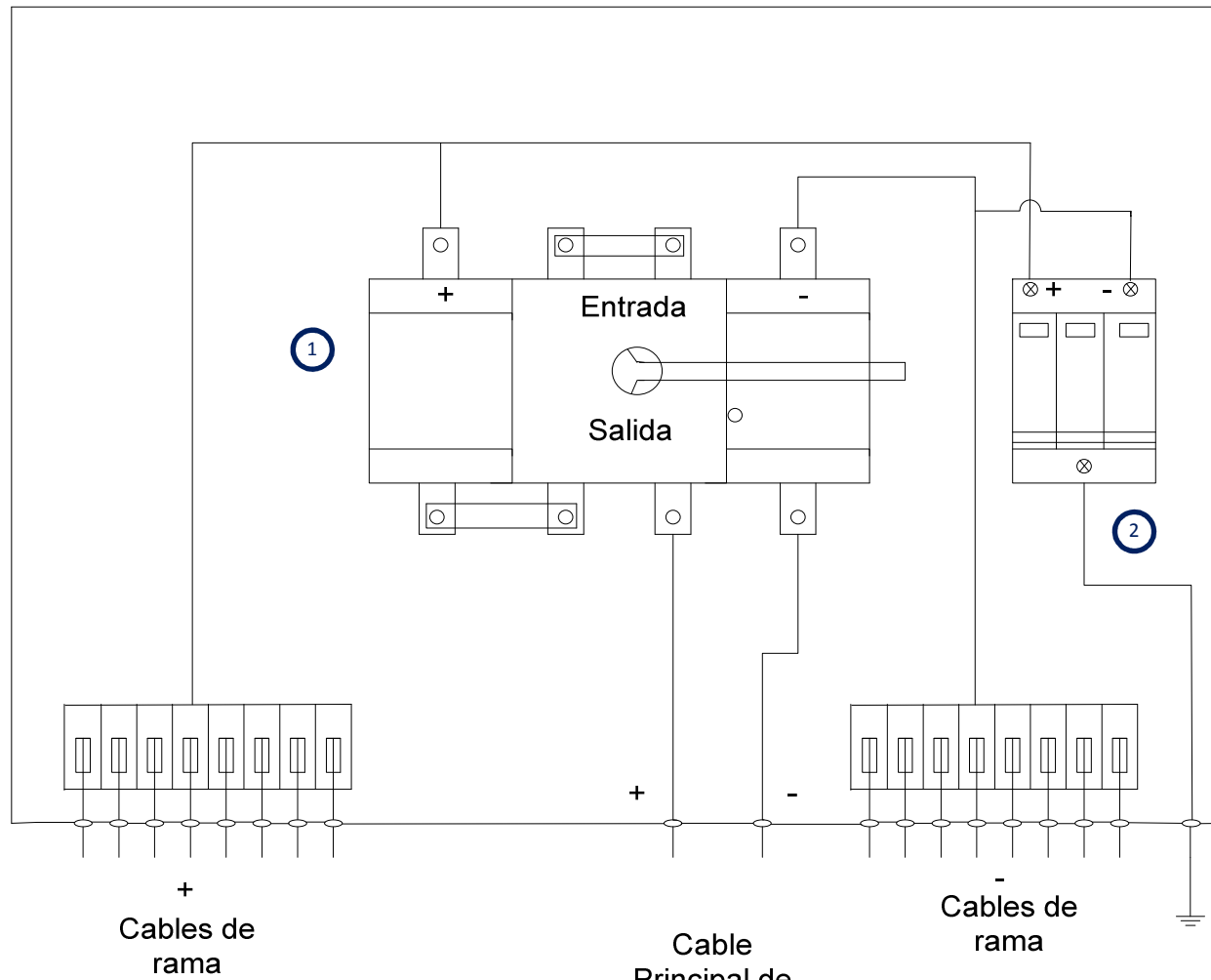
Proyecto		SFV AUTÓNOMO PARA ALIMENTAR EQUIPOS DEL PUENTE DE UN FERRY		
Denominación		SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		
	Fecha	Nombre	Firma	Promotor
Dibujado	29/07/1	Antonio Milán	Antonio Milán Ángel	UNIA
Comprob				
Copia				
Escala	Situación			Plano nº
1:250	CUBIERTA Nº11			1/4



Proyecto	SFV AUTÓNOMO PARA ALIMENTAR EQUIPOS DEL PUENTE DE UN FERRY			
Denominación	Esquema unifilar de la instalación			
	Fecha	Nombre	Firma	Promotor
Dibujado	18/8//15	Antonio Milán	Antonio Milán Ángel	UNIA
Comprob				
Copia				
Escala	Situación			Plano n°
	CUBIERTA N°11			2/4



Proyecto		SFV AUTÓNOMO PARA ALIMENTAR EQUIPOS DEL PUENTE DE UN FERRY		
Denominación		Esquema unifilar y protecciones de los equipos		
	Fecha	Nombre	Firma	Promotor
Dibujado	18/8//15	Antonio Milán	Antonio Milán Ángel	UNIA
Comprob				
Copia				
Escala	Situación			Plano n°
	CUBIERTA N°11. Cuadro de CC			3/4



Leyenda	
1	Interruptor
2	Descargador de sobretensiones

Proyecto		SFV AUTÓNOMO PARA ALIMENTAR EQUIPOS DEL PUENTE DE UN FERRY		
Denominación		Esquema eléctrico caja de cc		
	Fecha	Nombre	Firma	Promotor
Dibujado	29/07/1	Antonio Milán	Antonio Milán Ángel	UNIA
Comprob				
Copia				
Escala	Situación	CUBIERTA N°11		Plano n°
1:250				4/4

DOCUMENTO N°4 PLIEGO DE CONDICIONES.

Documento número 4. Pliego de condiciones.

Índice

4. Pliego de condiciones.....	55
4.1. Objeto.....	55
4.2. Diseño.....	55
4.2.1. Orientación, inclinación y sombras.....	55
4.2.2. Dimensionado del sistema	55
4.3. Componentes y materiales	56
4.3.1. Generalidades.	56
4.3.2. Generadores fotovoltaicos.....	56
4.3.3. Estructura de soporte.....	56
4.3.4. Acumuladores de plomo-ácido.	57
4.3.5. Reguladores de carga.	57
4.3.6. Cableado.....	58
4.4. Protecciones y puesta a tierra.	58
4.5. Recepción y pruebas	59
4.6. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.	59
4.6.1. Generalidades.	59
4.6.2. Programa de mantenimiento.....	60
4.7. Garantías	61

4. Pliego de condiciones⁴.

4.1. Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es determinar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, la instalación fotovoltaica aislada instalada en el Ferry, debe cumplir estas condiciones ya que se trata de una instalación que tiene características similares a las siguientes instalaciones:

- Electrificación de viviendas y edificios
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias
- Bombeo y tratamiento de agua

El PCT, Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

4.2. Diseño.

4.2.1. Orientación, inclinación y sombras.

En el presente proyecto se cumple que no existen pérdidas por sombras de acuerdo a la siguiente tabla:

Pérdidas de radiación	Valor máximo permitido del generador (%)
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

Tabla 29. Pérdidas según el PCT.

Los paneles se deberán de instalar en un lugar sin sombras en la cubierta del Ferry que no disponga de objetos que proyecten sombras sobre los paneles.

Respecto a la orientación, no se cumplirá el 20% máximo permitido debido a que se considera una instalación especial sobre una superficie móvil, por lo que se optará por una instalación horizontal sin inclinación, como se ha justificado debidamente en la memoria del presente proyecto.

4.2.2. Dimensionado del sistema

- Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este PCT.
- Se realizará una estimación del consumo de energía diario.
- Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido para cubrir las necesidades de consumo.
- El tamaño del generador será, como máximo, un 20% superior al calculado en el apartado anterior.
- La autonomía mínima de sistemas con acumulador será de 12 horas.

⁴ Fuente: IDAE. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. PCT-A-REV-Febrero 2009.

4.3. Componentes y materiales

4.3.1. Generalidades.

- Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el SOLAS y en el REBT.
- Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.
- Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 120 Vcc. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.
- Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.
- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.
- Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.
- Se incluirá en la Memoria toda la información requerida sobre:
 - o En escenarios de consumo constante a lo largo del año, el criterio de “mes peor” corresponde con el de menor radiación.
 - o Orientación e inclinación óptimas.
 - o Irradiación sobre el generador
 - o Dimensionado del generador
 - o Diseño del sistema
- En el Proyecto también se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.

4.3.2. Generadores fotovoltaicos.

- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV.
- El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación.
- Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

4.3.3. Estructura de soporte.

- Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

- La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.
- El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.
- La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

4.3.4. Acumuladores de plomo-ácido.

- Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular.
- Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico.
- La máxima profundidad de descarga no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes.
- La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.
- El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:
 - o El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
 - o Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador.
- Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:
 - o Tensión nominal (V).
 - o Polaridad de los terminales.
 - o Capacidad nominal (Ah).
 - o Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

4.3.5. Reguladores de carga.

- Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga.
- Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.
- El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:
 - o Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.
 - o Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

- El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.
- Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador
- Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.
- Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.
- Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.
- El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:
 - o Tensión nominal (V)
 - o Corriente máxima (A)
 - o Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
 - o Polaridad de terminales y conexiones

4.3.6. Cableado.

- Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.
- Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.
- Se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.
- Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.
- Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

4.4. Protecciones y puesta a tierra.

- El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.
- La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería

frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

4.5.Recepción y pruebas

- El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.
- Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:
 - o Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
 - o Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.
- Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además se deben cumplir los siguientes requisitos:
 - o Entrega de la documentación requerida en este PCT.
 - o Retirada de obra de todo el material sobrante.
 - o Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
 - o Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.
 - o Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.
 - o No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios oculto

4.6.Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.

4.6.1. Generalidades.

- Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años.
- El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.
- El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

4.6.2. Programa de mantenimiento.

- El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.
- Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
 - o Mantenimiento preventivo.
 - o Mantenimiento correctivo.

4.6.2.1. Plan de mantenimiento preventivo

- Operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

4.6.2.2. Plan de mantenimiento correctivo:

- Todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
 - o La visita a la instalación en los plazos indicados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
 - o El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
 - o Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

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

4.6.2.4. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

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

4.7. Garantías

- **Ámbito general de la garantía:**
 - o Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
 - o La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.
- **Plazos:**
 - o El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.
 - o Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.
- **Condiciones económicas:**
 - o La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
 - o Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
 - o Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
 - o Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.
- **Anulación de la garantía:**
 - o La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, excepto en las condiciones del último punto del apartado anterior.
- **Lugar y tiempo de la prestación:**

- Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
- Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el Ferry, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

DOCUMENTO N°5 MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

Documento número 5. Mediciones y presupuesto.

5. Mediciones y presupuesto.

Presupuesto: Instalación de un SFA para el suministro de determinados equipos de radiocomunicaciones, ayuda a la navegación y luces de navegación de los equipos del Ferry “Ciudad de Dios”.

Sistema Eléctrico			
Descripción	Unidad	Precio Unidad (€)	Total (€)
Interruptores Magnetotérmicos			
2A Modelo iC60N	4	27,34	109,36
3A Modelo iC60N	3	27,34	82,02
6A Modelo iC60N	2	32,25	64,5
10A Modelo iC60N	1	28,44	28,44
40A Modelo iC60N	1	31,25	31,25
Caja de CC Ide CD13PT	1	41,11	41,11
Cable:			
General Cable EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (PV1-F)			
1,5 mm ²	49	0,56	27,44
4 mm ²	19	1,25	23,75
10 mm ²	4	2,30	9,2
Total			315,57

Montaje mecánico y obra civil.			
Descripción	Unidad	Precio Unidad (€)	Total (€)
Estructura y Soporte V series	8	55	440

**DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE
RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.**

Sistema fotovoltaico				
Descripción	Unidad	Precio	Unidad (€)	Total (€)
Módulos fotovoltaicos de 325Wp, monocristalino, SUNTECH STP325S-24/Vem	8	259		2.072
Regulador de Carga Steca Power Tarom 2140	1	1.108		1.108
Baterías 2V, 151 Ah, TAB 2 OPzS 100	12	98,75		1.185
Estructura de fijación				
Descargador de sobretensiones	1	96,60		96,60
Fusibles	16	14,79		236,64
Interruptor desconectador de las baterías Stecca	1	24,59		24,59
Caja de CC ST049025P Solartec	1	574,40		574,40
Cable. General Cable EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (PV1-F)				
16 mm ²	58,6	3,10		181,66
Total				5.478,89

Luces de Navegación				
Descripción	Unidad	Precio	Unidad (€)	Total (€)
LED Hella Marine.				
Tope de proa	1	106,65		106,65
Tope de popa	1	106,65		106,65
Banda de estribor	1	106,65		106,65
Banda de babor	1	106,65		106,65
Todo horizonte	1	171,70		171,70
Luz de alcance	1	162,75		162,75
Luz de fondeo a proa	1	64		64
Luz de fondeo a popa	1	64		64
Buque remolcando	2	72		144
Buque sin gobierno	2	145		290
Buque varado	1	72		72
Total				1.395,05

Mano de obra				
Descripción	Unidad (horas)	Precio	Unidad (€)	Total (€)
Mano de obra 2 trabajadores	64	25		1.600

**DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE
RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.**

Descripción	Total
Sistema Eléctrico	315,57
Montaje mecánico y obra civil	440
Sistema fotovoltaico	5.478,89
Luces de Navegación	1.395,05
Mano de obra (2 trabajadores)	1.600
Total de la Instalación	9229,51
IVA	1.938,19
Total+IVA	11.167,7

**DOCUMENTO N°6.
ESTUDIO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

Documento nº6. Estudio

Índice

6. Estudio de seguridad y salud.....	69
6.1. Objeto.....	69
6.2. Normativa.	69
6.3. Descripción y emplazamiento de la obra	69
6.4. Justificación del estudio básico de seguridad y salud	70
6.5. Identificación de riesgos y prevención de los mismos.....	70
6.5.1. Durante la instalación de los módulos	70
6.5.2. Medidas generales.	72
6.5.3. Botiquín	72
6.5.4. Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.	72
6.5.5. Paralización de los trabajos.....	72
6.5.6. Derechos de los trabajadores.....	72

6. Estudio de seguridad y salud.

6.1.Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales así como la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan durante la ejecución de los trabajos del presente proyecto a bordo del Ferry “Ciudad de Dios” de propiedad de la empresa: Ferry Sur S.A.

6.2.Normativa.

Para la realización del presente estudio se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD. 485/97, sobre Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- RD. 487/97, sobre Manipulación de Cargas.
- RD. 664/97, sobre Protección sobre los Agentes Biológicos.
- RD. 665/97, Protección sobre Agentes Cancerígenos.
- RD. 773/97 sobre Equipos de Protección Individual.
- RD. 1215/97 sobre Equipos de trabajo.
- RD 2177/2004 de 12 de noviembre por el que se modifica RD 1215/1997 de 18 de Julio sobre equipos de trabajo.
- RD. 171/2004 por el que se desarrolla el art.24 de la ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Estatuto de los Trabajadores. (BOE 14/03/80)

6.3.Descripción y emplazamiento de la obra.

En la tabla siguiente se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizara la obra:

Datos del Emplazamiento	
Acceso a la obra:	Privado
Ubicación de la misma:	Puerto de Almería
Topografía:	Ferry Ciudad de Dios. Cubierta número 11.
Suministro de energía eléctrica:	Existente
Suministro de agua	Existente
Sistema de saneamiento	Existente
Servidumbres y condicionantes	No Existente

Tabla 30.Emplazamiento de la obra.

6.4. Justificación del estudio básico de seguridad y salud

Se redacta solamente Estudio Básico al tratarse de una obra incluida dentro de las previstas que:

- No superar un presupuesto de Ejecución por contrata superior a 450.759,07 €
- En ningún momento trabajarán más de 20 personas simultáneamente y la duración
- El nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente es de 4
- La duración estimada de la obra es de 3 días
- Volumen total de mano de obra inferior a 500 días/hombre (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).
- No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

6.5. Identificación de riesgos y prevención de los mismos.

6.5.1. Durante la instalación de los módulos

6.5.1.1. Maquinaria y medios auxiliares.

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Cabrestante de izado.
- Taladradoras de mano.
- Corta tubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.

Se van a analizar los riesgos previsibles propios a las actividades de ejecución que se realizaran, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

6.5.1.2. Tabla de riesgos propios del trabajo que se realizará en este proyecto.

El operario en todo momento llevará los equipos de protección individual necesarios casco de seguridad, guantes, botas de seguridad, además, debido a que la gran parte del trabajo se va a realizar en la cubierta del Ferry, éstos deberán protegerse debidamente de las radiación solar mediante cremas protectoras de la piel.

DISEÑO DE UN SFA PARA LOS EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN, DE RADIOCOMUNICACIONES, Y LUCES DE NAVEGACIÓN DE UN FERRY.

Identificación del Riesgo	Descripción
Caídas	Las caídas por parte del operario se pueden producir al mismo nivel o a distinto nivel, además de las caídas también se pueden clasificar como caídas al vacío, muy a tener en cuenta en los barcos, ya que el riesgo de caídas se intensifica al no ser las barandillas de borda demasiado altas.
Medidas Preventivas	
Se van a instalar pasarelas especializadas para los operarios, además se ampliarán las barandillas de borda y se instalarán redes de seguridad, además en todo momento que el operario esté realizando trabajos en altura llevará puesto el cinturón de seguridad. La zona de trabajo, se mantendrá siempre limpia y ordenada disminuyendo de esta forma el riesgo de caídas en el mismo nivel.	
Caída de objetos sobre operarios	Se pueden producir caídas de diferentes materiales y herramientas durante la ejecución de los trabajos.
Medidas Preventivas	
No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de módulos, tableros, soportes, etc.	
Contactos eléctricos directos e indirectos.	Debido a que el trabajo se va a realizar en un ambiente húmedo, estos riesgos se pueden agravar. Estos riesgos se pueden ocasionar durante la instalación del cableado y la conexión de los diferentes equipos así como de las baterías.
Medidas Preventivas	
No se deberán utilizar los equipos con las manos húmedas, se desconectará la fuente de energía principal de los equipos del puente del Ferry, cuando se vayan a conectar a la caja de cc. Se utilizarán los equipos de medida necesarios para comprobar que no existe tensión antes de empezar a realizar los trabajos.	
Ambientes pobres en oxígeno	Durante la instalación de las baterías en el pañol, aunque esté ventilado, se puede considerar un espacio pobre en oxígeno, por lo que hay que extremar la seguridad, durante las operaciones realizadas en este recinto. Además no se puede garantizar la salida rápida ni de forma segura.
Medidas Preventivas	
Los trabajadores deberán llevar un equipo respiratorio autónomo en todo momento que se estén realizando trabajos en el Pañol. Se suministrará ventilación forzada durante el desarrollo de estos trabajos.	
Atrapamientos, lesiones y/o cortes en manos y pies.	Durante la instalación de los módulos en la cubierta, en la manipulación de éstos y durante la fijación de la estructura existen estos riesgos.
Medidas Preventivas	
Le estará totalmente prohibido al trabajador llevar anillos, cadenas, relojes, etc. Además de llevar la correspondiente ropa de trabajo. Si se denota que el material a instalar o la maquinaria con la que se va a realizar el trabajo no está en perfecto estado, se pospondrá las tareas que se tienen que realizar.	

Tabla 31. Riesgos propios del trabajo realizado.

6.5.2. Medidas generales.

- El ascenso y descenso a la cubierta se hará la escalera de mano reglamentaria.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de módulos, tableros, soportes, etc.
- No se permitirá, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de las cargas o equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.

6.5.3. Botiquín

Durante el desarrollo de los trabajos, se tendrá de un botiquín para realizar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona cualificada y designada por la empresa.

6.5.4. Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.

Según el Artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

6.5.5. Paralización de los trabajos.

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y lo hará constar en el Libro de Incidencias. Queda autorizado si se considera que hay en acontecimientos en los que se pueda ocasionar un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer de la detención de los trabajos. Se informará a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

6.5.6. Derechos de los trabajadores

El contratista deberá garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.