

T<sup>2</sup>UE



**Interreg**  
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



# 1.3: Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

v 1

Emissor (es): UHU, US, UALG, ITG, AGL

# Índice

<b>1. Resumen de Proyecto .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Introducción al Entregable 1.3.....</b>	<b>6</b>
2.1.    Estrutura del documento .....	6
<b>3. Análisis de los requisitos del sistema de control de energía.....</b>	<b>6</b>
3.1.    Descripción de la estructura de microrred Punto de Recarga.....	6
3.2.    Sistema de control de energía de la estación de recarga .....	11
3.3.    Descripción del sistema de comunicación Punto de Recarga-Vehículo.....	15
3.3.1.    Troca Dinâmica de Parâmetros de Carregamento .....	15
3.3.2.    Comunicação nos Modos de Carregamento DC e AC .....	16
3.3.3.    Segurança e Auxílio na Autenticação .....	20
<b>4. Análisis de los requisitos del software de servicios para las aplicaciones de usuario del conjunto del sistema .....</b>	<b>22</b>
4.1.    Requisitos de la plataforma IoT .....	22
4.2.    Aplicación de usuarios de vehículos.....	27
4.3.    Integración entre sistemas .....	32
<b>Anexos.....</b>	<b>34</b>

# Índice de Figuras

Figura 1.-Estructura de la microrred Punto de Carga .....	7
Figura 2.-Comunicação entre o EVCC e o SECC .....	16
Figura 3.-Ejemplo mapa con puntos de recarga y filtros.....	23
Figura 4.-Ejemplo de pantalla de gráficos. ....	25
Figura 5.-Visualización georeferenciada en mapas.....	28
Figura 6.-Visualización en tiempo real. ....	29
Figura 7.-Esquema de integración de sistemas. ....	32

# 1. Resumen de Proyecto

El proyecto Transporte Turístico Urbano Sostenible-T<sup>2</sup>UES, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa INTERREG V-A España-Portugal (POCTEP) 2014-2020, pretende potenciar el desarrollo tecnológico de una red de vehículos eléctricos combinada con puntos de recarga inteligentes y ambientalmente sostenibles, para equipar las áreas turísticas de Huelva y El Algarve.

De forma más concreta, el proyecto T<sup>2</sup>UES pretende:

- Promover la industria del transporte eléctrico alimentado por fuentes de energía renovables en la región de Andalucía y El Algarve.
- Incentivar la implementación de una red de transporte ligera, ecológica e intraurbana, con el fin de mitigar los problemas de congestión durante las épocas de alta demanda turística.
- Fortalecer el turismo como actividad económica, impulsándolo a partir de los pilares de la calidad ambiental y la vanguardia tecnológica.

## Los resultados que producirá el proyecto son:

- Diseño y validación de una estación de recarga escalable alimentada únicamente por fuentes de energía renovable.
- Adaptación de diversos vehículos ligeros del socio PMF a las necesidades del proyecto. Esto incluirá una consola de información que mostrará al usuario el estado del vehículo y de la estación de recarga (disponibilidad de baterías cargadas en el rack, orden de recarga, etc).
- Sistema de control inteligente para la optimización de los flujos de energía entre ella, los sistemas generadores y los vehículos. Las capacidades del sistema incluirán el realizar estimaciones de la llegada de vehículos a la estación, de aportación de energía de los generadores, el gestionar los vehículos conectados a la estación también como proveedores de energía según su estado y necesidades, etc.
- Software de servicios que intercambiará información con la estación y los vehículos. A la estación le proveerá información acerca del estado de carga de los vehículos, su localización, etc., mientras que recibirá información de ella que mostrará al usuario, tal como disponibilidad de baterías intercambiables cargadas, orden para recarga en la estación, etc.
- Establecimiento de una red de trabajo y promoción del ecosistema de transporte intraurbano y ecológico constituida por los socios del proyecto y entidades públicas, privadas y prensa.
- Realización de demostraciones en el Campus de La Rábida de la UHU para validar y promocionar la tecnología desarrollada.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

**Las actividades técnicas que se llevarán a cabo para alcanzar los objetivos y resultados son:**



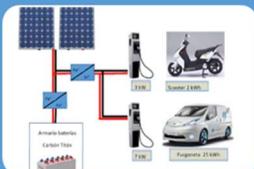
### ACTIVIDAD 1. Análisis y estudio preliminar de los entornos potenciales y tecnologías implicadas

- Entornos más adecuados para la instalación de los puntos de recarga.
- Especificaciones de los vehículos eléctricos y estaciones de recarga.
- Establecimiento de las características del software para el usuario final



### ACTIVIDAD 2. Análisis, diseño y desarrollo de las estaciones de recarga y de los vehículos eléctricos

- Análisis y dimensionado de las fuentes de EERR integradas, y diseño de las estaciones de recarga.
- Desarrollo de las estaciones de recarga
- Desarrollo/adaptación de los vehículos eléctricos



### ACTIVIDAD 3. Diseño e implementación del sistema de control inteligente y de la arquitectura software de servicios

- Diseño del sistema de control y determinación de criterios de flujo de energía
- Implementación y validación del sistema de control.
- Implementación y validación de la arquitectura software de servicios



### ACTIVIDAD 4. Fabricación de prototipos y demostración

- Demostrador de estación de recarga y vehículos eléctricos
- Estación de recarga y vehículos prototipo evaluados en entorno simulado

En el proyecto liderado por la Universidad de Huelva (UHU) participan además los socios:

- Universidad de Sevilla (US)
- Passion Motorbike Factory S.L. (PMF)
- Universidade do Algarve (UALG)
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
- Agência Regional de Energia e Ambiente do Algarve (AREAL)
- AGILIA CENTER SL (AGL)
- Fundación Instituto Tecnológico de Galicia (ITG)
- Agencia Andaluza de la Energía (AAE)

Cuenta para su ejecución con un presupuesto de: 1.173.639,15 € (COFINANCIACION FEDER 75% 880.229,36 €) y tiene una duración de 31 meses (inicio a 24 de mayo de 2019 e tem como data prevista de conclusão 5 de abril de 2022).

## 2. Introducción al Entregable 1.3

En este documento se detalla el análisis de los requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios para las aplicaciones de usuario del conjunto del sistema.

### 2.1. Estrutura del documento

Tras una breve descripción general de proyecto y una introducción al entregable, en la sección 3 se realiza un análisis de los requisitos del sistema de control de energía, describiendo la estructura de microrred del punto de recarga, el sistema de control y el sistema de comunicación estación-vehículo. En la sección 4 se analizan los requisitos del software de servicios para las aplicaciones de usuario del conjunto del sistema. Se detallan los requisitos de la plataforma IoT y la aplicación de usuarios de vehículos.

## 3. Análisis de los requisitos del sistema de control de energía.

### 3.1. Descripción de la estructura de microrred Punto de Recarga

Atendiendo a los objetivos del proyecto, la microrred Punto de Recarga propuesta está basada en una propuesta limpia, sostenible y de alto valor tecnológico, y es por ello por lo que su generación está basada íntegramente en el empleo de energías renovables, mientras que para el almacenamiento energético se hace uso de soluciones emergentes tales como las basadas en tecnologías del hidrógeno.

La microrred propuesta se basa en la integración de múltiples sistemas de generación, solar fotovoltaica y eólica, y sistemas de almacenamiento energético, baterías e hidrógeno, sobre un bus de 300 VDC. El empleo de un bus de DC respecto a un bus de AC reporta ventajas en materia de pérdidas, integración de fuentes de DC y simplicidad en su control, al no presentarse problemas asociados a la gestión de potencia reactiva.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

La estructura general de la solución propuesta se presenta en la Figura 1.

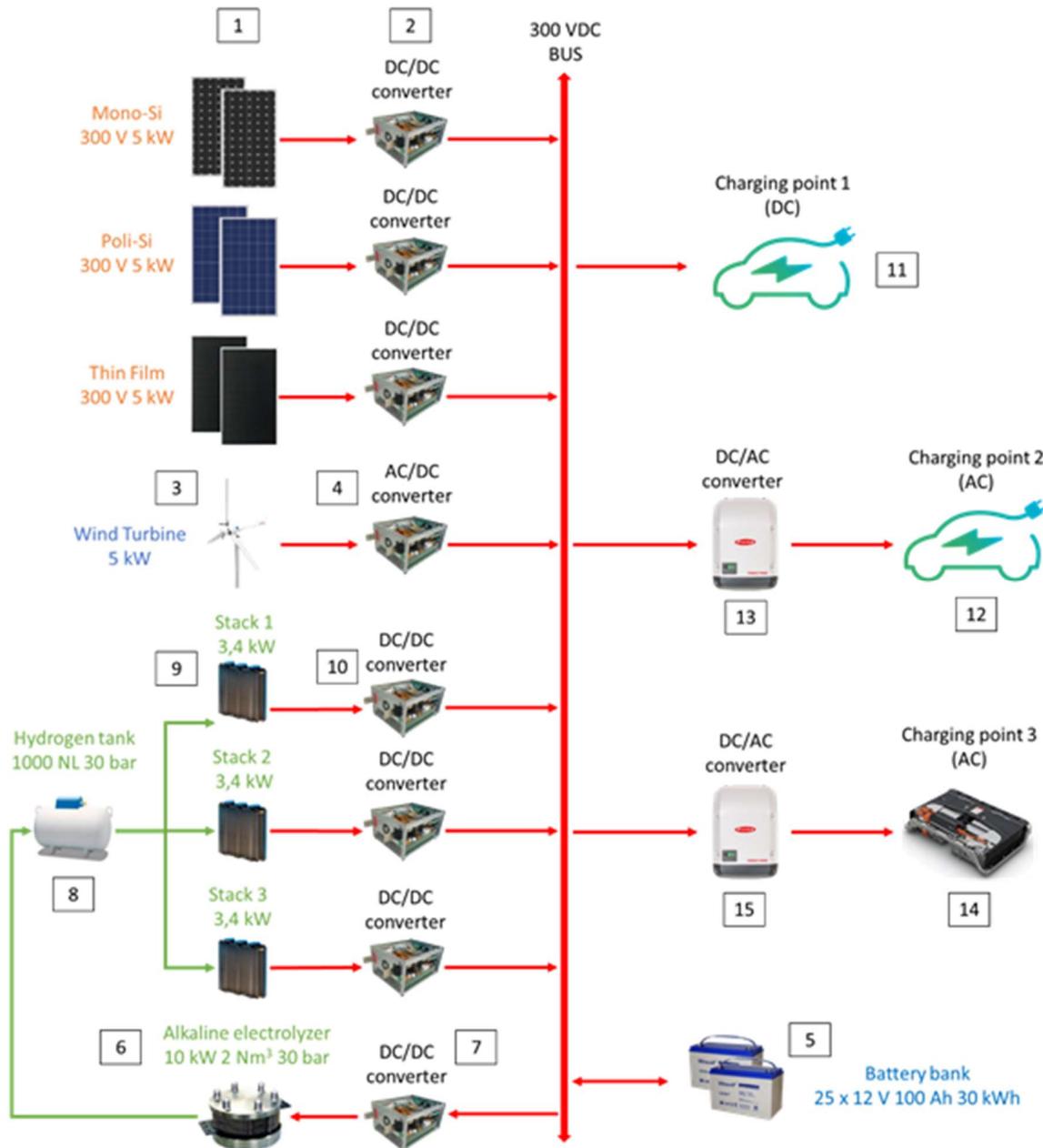


Figura 1.-Estructura de la microrred Punto de Carga

Considerando al sistema de generación primaria, se dispone en primera instancia de tres campos fotovoltaicos de 5 kWp cada uno tres tecnologías diferentes, monocristalino, policristalino y película delgada (1, Figura 1). Para el acondicionamiento y aprovechamiento del máximo recurso renovable, la salida de cada uno de los campos fotovoltaicos es conectada a convertidores DC/DC de topología elevadora (Boost) de dos etapas en interleaving (2, Figura 1). El algoritmo de control utilizado está basado en técnicas de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), en concreto en el algoritmo de Perturbación y Observación (P&O) modificado.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

Atendiendo a la generación eólica, se dispone de un aerogenerador de eje horizontal para aplicaciones de microeólica modelo Enair 70 del fabricante Enair® con una potencia nominal de 5 kWp (3, Figura 1). La salida de 230 VAC es acondicionada mediante el empleo de un convertidor AC/DC de topología elevadora especialmente diseñado para la aplicación (4, Figura 1). Nuevamente se hace uso del algoritmo P&O modificado para el seguimiento del punto de máxima potencia y aprovechamiento del recurso eólico.

Atendiendo al sistema de almacenamiento energético, se propone una estructura híbrida basada en baterías y el uso de hidrógeno como vector energético. El empleo de un sistema híbrido permite adecuar la respuesta del sistema atendiendo al horizonte temporal, de tal forma que el banco de baterías es empleado como sistema de almacenamiento energético a corto y medio plazo; mientras que el sistema de hidrógeno, debido a su mayor capacidad de almacenamiento y densidad energética, es utilizado como sistema de almacenamiento a largo plazo.

Considerando el sistema de almacenamiento basado en baterías, se dispone de un banco de baterías de tecnología plomo-ácido compuesto por un total de 25 unidades en serie modelo UP100-12 del fabricante UPower®, lo que determina una energía máxima disponible de 30 kWh (5, Figura 1). El empleo de batería de tecnología plomo-ácido permite reducir costes de adquisición y mantenimiento en el sistema, a la vez que se presenta como una tecnología más segura y testeada que la tecnología de iones de litio para su uso en aplicaciones estacionarias. La configuración planteada se basa en la conexión directa del banco de baterías al bus de DC, lo que permite garantizar su tensión dentro del rango de cierto rango de operación de acuerdo con el estado de carga de las baterías, simplificando en gran medida el diseño y control del resto de acondicionadores de potencia del sistema.

El sistema de almacenamiento de hidrógeno se compone de tres subsistemas atendiendo a la capacidad de producción de hidrógeno renovable, su almacenamiento y su posterior conversión a energía eléctrica. Atendiendo al subsistema de generación de hidrógeno, se dispone de un electrolizador de tecnología alcalina con una capacidad de producción de 2 Nm<sup>3</sup>/h a 30 bar del fabricante H2-Nitidor® (6, Figura 1). La conexión eléctrica del electrolizador se llevará a cabo mediante el empleo de un convertidor DC/DC de topología reductora (Buck), el cual permite adaptar la potencia suministrada desde el bus de DC a la tensión de operación del stack de electrólisis (48 VDC) (7, Figura 1). El empleo de la tecnología alcalina se muestra como una tecnología más segura y testeada que los electrolizadores de tecnología PEM, lo que permite reducir considerablemente los costes de adquisición. El hidrógeno renovable producido es almacenado en un depósito de alta presión con capacidad hasta 1 Nm<sup>3</sup> y una presión máxima de operación de 30 bar (8, Figura 1). La

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

función de este depósito es doble, por un lado, sirve como sistema de almacenamiento de energía en forma de hidrógeno gas, mientras que sirve como buffer entre electrolizador y pilas de combustible para garantizar un suministro de reactivo seguro y constante. Finalmente, para la producción de energía eléctrica a partir del empleo del recurso hidrógeno, se dispone de un total de tres pilas de combustible de cátodo abierto refrigeradas por aire de tecnología PEM de 3.4 kWp del fabricante Ballard® (9, Figura 1). Cada una de las pilas de combustible dispone de su balance de planta y controlador local para garantizar las óptimas condiciones de operación en términos de presión, humedad y temperatura de trabajo. Las tres pilas utilizadas configuran un sistema modular mediante el paralelizado a su salida, lo que permite el suministro de potencia de forma independiente de acuerdo con el perfil de carga y la posible degradación acumulada de cada uno de los stacks. Esto permite aumentar la seguridad del suministro, el rendimiento y la vida útil del sistema respecto a soluciones basadas en el empleo de un único stack. Para el acondicionamiento de la señal de salida de las pilas de combustible se dispone de tres convertidores DC/DC aislados de topología Push-Pull especialmente diseñados para la aplicación (10, Figura 1). El empleo de este tipo de topologías permite garantizar la ratio de elevación requerido para la correcta integración del sistema modular de pilas de combustible, a la vez que garantiza el aislamiento eléctrico en caso de algún defecto en el sistema de potencia. El algoritmo de control diseñado se basa en el empleo de un controlador PID para garantizar la potencia extraída de cada una de las pilas de combustible en función del perfil de demanda o consigna de potencia.

Finalmente, atendiendo al punto de recarga de vehículos eléctricos, la presente propuesta recoge hasta tres modalidades de recarga, atendiendo a la topología del bus de DC y los requerimientos del sistema de recarga de vehículos eléctricos. A tenor de lo anterior, se dispone en primera instancia de un punto de recarga con conexión directa al bus de DC (11, Figura 1). Esta configuración contempla, si el vehículo así lo permite, la conexión directa del sistema de recarga al vehículo eléctrico, lo que permite reducir el número de acondicionadores de potencia del sistema, aumentando el rendimiento total y el control requerido para su integración. En segunda instancia, se dispone de un punto de recarga en AC (12, Figura 1), indicado para vehículos que únicamente permiten la recarga a partir de tensión alterna monofásica de 230 VAC. Para tal fin, se integrará un inversor de potencia para aplicaciones aisladas (13, Figura 1), capaz de extraer la potencia desde el bus de DC soportado por baterías y realizar la conversión de tensión requerida. Para aumentar la flexibilidad de la microrred propuesta, dicho inversor permitirá a su vez su operación conectado a red, garantizando así su correcta operación ante cualquier tipo de topología de sistema. Finalmente, la microrred propuesta recoge la posibilidad de recarga directa del pack de baterías de los vehículos eléctricos, de tal forma que permita reducir en gran medida el tiempo de espera entre cargas. Para

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

tal fin, se dispondrá de un segundo punto de carga en AC (14, Figura 1). Su conexión se garantizará mediante el empleo de un inversor de potencia similar al utilizado en el puesto de carga descrito anteriormente (15, Figura 1).

La tabla 1 recoge los principales parámetros de los dispositivos que componen la estructura de la microrred.

Componente	Fabricante y modelo	Parámetros nominales
Fotov. monocristalino	Isofoton®, ISF-250	Potencia: 5 kWp
Fotov. policristalino	Atersa®, A-230P	Potencia: 5 kWp
Fotov. película delgada	Schott Solar®, ASI 100	Potencia: 5 kWp
Aerogenerador	Enair®, Enair 70	Potencia: 5 kWp
Banco de baterías	UPower®, UP100-12	Configuración: 25 Serie Tensión: 25 X 12 VDC Capacidad: 100 Ah Energía: 30 kWh
Electrolizador	H2 Nitidor®, 0074-01-PMO-001	Capacidad: 2 Nm3/h Potencia: 10 kW Presión: 30 bar
Depósito de hidrógeno	Lapesa®, LPS1000H	Capacidad: 1 Nm3 Presión: 30 bar
Pila de combustible	Ballard®, FCgen-1020ACS	Número de celdas: 80 Potencia: 3,4 kWp

Los Anexos 1-7 recogen las hojas de características técnicas de los equipos que componen la microrred Punto de Carga.

### 3.2. Sistema de control de energía de la estación de recarga

El sistema de control de energía o *Energy Management System* (EMS) de la estación de recarga será el encargado de gestionar adecuadamente los flujos de energía entre los propios elementos de la estación y los puntos de recarga (tanto para los vehículos como para las baterías extraíbles) de manera que se garantice en todo momento el cumplimiento de la demanda, operando de forma óptima en base a criterios económicos, de seguridad y de eficiencia energética. Este sistema opera en un nivel jerárquico superior, enviando sus comandos a los convertidores electrónicos, que constituyen el nivel inferior, y comunicándose con el software de servicios.

Este sistema estará implementado en un hardware (PC industrial, PLC o similar) al que irán conectados todos convertidores de los equipos de la estación de recarga descrita previamente (ver Figura 1).

El software de control deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Gestión de energía
- Visualización, almacenamiento y análisis de datos
- Seguridad
- Comunicación con la plataforma IoT
- Comunicación con el vehículo eléctrico

#### 3.2.1. Gestión de energía:

El software de control (EMS) debe garantizar el cumplimiento de la demanda de los distintos puntos de recarga con la energía disponible proveniente de: generación renovable, almacenamiento propio y conexión a la red externa (en caso de que exista). Para ello, mediante el algoritmo necesario, enviará peticiones a los convertidores de las distintas fuentes (fotovoltaica, eólica e hidrógeno) y las propias baterías de la estación para que inyecten la energía necesaria en cada momento en el bus de continua de 300V (DC). Este reparto de la carga o *power sharing* entre los diversos generadores y el almacenamiento se hará con un algoritmo que permita la operación rentable, segura y eficiente de la estación.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

Para ello se podrán usar métodos heurísticos (principalmente basados en bandas de histéresis) o métodos que realizan una optimización de un determinado criterio, bien de tipo metaheurístico (*soft computing* y *machine learning*) o bien basados en Programación dinámica o Control Predictivo Basado en Modelo (*Model Predictive Control*, MPC).

El EMS recibirá información de potencia (generada o consumida) en todos los equipos, el estado de carga de los sistemas de almacenamiento y las predicciones disponibles de generación renovable y de demanda de recarga. Con ello irá calculando en cada periodo de muestreo el *setpoint* que debe enviarse a los distintos convertidores. El método de optimización deberá optimizar (al menos) los siguientes objetivos:

- Coste de operación de la estación, teniendo en cuenta la tarifa eléctrica y el precio del hidrógeno así como los costes de operación y mantenimiento de los equipos.
- Degradación de los equipos, realizando una operación suave y dentro de los límites sugeridos por el fabricante para los distintos equipos.
- Disponibilidad, evitando desabastecer a la estación.

Las variables que manejará el EMS serán (al menos) las siguientes:

- a) Variables de control. Son las acciones que puede tomar el EMS en función de los estados y la información disponible de generación renovable y demanda. Son los setpoints que se envían a los convertidores correspondientes y se muestran en la siguiente tabla:

Variable	Descripción	Unidades
$P_{Li}$	Potencia de carga/descarga de la batería de ión-Litio	W
$P_{Pb}$	Potencia de carga/descarga de la batería de plomo-ácido	W
$P_{FC1}$	Potencia generada por la pila de combustible 1	W
$P_{FC2}$	Potencia generada por la pila de combustible 2	W

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

$P_{FC3}$	Potencia generada por la pila de combustible 3	W
$P_{EZ}$	Potencia consumida por el electrolizador	W
$P_{grid}$	Potencia intercambiada con la red	W

b) Variables de estado. Son las que permiten conocer el estado de la estación de recarga.

Variable	Descripción	Unidades
$SOC_{Li}$	Estado de carga de la batería de ión-Litio	%
$SOC_{Pb}$	Estado de carga de la batería de plomo-ácido	%
LOH	Estado de carga del depósito de hidrógeno	%

c) Otras variables. Son necesarias para el algoritmo de control

Variable	Descripción	Unidades
$P_{PV1}$	Potencia generada por el campo fotovoltaico de silicio monocristalino	W
$P_{PV2}$	Potencia generada por el campo fotovoltaico de silicio policristalino	W
$P_{PV3}$	Potencia generada por el campo fotovoltaico de silicio de capa fina	W
$P_{WT}$	Potencia generada por la turbina eólica	W
$P_{PC1}$	Potencia demandada por el punto de carga 1 (DC)	W

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

$P_{PC2}$	Potencia demandada por el punto de carga 2 (AC)	W
$P_{PC3}$	Potencia demandada por el punto de carga 3 (DC)	W

### 3.2.2. Visualización, almacenamiento y análisis de datos

El software de control incluirá un sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) para la visualización de la información (tanto local como remota) y su almacenamiento. Los datos de operación de la estación de recarga podrán ser analizados para la posterior evaluación de la solución adoptada y su posible mejora. Se establecerán distintos KPIs (*Key Performance Index*) que contemplen el coste económico de operación, el uso de energías renovables, la disponibilidad de la estación, etc.

### 3.2.3. Seguridad

El EMS debe estar diseñado para trabajar en cualquier situación. Debe ser robusto y tolerante a fallos, permitiendo una reconfiguración automática del controlador en caso de fallo de alguno de los componentes. Además, debe garantizar la integridad de los equipos, evitando hacerlos trabajar fuera de sus límites (por ejemplo, las baterías deben mantener su estado de carga en la franja recomendada por el fabricante).

Ante falta de información o fallos de comunicación, el EMS debe garantizar un funcionamiento de la estación de recarga de manera que, aunque no sea óptima, permita la operación segura de la instalación.

También se deben gestionar las alarmas, recopilando la información enviada por los distintos convertidores y realizando la desconexión de los equipos necesarios y la parada de la estación en caso de emergencia.

### 3.2.4. Comunicación con la plataforma IoT

La plataforma IoT descrita en la sección 4 debe tener acceso a diversas variables de la estación de recarga en tiempo real, para facilitar la información del estado a los potenciales usuarios y a la aplicación móvil. Principalmente la potencia generada y almacenada, así como la disponibilidad de la estación.

### 3.3. Descripción del sistema de comunicación Punto de Recarga-Vehículo

Este sistema de comunicação deverá ser capaz de trocar parâmetros entre o posto e o veículo elétrico durante a sessão de carregamento. Esta troca de informação deverá ser realizada através do protocolo de comunicação digital da norma ISO 15118 que funciona sobre IP (Internet Protocol). A comunicação neste protocolo é realizada no modelo cliente-servidor, através de uma série de mensagens *request-response*, entre o controlador de comunicação do veículo elétrico (*electric vehicle communication controller*, EVCC) e o controlador de comunicação do equipamento de carga (*supply equipment communication controller*, SECC). Para o efeito deverão ser implementados controladores de comunicação no veículo elétrico e no posto de carregamento.

O sistema de comunicação deverá cumprir os seguintes requisitos:

- Permitir a troca dinâmica de parâmetros de carregamento;
- Permitir a comunicação nos modos de carregamento DC e AC;
- Permitir ter segurança e auxílio na autenticação;
- Permitir interação com as API do veículo e posto de carregamento.

Em seguida será realizada uma descrição de cada um destes pontos, de modo a compreender melhor os seus requisitos.

#### 3.3.1. Troca Dinâmica de Parâmetros de Carregamento

O sistema de comunicação entre o veículo elétrico e o ponto de carregamento deverá usar os controladores de comunicação de ambas as extremidades (veículo e posto) para trocar os vários tipos de mensagens *vehicle-to-grid* (V2G) definidas no protocolo de comunicação da norma ISO 15118. Cada tipo de mensagem V2G é constituída por um par de mensagem *request-response*, em que o controlador de comunicação do veículo elétrico deverá ser o responsável por enviar os parâmetros do veículo para o controlador de comunicação do equipamento de carga através de mensagens *request*. Por sua vez, o controlador de comunicação do equipamento de carga deverá enviar os parâmetros do posto de carregamento para o controlador do veículo elétrico através de mensagens *response*. Esta troca de mensagens deverá ser realizada por meio de comunicações

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

WIFI e/ou Power Line Communication (PLC). A sessão de comunicação deverá arrancar logo que o ponto de carregamento e o veículo elétrico estejam ligados pelo cabo de alimentação, mesmo antes da transferência de energia. Ou seja, assim que ligados, o veículo e o ponto de carregamento devem iniciar uma troca sequencial de mensagens até ao final do carregamento.

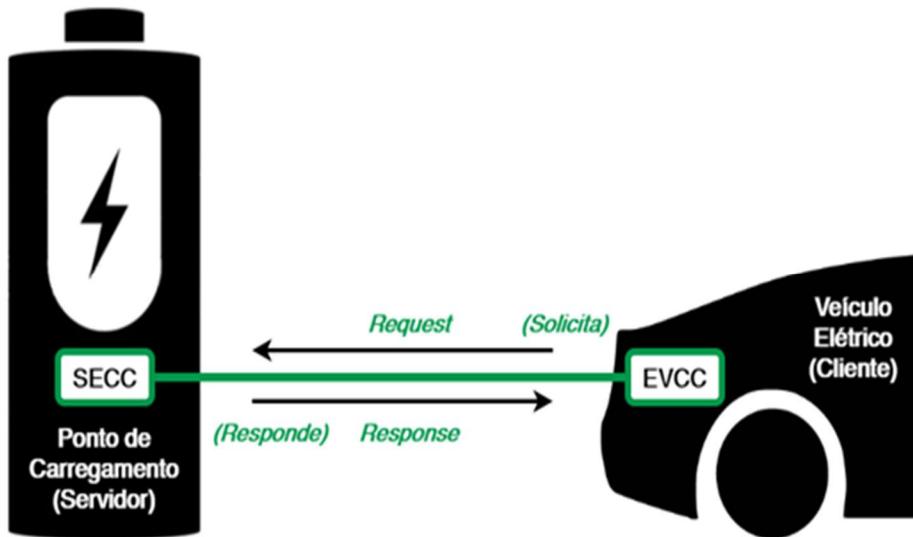


Figura 2.-Comunicação entre o EVCC e o SECC

### 3.3.2. Comunicação nos Modos de Carregamento DC e AC

O Sistema de comunicação deverá permitir a troca de informação quando o carregamento é efetuado em corrente alternada (AC) e contínua (DC). Sendo que o protocolo de comunicação da norma ISO 15118 define sequências diferentes de mensagens V2G para carregamento AC e DC, este sistema também deverá ter em atenção este aspeto. O que deverá resultar na troca de parâmetros diferentes entre o carregamento AC e DC, como veremos nas próximas secções.

#### 3.3.2.1. Parâmetros do Veículo Elétrico para Carregamento DC

Para o modo de carregamento DC, o controlador de comunicação do veículo elétrico deverá ser capaz de enviar os seguintes parâmetros do veículo para o controlador de comunicação do equipamento de carga:

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

### - Identificador de sessão de comunicação;

- Deverá ser trocado durante toda a sessão de comunicação.

### - Identificador único do controlador de comunicação do veículo;

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

### - Limites máximos de corrente, tensão e potência suportados pelo veículo;

- Deverão ser trocados antes e durante a transferência de energia.

### - Corrente e tensão de carregamento requisitada pelo veículo;

- Deverão ser trocados durante a transferência de energia.

### - Estado de carga da bateria do veículo;

- Deverá ser trocado antes e durante a transferência de energia.

### - Energia necessária para carregar a bateria do veículo completamente;

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

### - Tempo restante até ao carregamento completo da bateria do veículo.

- Deverá ser trocado durante a transferência de energia.

### 3.3.2.2. Parâmetros do Veículo Elétrico para Carregamento AC

Para o modo de carregamento AC, o controlador de comunicação do veículo elétrico deverá ser capaz de enviar os seguintes parâmetros do veículo para o controlador de comunicação do equipamento de carga:

### - Identificador de sessão de comunicação;

- Deverá ser trocado durante toda a sessão de comunicação.

### - Identificador único do controlador de comunicação do veículo;

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

### - Limites máximos de corrente e tensão suportados pelo veículo;

- Deverão ser trocados antes da transferência de energia.

### - Limite mínimo de corrente suportado pelo veículo;

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

### - Energia necessária para carregar o veículo;

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

### - Tempo restante até à saída do veículo.

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

### 3.3.2.3 Parâmetros do Posto para Carregamento DC

Para o modo de carregamento DC, o controlador de comunicação do equipamento de carga deverá ser capaz de enviar os seguintes parâmetros do posto para o controlador de comunicação do veículo elétrico:

### - Identificador de sessão de comunicação;

- Deverá ser trocado durante toda a sessão de comunicação.

### - Identificador único do equipamento de carga;

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

### - Marca temporal do posto de carregamento;

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

### - Limites máximos de corrente, tensão e potência suportados pelo posto;

- Deverão ser trocados antes e durante a transferência de energia.

### - Limites mínimos de corrente e tensão suportados pelo posto;

- Deverão ser trocados antes e durante a transferência de energia.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

### - Corrente e tensão de carregamento do posto.

- Deverão ser trocados durante a transferência de energia.

#### 3.3.2.4. Parâmetros do Posto para Carregamento AC

Para o modo de carregamento AC, o controlador de comunicação do equipamento de carga deverá ser capaz de enviar os seguintes parâmetros do posto para o controlador de comunicação do veículo elétrico:

##### **- Identificador de sessão de comunicação;**

- Deverá ser trocado durante toda a sessão de comunicação.

##### **- Identificador único do equipamento de carga;**

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

##### **- Marca temporal do posto de carregamento;**

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

##### **- Limite máximo de corrente suportado pelo posto de carregamento;**

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

##### **- Tensão nominal do posto de carregamento.**

- Deverá ser trocado antes da transferência de energia.

Ainda se deve referir que os parâmetros trocados durante a transferência de energia deverão ser trocados de forma cíclica até ao final do carregamento. O sistema também deverá permitir que os parâmetros trocados antes da transferência de energia voltem a ser trocados quando solicitada uma renegociação de parâmetros entre o veículo elétrico e o posto de carregamento.

O sistema de comunicação deverá garantir que exista uma maior quantidade de parâmetros trocados no modo de carregamento DC devido ao facto de que neste modo o equipamento de carga transfere energia diretamente para a bateria do veículo elétrico sem passar por um carregador de bordo como acontece no modo de carregamento AC. Embora a troca de parâmetros no modo de carregamento DC seja mais vasta que no modo de carregamento AC, o sistema deverá assegurar

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

que serão tocados limites de corrente nos dois modos, o que o tornará útil quando um posto de carregamento integre energia de geração, como é o caso aqui apresentado.

### 3.3.3. Segurança e Auxílio na Autenticação

O sistema de comunicação deverá ser seguro para que a informação trocada não sofra manipulação exterior, para tal as mensagens trocadas deverão ser codificadas. Este sistema ainda poderá auxiliar a autenticação do veículo elétrico no posto de carregamento. O sistema deverá ter uma ou duas das seguintes opções de autenticação:

- Autenticação através de meios externos;
- Autenticação através de certificados digitais.

Em seguida serão caracterizadas e comparadas estas duas opções.

#### 3.3.3.1. Autenticação através de Meios Externos

No início da sessão de comunicação, quando o controlador de comunicação do veículo elétrico enviar o seu identificador único para o controlador de comunicação do equipamento de carga no lado do posto, este só deverá autorizar o carregamento se o identificador único do controlador de comunicação do veículo constar na lista de carregamentos autorizados disponibilizada pela plataforma IoT (Servidor Central) à API do posto de carregamento. Cada equipamento de carga deverá também ter associado um identificador único. Assim, a aplicação móvel poderá autorizar o carregamento do identificador único de um terminado veículo no equipamento de carga com determinado identificador único.

#### 3.3.3.2. Autenticação através de Certificados Digitais

Esta autenticação do veículo elétrico deverá permitir ao veículo identificar-se junto do posto de carregamento e garantir o acesso autorizado à transferência de energia, através de um ecossistema de certificados digitais que necessitaram estar em vigor para que tudo funcione. Assim, para que o

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

posto de carregamento permita que o veículo elétrico carregue a sua bateria, este último deverá apresentar um certificado de contrato válido para autorização do carregamento.

### 3.3.3.3. Comparação entre as Soluções de Autenticação

Comparando estas duas opções, a autenticação através de meios externos tem a vantagem de encaixar perfeitamente nos requisitos que são pretendidos no projeto, mas comparada com a opção de autenticação através de certificados digitais é menos segura. Já a autenticação através de certificados digitais oferece uma maior segurança, mas peca pelo facto de ser necessário a instalação de certificados digitais nos veículos e nos pontos de carregamento. Além disso, esta opção não necessita de autorização do servidor central para autorizar um carregamento, visto que se o veículo e o ponto de carregamento tiverem os certificados necessários em dia o carregamento é autorizado.

### 3.3.3.4. Interação com as API do Veículo e Posto de Carregamento

De forma a que o sistema de comunicação troque os parâmetros referidos na secção 3.3.2, entre o veículo e o posto de carregamento, será necessário que esses dados sejam facultados aos seus controladores de comunicação. Para tal, o controlador de comunicação do veículo elétrico deverá comunicar com a API da PMF (veículo), de forma a que possa recolher os parâmetros referidos nas secções 3.3.2.1. e 3.3.2.2 e entregar os parâmetros referidos nas secções 3.3.2.3. e 3.3.2.4.[JNBdS1] Por sua vez, o controlador de comunicação do equipamento de carga deverá comunicar com a API do posto de carregamento para que possa recolher os parâmetros referidos nas secções 3.3.2.3. e 3.3.2.4 e entregar os parâmetros referidos nas secções 3.3.2.1 e 3.3.2.2. A comunicação entre os controladores de comunicação e as API da PMF e do posto de carregamento poderá ser realizada por intermédio de uma base de dados local em cada máquina (posto e veículo). Assim, os controladores de comunicação poderão aceder de forma fácil e rápida sempre que houver a necessidade de trocar um determinado parâmetro.

## 4. Análisis de los requisitos del software de servicios para las aplicaciones de usuario del conjunto del sistema

### 4.1. Requisitos de la plataforma IoT

A continuación, se enumeran los requisitos de la plataforma IoT:

- Accesibilidad
- Escalabilidad
- Visualización georreferenciada en mapas
- Integración con equipos de campo
- Monitorización de infraestructuras de recarga en tiempo real
- Consulta de información histórica
- Gestión de reservas
- Configuración multiusuario
- Panel de control
- Gestión de alertas
- Integración con sistemas de terceros

#### 4.1.1. Accesibilidad

La plataforma IoT será accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet y estará alojado en el Centro de Procesamiento de datos de ITG para garantizar la protección, confidencialidad y accesibilidad 24x7 (24 horas, 7 días a la semana) de la información y facilitar las correspondientes tareas de mantenimiento correctivo y preventivo.

#### 4.1.2. Escalabilidad

El sistema debe ser escalable con posibilidad de incorporar nuevos puntos de recarga.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

### 4.1.3. Visualización georreferenciada en mapas

Los usuarios podrán ver en tiempo real desde la web en un mapa, los puntos de recarga existentes, su disponibilidad y su tipología, entre otra información.

El mapa deberá indicar la ubicación de los puntos de recarga y si el punto de recarga está disponible, ocupado, reservado, averiado, etc.

Una vez clicado el punto de recarga se verá la información del punto de recarga. Para el punto de recarga seleccionado se indicará su geolocalización.

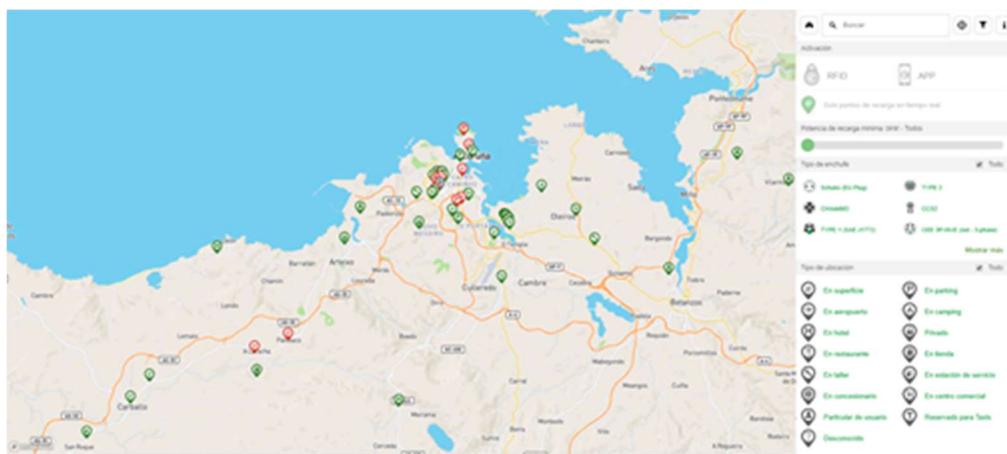


Figura 3.-Ejemplo mapa con puntos de recarga y filtros.

Se muestra a continuación posible información a incorporar vinculada al punto de recarga:

- Imágenes del punto.
- Nombre del punto
- Estado del punto (disponible, ocupado, reservado, averiado, etc.)
- Fuente de energía (red, instalación solar fv, etc.)
- Ubicación
- Dirección
- Reserva disponible
- Cables/adaptadores
- Tiempo límite
- Horario
- Correo electrónico contacto
- Valoraciones

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

### Filtros

Los posibles filtros disponibles para aplicar sobre el mapa podrán ser los siguientes:

- Potencia de recarga
- Tipo de enchufe (mostrará todos los tipos de enchufes disponibles)
- Tipo de ubicación (mostrará todos los tipos de ubicación disponible)

### Valoraciones de usuarios sobre cargadores

Habrá un campo para texto libre y también un desplegable con las siguientes posibles opciones del tipo:

- Conector averiado
- Teclado no responde
- Tapa atascada
- No funciona el display
- Manguera defectuosa
- Punto ocupado por vehículo
- Información en la Web incorrecta

#### 4.1.4. Integración con equipos de campo

La plataforma IoT permitirá captar información de campo de los diferentes sensores y medidores que dispongan de capacidad de comunicación. La integración con los elementos de campo se realizará fundamentalmente a través de una API pública basada en el protocolo de transferencia de estado representativo (REST) y mensajes JSON para integrar nueva información. Los mensajes enviados contendrán la información del dispositivo, sensor, propiedad, unidad y valor medido, así como la hora y fecha de la medición.

#### 4.1.5. Monitorización de las infraestructuras de recarga en tiempo real

Una vez un punto de recarga sea activado, el usuario que lo haya activado podrá acceder a la información de la carga en la propia aplicación, que podrá ser:

- Potencia demandada
- Gráfico de potencia
- Energía utilizada desde el inicio de la carga
- Tiempo de carga

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

- Indicadores relacionados con el consumo energético

### 4.1.6. Consulta de información histórica

Por una parte, el usuario cliente podrá consultar su histórico de sesiones de carga con todos los datos de las mismas. Por otra parte, el usuario gestor podrá obtener una representación gráfica de la evolución temporal de las diferentes propiedades registradas en la plataforma. A su vez, permitirá comparar en una misma gráfica varios parámetros pudiendo guardar la configuración de las mismas de cara a la posibilidad de ser utilizadas en futuras ocasiones.

Se muestra a continuación, la posible información específica a la que podría acceder el gestor:

#### Datos de consumo

- Datos históricos, por mes, semana, día y hora del consumo energético
- Información en tiempo real de la potencia demandada.
- % del tiempo que el cargador ha estado: Disponible, usándose, offline, etc.
- Indicadores por definir obtenidos de los datos anteriores.

A continuación, se muestra una pantalla de posibles gráficos de consumo a incluir.



Figura 4.-Ejemplo de pantalla de gráficos.

#### Datos de generación y almacenamiento

- Datos históricos, por mes, semana, día y hora de producción energética
- Datos históricos, por mes, semana, día y hora del estado de carga de las baterías
- Indicadores por definir obtenidos de los datos anteriores.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

### Información vinculada a los usuarios

El gestor también podrá acceder a otra página con información de los usuarios y su histórico de recargas.

#### 4.1.7. Gestión de reservas

El software de servicios permitirá gestionar la reserva del punto de recarga

#### 4.1.8. Configuración multiusuario

La plataforma dispondrá de un sistema de roles de usuarios que permitirá asignar distintos niveles de acceso a cada uno de los usuarios autorizados a acceder al sistema: Usuario cliente, Gestor y Administrador.

En usuario cliente deberá registrarse previamente el sistema. Una vez registrado podrá:

- Consultar y editar información personal
- Consultar y editar información de la cuenta (usuario, contraseña, ...)
- Reservar un punto de recarga
- Monitorizar el proceso de carga en tiempo real
- Consultar su históricos de recargas
- Recibir alertas
- Realizar valoraciones sobre el estado del punto de recarga

El usuario gestor, adicionalmente podrá:

- Gestionar usuarios. Altas, bajas y modificación de datos de los usuarios de la red.
- Acceso a indicadores y estadísticas de los cargadores y de los usuarios.
- El gestor accederá a la aplicación por un mapa similar al del usuario. Pero al situarse sobre un punto de recarga y pulsar detalles la información tendrá un botón para acceder a la información extra del cargador seleccionado.

#### 4.1.9. Gestión de alertas

El sistema de gestión permitirá la configuración de alertas basadas en condiciones sobre los parámetros contemplados por cada variable medida. Se contemplan los siguientes tipos de alertas:

- Alertas basadas en umbral: Se establecen las condiciones de salto de una alerta en base a la superación de umbral de una variable o varias variables.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

- Alertas basadas en ausencia de datos: Permiten el establecimiento de alertas cuando la infraestructura de recarga deje de enviar datos a la plataforma.

### 4.1.10. Integración con sistemas de terceros

La integración con sistemas de terceros que necesiten información de la plataforma IoT se realizará a través de una API pública.

## 4.2. Aplicación de usuarios de vehículos

A continuación, se detallan los requisitos y funciones de usuario que debe tener la aplicación móvil para los usuarios finales del sistema de alquiler de vehículos eléctricos:

- Accesibilidad
- Visualización georreferenciada en mapas
- Permitir el alquiler temporal de los vehículos y la programación de rutas
- Gestión de reservas de estaciones de recarga
- Visualización en tiempo real de valores relevantes de las estaciones de carga
- Visualización en tiempo real de la información de los datos de los vehículos
- Consulta de información histórica
- Permitir la coordinación cooperativa de viajes entre distintos usuarios
- Gestión de alertas
- Visualización de predicciones de ocupación/demanda de vehículos de acuerdo al histórico

### 4.2.1. Accesibilidad

La aplicación para el uso de los vehículos eléctricos será accesible desde distintos dispositivos móviles e incluirá distintas versiones de sistemas operativos así como distintas resoluciones. Debido a su alta expansión en el mercado, se centrarán los esfuerzos en el desarrollo de la aplicación para el sistema operativo Android en sus últimas versiones, aunque estará desarrollada con tecnología híbrida para facilitar la portabilidad futura.

### 4.2.2. Visualización georreferenciada en mapas

Se utilizará la información procedente de los vehículos para mostrar a los usuarios tanto la disponibilidad de los mismos como su geolocalización. A través de esta visualización, se mostrará

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

también información individual de los vehículos relevante para el alquiler o uso de los mismos, como puede ser la capacidad de carga actual o el número de plazas disponibles.

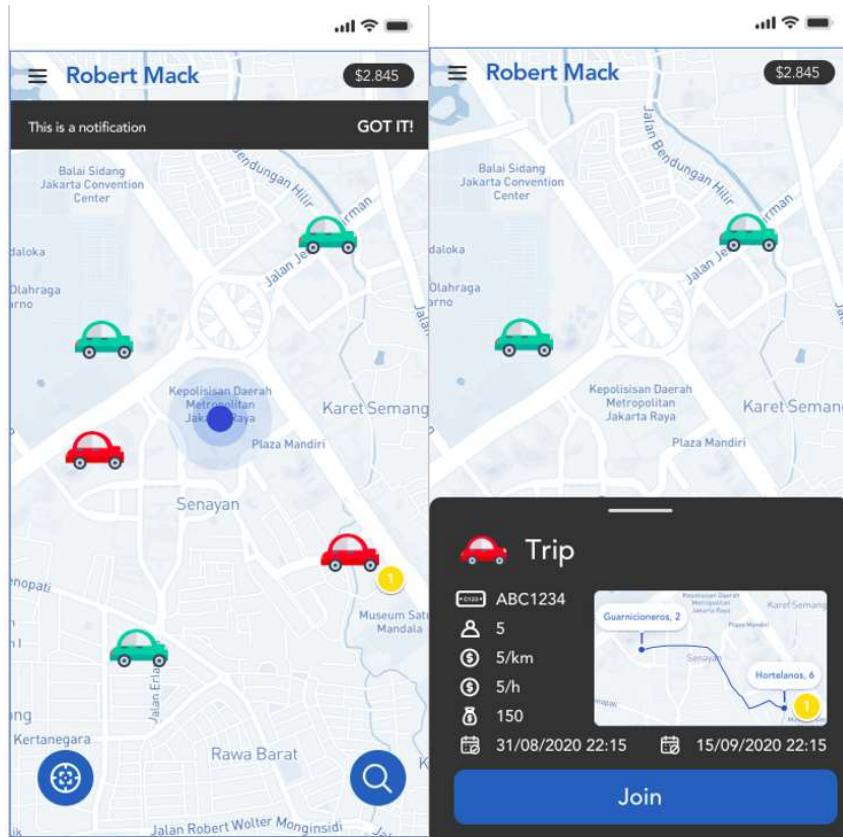


Figura 5.-Visualización georeferenciada en mapas.

### 4.2.3. Permitir el alquiler de los vehículos y la programación de rutas

A través de la aplicación móvil, el usuario podrá reservar un vehículo para un viaje de punto a punto o por un número de horas determinado. En la reserva del viaje se indicará el número de plazas que se ocupan del mismo para dar la posibilidad a otros viajeros de unirse.

Debido a que uno de los principales objetivos del T<sup>2</sup>UES es la reducción del impacto ambiental producido por los desplazamientos y el turismo, la plataforma también permitirá ver viajes programados de otros usuarios y permitirá unirse a esos viajes, implementando así un servicio de car-sharing para rebajar el número de desplazamientos necesarios entre áreas de interés y potenciando el ahorro al mismo tiempo.

La interacción con los vehículos a través de la aplicación será almacenada en la plataforma de tal forma que se pueda consultar el histórico asociado.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

Además de la creación de las reservas de vehículos, también se permitirá su cancelación o modificación de acuerdo a unos parámetros predeterminados, conllevando penalizaciones en el caso de crear problemas en la aplicación si fuese necesario.

### 4.2.4. Gestión de reservas de estaciones de recarga

La aplicación móvil proveerá de un punto de acceso para la gestión de las reservas de los puntos de carga, descrita en el punto 4.1.7 de este mismo documento. Este punto de acceso tendrá solamente disponible las funciones que son relevantes para el usuario del vehículo eléctrico, como son la reserva anticipada de un punto, su actualización o cancelación.

### 4.2.5. Visualización en tiempo real de valores relevantes de las estaciones de carga

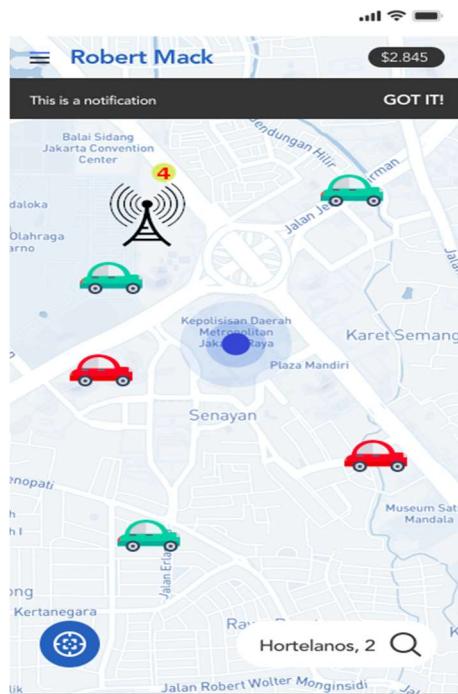


Figura 6.-Visualización en tiempo real.

Al igual que los vehículos, las estaciones de recarga también estarán representadas en el mapa y se podrán visualizar datos relevantes para los usuarios de los dispositivos móviles como son la ocupación actual de la misma o la energía disponible. Estos datos serán recogidos de la manera descrita en el punto anterior de este mismo documento con un intervalo de entre uno y cinco minutos

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

y será representado de manera georeferenciada con las estaciones. Esto ayudará al usuario a planificar sus rutas más fácilmente o tomar decisiones teniendo en cuenta el estado actual del sistema y su vehículo.

### 4.2.6. Visualización en tiempo real de la información de los datos de los vehículos

Durante el transcurso de los viajes, los participantes en el mismo dispondrán en su aplicación móvil de la información en tiempo real de los valores relevantes del vehículo suministrados a través de APIs. Estos valores, se presentarán en la pantalla del viaje de manera clara y concisa, aportando la máxima información posible para que el viaje transcurra sin problemas e informando al usuario del estado actual del vehículo en el que viaja. Durante el transcurso del viaje se recogerá la posición de los dispositivos móviles de los usuarios para comprobar, junto con la posición del coche, que se desarrolla según lo planeado.

La información que se presentará a los usuarios es la siguiente:

- Posición
- Velocidad
- Estado de la batería
- Velocidad recomendada
- Velocidad constante

### 4.2.7. Consulta de información histórica

El usuario de la aplicación móvil podrá ver el histórico de sus viajes realizados incluyendo información de los mismos como lugar de inicio y de fin, fecha de inicio y fin, vehículo en el que se realizó... Estos datos serán presentados al usuario como histórico de los mismos y a carácter informativo.

Además, se podrá ver información del vehículo relacionada con ese viaje en concreto: eventos de conducción relevante, consumo, duración del viaje...

### 4.2.8. Permitir la coordinación cooperativa de viajes entre distintos usuarios

La plataforma mostrará los viajes reservados para los distintos vehículos. Durante un tiempo determinado, estos viajes serán accesibles para el resto de usuarios del sistema, que podrán unirse a viajes de otros pasajeros para desplazarse hacia los mismos lugares.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

Además, los usuarios podrán indicar el número de usuarios que añaden, de tal forma que con un solo dispositivo móvil se pueda organizar el viaje para toda una familia o grupo. Si los viajes tuviesen algún precio o fianza, todos los usuarios relativos a ese viaje compartirían los gastos en proporción al número de viajeros aportado. En este ámbito, se tendrá en cuenta también el número de plazas disponibles antes de realizar la modificación de la reserva. Si un usuario no desease compartir su vehículo, podrá indicar que está completo en la reserva del mismo, de tal manera que no se mostrará al resto de usuarios.

Para permitir la cooperación en los viajes, además de la información de geolocalización, se podrán aplicar filtros en relación de distintos parámetros:

- Hora de inicio
- Hora de fin
- Lugar de inicio
- Lugar de fin
- Número de plazas
- Precio (si fuese necesario)

### 4.2.9. Recepción de alertas

Al descargar la aplicación y loguearse como usuario. La persona aceptará la recepción de alertas mediante notificaciones push relacionadas con el servicio de la misma. Este sistema de alertas informará al usuario del inicio y fin de los viajes, de nuevos viajeros que se unan a un viaje ya reservado, posibles incidentes de los que se informe desde la administración, etc. Este sistema de alertas solo estará disponible mientras la aplicación se encuentre instalada en el dispositivo y el usuario identificado en la misma. Por norma general, estas alertas tendrán efecto informativo, pero no será necesario realizar acciones por parte del usuario.

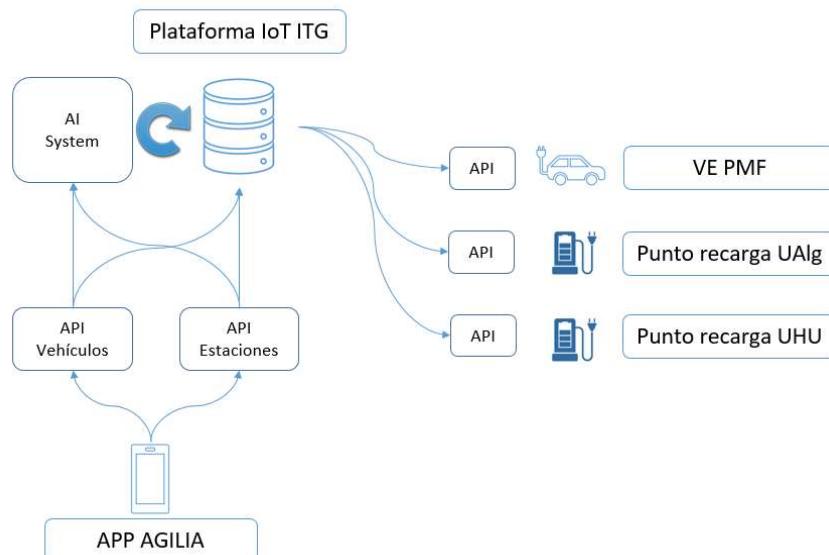
### 4.2.10. Visualización de predicciones de ocupación/demanda de vehículos de acuerdo al histórico

Se podrá ver mediante un mapa de calor las predicciones de ocupación de estaciones de recarga y/o de demanda de vehículos. Esta pantalla podrá ser consultada para prever la disponibilidad de vehículos o estaciones de recarga en una zona determinada dependiendo de la hora. Este sistema se utilizaría también, en caso de existir estaciones de recarga cercanas, para sugerir a los usuarios aparcar su coche en la estación más demandada en el futuro próximo. Esto permitiría una mejor gestión de la flota de vehículos por parte de los propietarios. A los usuarios se les podría ofrecer recompensas para adaptar sus viajes a la demanda correspondiente.

## 4.3. Integración entre sistemas

En la siguiente imagen se muestra la integración entre los diferentes sistemas a desarrollar en el proyecto:

- Plataforma IoT: ITG
- Aplicación móvil de servicios y API de integración de vehículos: AGILIA
- Sistema de inteligencia artificial: AGILIA
- Infraestructuras de recarga: UALG Y UHU
- Vehículo eléctrico: PMF



*Figura 7.-Esquema de integración de sistemas.*

- La plataforma IoT de ITG se integrará con la API de PMF para obtener los datos del vehículo eléctrico
- La plataforma IoT de ITG se integrará con la API del punto de recarga de UALG y UHU para obtener información de los puntos de recarga.
- La aplicación móvil de AGILIA se integrará con la API de la plataforma IoT de ITG para obtener información de los diferentes sistemas de campo.
- A través de la API estaciones y vehículos se podrán reservar el uso de las estaciones de recarga y vehículos respectivamente..
- El sistema de inteligencia artificial de AGILIA tratará la información de la base de datos para predecir estados del sistema y presentarlos al usuario para su información.

## T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

A modo de resumen:

- ITG se encargaría de la lectura de los datos y el almacenamiento de los mismos en la base de datos y del sistema de gestión de estaciones (y sus reservas). A su vez, permitiría acceder vía web al usuario cliente a las funcionalidades relacionadas con el punto de recarga. (Punto 4.1: Requisitos de la plataforma IoT)
- Agilia se encargaría del sistema que le mostraría información al usuario final (sobre los vehículos y estaciones), recogiéndola de la base de datos, y que serviría para alquilar coches (car-sharing), del front móvil para reservar vehículos y estaciones, y del algoritmo de IA para realizar alguna predicción y mostrar los resultados en un lado o en otro. (Punto 4.2: Aplicación de usuarios de vehículos eléctricos).

## Anexos

## Anexo N°1

### Documentación técnica Módulo monocristalino ISF-250



## MODULO MONOCRISTALLINO ISF-240/245/250

### Approfitta dei vantaggi ISOFOTON

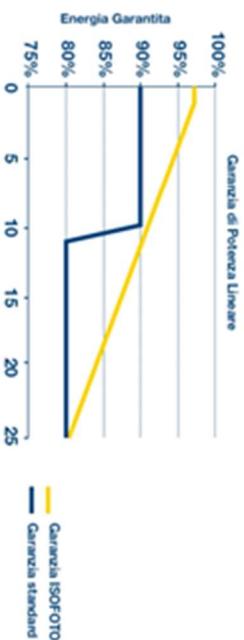
-  E' Esperienza da più di 30 anni nella produzione di celle e moduli fotovoltaici
-  Esperienza internazionale nello sviluppo dei progetti: più di 300 in tutto il mondo
-  Assistenza tecnica
-  Tecnologia all'avanguardia e qualità certificata
-  Impiego per l'ambiente

### Approfitta dei vantaggi della gamma ISF

-  Vetro microstrutturato con maggiore capacità di assorbimento di luce diffusa, che migliora il rendimento energetico
-  Scatola di giunzione esclusiva, progettata per minimizzare le perdite elettriche
-  Il modulo più leggero della sua categoria, che ne facilita l'utilizzo

### La garanzia ISOFOTON

25 anni di garanzia lineare di potenza che migliora del 7,5% rispetto alla garanzia standard di mercato. 10 anni di garanzia di prodotto



### Omobologazioni e Certificazioni di Prodotto

#### Certificati d'impresa



## MODULO MONOCRISTALLINO ISF-240/245/250

CARATTERISTICHE ELETTRICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE		
<b>Comportamento in STC: Irraggiamento 1.000 W/m<sup>2</sup>, temperatura di cella 25°C, AM 1,5</b>					
<b>Potenza nominale (Pmax)</b>	<b>ISF-240</b>	<b>ISF-245</b>	<b>ISF-250</b>	<b>Cabla solar</b>	Silicio Monocristallino - 156 mm x 156 mm (@ pollici)
Tensione di circuito aperto (Voc)	240 V	245 V	250 V	Numero di celle	60 celle in configurazione 6x10
Corrente di cortocircuito (isc)	37,0 V	37,3 V	37,6 V	Dimensioni	1667 x 994 x 45 mm
Tensione nel punto di massima potenza (Vmpp)	8,60 A	8,70 A	8,81 A	Peso	19 Kg
Corrente nel punto di massima potenza (Impp)	29,9 V	30,2 V	30,4 V	Vetro	Aja trasmissività, microstrutturato e temperato di 3,2 mm (EN-12150)
Efficienza	8,03 A	8,12 A	8,22 A	Cornice	Aluminio anodizzato e posizionamento messa a terra
Tolleranza di potenza (%) Pmax)	14,5 %	14,8 %	15,1 %	Massima carica ammessa	5400 Pa
+/- 3%	+/- 3%	+/- 3%	Scatola di guarnizione	IP 65 con 3 dodi bypass	
			Cavi e Connettori	Cavo solare da 1 m e sezione di 4 mm <sup>2</sup> . Connettore MC4 o compatibile	
<b>Comportamento con irraggiamento di 800 W/m<sup>2</sup>, NOCT, temperatura ambiente 20°C, AM 1,5; velocità del vento 1 m/s</b>					
<b>Potenza massima (Pmax)</b>	<b>ISF-240</b>	<b>ISF-245</b>	<b>ISF-250</b>	<b>Cabla solar</b>	Silicio Monocristallino - 156 mm x 156 mm (@ pollici)
Tensione di circuito aperto (Voc)	172 V	176 V	180 V	Numero di celle	60 celle in configurazione 6x10
Corrente di cortocircuito (isc)	34,0 V	34,2 V	34,5 V	Dimensioni	1667 x 994 x 45 mm
Tensione nel punto di massima potenza (Vmpp)	6,94 A	7,02 A	7,11 A	Peso	19 Kg
Corrente nel punto di massima potenza (Impp)	26,6 V	26,8 V	27,1 V	Vetro	Aja trasmissività, microstrutturato e temperato di 3,2 mm (EN-12150)
Reduzione di Efficienza da 1.000 W/m <sup>2</sup> a 200 W/m <sup>2</sup>	6,48 A	6,56 A	6,64 A	Cornice	Aluminio anodizzato e posizionamento messa a terra
	5% (+/- 3%)	5% (+/- 3%)	5% (+/- 3%)	Massima carica ammessa	5400 Pa
<b>CARATTERISTICHE OPERATIVE</b>					
Tensione massima del sistema	1.000 V			Scatola di guarnizione	IP 65 con 3 dodi bypass
Limite di corrente inversa	20 A			Cavi e Connettori	Cavo solare da 1 m e sezione di 4 mm <sup>2</sup> . Connettore MC4 o compatibile
Temperatura nominale di operazione di cella (NOCT)	45 +/- 2°C				
Coefficiente di temperatura Pmax	-0,464%/K				
Coefficiente di temperatura Voc	-0,323%/K				
Coefficiente di temperatura di Isc	0,042%/K				
DIMENSIONI			IMBALLO		
			<p>Moduli per pallet: 20</p> <p>Dimensioni dell'imballo (pallet + angoli): 1725 x 1055 x 1245 mm</p> <p>Materiale riciclabile</p>		

OSSERVAZIONI: ISOFOTON SA si riserva il diritto di modificare le presenti specifiche senza preavviso. Questa scheda tecnica commerciale risponde alla normativa EN 50380. Luglio 2011.

CONTATTI	FILIALE ITALIANA	FABBRICA	UFFICIO COMMERCIALE
	ISOFOTON ITALIA Via Roselli, 12 20124 Milano Tel.: +39 02 36598300 Fax: +39 02 36598301 info@isofoton.it	Parque Tecnológico de Andalucía (PTA) C/Serrano Ochoa, 50 E-29590 Málaga Tel.: +34 95 1233500 Isofoton.m@isofoton.com	Torre de Cristal Paseo de la Castellana, 250 C Planta 18 E-28046 Madrid Tel.: +34 91 4147800 Isofoton.m@isofoton.com

T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

## Anexo N°2

### Documentación técnica Módulo policristalino A-230P



The advertisement features a large blue header bar with a grid of white plus signs. To the right is the Atersa logo: a stylized orange swoosh above the word "ateresa" in blue, with "grupo elecnor" below it. Below the header, the text "+Ultra nueva gama" is displayed in large orange and blue letters. On the left, there's a callout box with an orange arrow pointing to a solar panel image, containing the text "Módulo fotovoltaico A-240P / A-245P / A-250P (TYCO 4.0)". To the right of the panel image, five bullet points describe the product's features:

- +UltraTolerancia positiva**  
Positiva 0/+5 Wp
- +UltraCalidad**  
Anti Hot-Spot
- +UltraGarantía**  
10 años de garantía de producto
- +UltraFiabilidad**  
En el mercado desde 1979
- +UltraResistencia**  
Cristal templado de 4 mm

Below these features are three logos: ICIM FACTORY INSPECTION, made in SPAIN, and TES Verified. A small note next to the TES logo says "Sistema único en el mercado, patentado por Atersa." At the bottom, a blue footer bar contains the text "Para una información más detallada de los términos de la garantía, consulte: → [www.atersa.com](http://www.atersa.com)" and "Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva" followed by a plus sign icon.

# T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva +

**Características eléctricas (STC: 1kW/m<sup>2</sup>, 25°C±2°C y AM 1,5)\***

	A-240P	A-245P	A-250P
Potencia Nominal (0/+5 W)	240 W	245 W	250 W
Eficiencia del módulo	14,74%	15,04%	15,35%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,21 A	8,33 A	8,45 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	29,21 V	29,37 V	29,53 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,73 A	8,82 A	8,91 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	37,16 V	37,38 V	37,60 V

**Parámetros térmicos**

Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C	
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C	
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C	

**Características físicas**

Dimensiones (mm ± 2 mm)	1645x990x40	
Peso (kg)	21,5	
Área (m <sup>2</sup> )	1,63	
Tipo de célula	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)	
Células en serie	60 (6x10)	
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 4 mm	
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster	
Caja de conexiones	TYCO IP65	
Cables	Cable Solar 4 mm <sup>2</sup> 1200 mm	
Conectores	TYCO	

**Rango de funcionamiento**

Temperatura	-40°C a +85°C	
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II	
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m <sup>2</sup> )	
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A	

\*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47,82°C.  
Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

**Curvas modelo A-250P**

**CURVA I-V (a 25°C y 1kW/m<sup>2</sup>)**

**CURVA I-V (a 25°C)**

**CURVA I-V (a 1kW/m<sup>2</sup>)**

**Vista general de la construcción de un módulo fotovoltaico**

- Módulos por caja: 25 uds
- Peso por palé: 580 kg
- En un contenedor de 40 pies entran 25 cajas: 625 paneles
- En un contenedor de 40 pies entran 26 cajas: 650 paneles
- En un contenedor de 20 pies entran 10 cajas: 250 paneles
- En un camión TAUTLINER entran 30 cajas: 750 paneles

**NOTA:** Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

**Garantía Ultra de Alerza**

Revisado: 07/04/14  
Ref.: MU-6P (1) 6x10-S (TY 4.0)  
© Atersa SL, 2014

CLASS B

I-Net  
SISTEMA DE CALIDAD APROBADO

AENOR  
SISTEMA DE CALIDAD  
APROBADO

AENOR  
SISTEMA DE CALIDAD  
APROBADO

IEC 61215  
IEC 61730

APPROVED PRODUCT  
PV CYCLE

Associated with  
UL  
ICM  
FACTORY  
MUTUAL

made in  
SPAIN

T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

### Anexo N°3

#### Documentación técnica Módulo policristalino ASI 100

## SCHOTT PROTECT™ ASI series



**SCHOTT PROTECT™ ASI**  
100/103/105/107/109/111

### At a glance

- Permanently stable energy yields – proven double glass technology from SCHOTT
- High specific energy yield
- Double the required standard
- High output performance
- Long-term stability of encapsulation
- 30 years linear performance guarantee

The global German company SCHOTT Solar started developing and manufacturing components for the solar industry in 1958.

**Permanently stable energy yields:** Due to the double glass structure the SCHOTT PROTECT™ ASI feature excellent long-term stability. In a study conducted by the Fraunhofer-Institute over 26 years, SCHOTT Solar modules still achieved over 90 % of their original performance\*.

**High specific energy yield:** SCHOTT PROTECT™ ASI modules are characterised by their ability to produce consistent energy output in a range of climatic conditions. Performance remains high, whether in diffused light conditions, high temperatures, poor module ventilation, or even non ideal module orientation.

**Double the required standard:** SCHOTT Solar tests its modules for twice as long as required by the IEC.

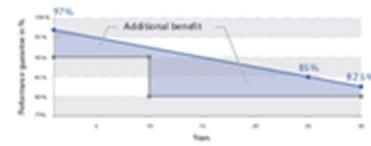
**High output performance:** All SCHOTT Solar modules achieve a positive tolerance of their nominal power rating. This ensures a stable high-energy output and a quick return on investment.

**Long-term stability of encapsulation:** SCHOTT PROTECT™ ASI modules with the proven ASI® encapsulation have exceptionally high resistance to UV radiation, as well as to extremes of temperature and weather.

**30 years linear performance guarantee\*\*:** SCHOTT Solar guarantees for a period of one year from date of delivery that the module power output will be at least 97 % of the rated power output. Due to its long and successful experience in solar technology, the manufacturer guarantees from year two through year thirty that the module power output will degrade no more than 0.5 % per year of the rated power output from the date of original sale by SCHOTT Solar. Moreover, SCHOTT Solar offers a product guarantee of 10 years\*\*.

\* certificate available on [www.schott-solar.com/longterm-stability](http://www.schott-solar.com/longterm-stability)

\*\* on the basis of the Conditions on Guarantees valid at the date of purchase available on [www.schott-solar.com/performance-guarantee](http://www.schott-solar.com/performance-guarantee)



**SCHOTT**  
solar



T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

**Anexo Nº4**  
**Documentación técnica Enair 70**

T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.



## MANUAL DE USUARIO

### Aerogeneradores 30 y 70



#### ENAIR ENERGY S.L.

Avda de Ibi, Nº 44 - 03420 - Castalla

Aptdo Correos 182 - Alicante - SPAIN

Tel y Fax: +34 96 556 00 18

e-mail: [info@enair.es](mailto:info@enair.es)

Web: [www.enair.es](http://www.enair.es)

 SONKYO ENERGY



## DATOS TÉCNICOS Enair 70:

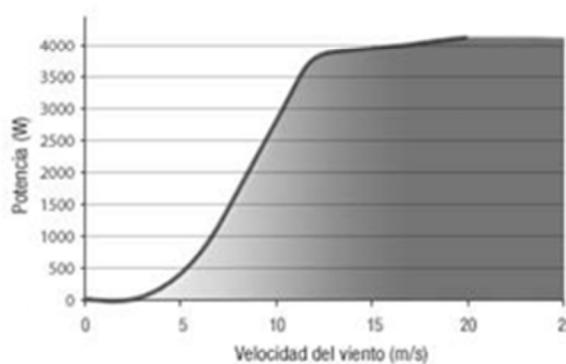
Características Técnicas, eléctricas y de funcionamiento – ENAIR 70	
Número de hélices	3
Material hélices	Fibra de vidrio con resinas epoxí
Generador	250 rpm   24 polos   imanes de neodímio
Potencia	5500W
Potencia nominal curva	3500W
Voltaje	24 /48 /220
Clase de viento	IEC / NVN I –A (proceso certificación)
Diámetro	4,1m
Sentido de giro	Horario
Área barida	13,2m <sup>2</sup>
Peso	165Kg
Aplicaciones	Conexiones aisladas a baterías. Conexión a Red eléctrica
Velocidad viento para arrancar	2 m/s
Velocidad nominal	12 m/s
Vel. regulación paso variable	14 m/s
Rango generación eficiente	De 2 a más de 60 m/s
Velocidad soportada	Más de 60 m/s
Tipo	Rotor horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo Timón de Orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo, centrífugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico
Controlador	Opción de conexión a Red y carga de baterías
Inversor	Eficiencia 95%, algoritmo MPPT
Ruido	Reducido al mínimo: debido al diseño de las palas y las bajas revoluciones de trabajo. 1% más en DB que el ruido ambiente del viento. Diseño totalmente sellado, con cataforesis en elementos del metal, más pintura
Protección anti-corrosión	Resistente a UV
Torre	12, 15 y 18 m, atrazada o de celosía



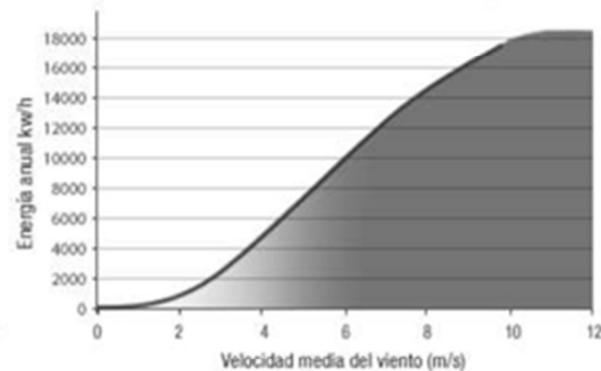


### Curvas de rendimiento

Curva de potencia



Producción anual

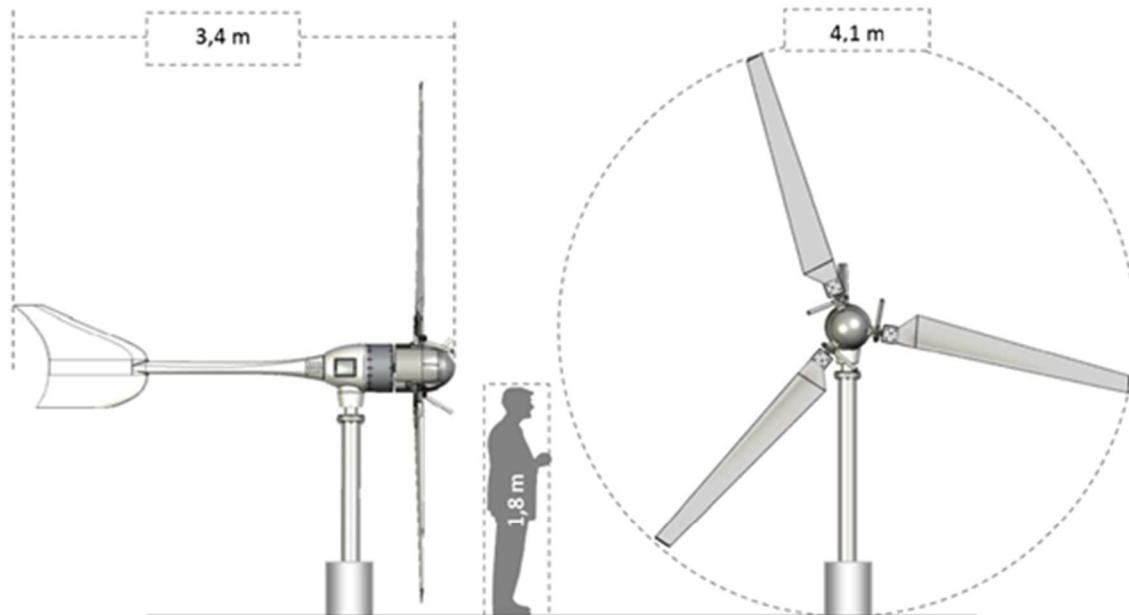


### Potencia

A una velocidad de viento de 10 – 12 m/s, obtenemos potencia nominal del Aerogenerador, entrando en oscilación del paso variable a los 14 m/s.

En entornos con un viento medio que oscilen en un 15-20% de su nominal, el aerogenerador Enair 30 puede obtener más de **70 kWh/día**.

La principal ventaja de Aerogenerador es que nunca deja de producir, su reorientación es suave y no es necesario que actúe un freno para detenerlo.



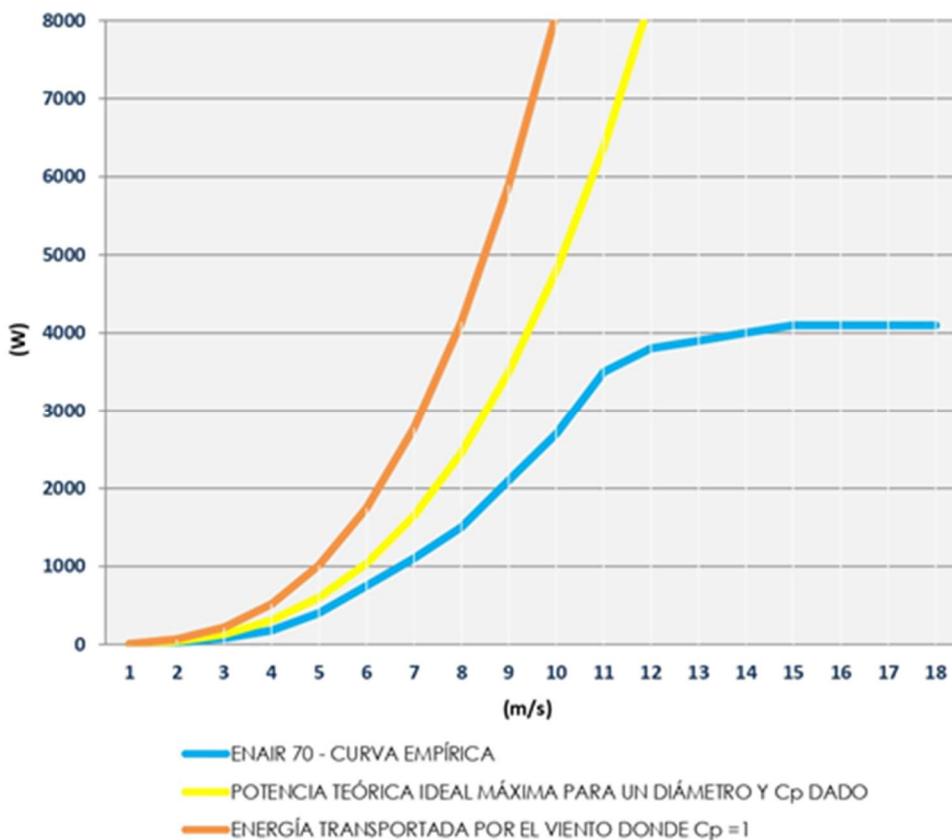
#### ENAIR ENERGY S.L.

Avda de Ibi, N° 44 - 03420 - Castalla  
 Aptdo Correos 182 - Alicante - SPAIN Tel: +34 96 556 00 18  
 E-mail: [info@enair.es](mailto:info@enair.es) - [www.enair.es](http://www.enair.es)

**SONKYO ENERGY**



#### Curva técnica ENAIR 70:



#### Curva ENAIR 70 – Empírica:

La curva de potencia del aerogenerador Enair 70 ha sido obtenida en un campo de pruebas, es la curva real, obtenida de forma empírica, de la potencia producida para cada velocidad del viento.

Desde ella, se ha obtenido el coeficiente de Betz ( $C_p$ ) para cada rango de velocidad desde la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1}{2} \times C_p \times \eta_g \times \frac{D^2 \times \pi}{4} \times \rho_{AIRE} \times v^3$$



m/s	ENAIR 70	Coeficiente de Betz
1	2	0,2748044
2	28	0,480907829
3	80	0,407117739
4	180	0,386443791
5	400	0,439687158
6	750	0,477091100
7	1.100	0,440648573
8	1.500	0,402545616
9	2.100	0,395808913
10	2.700	0,370986039
11	3.595	0,36131317
12	3.800	0,302157697
13	3.900	0,243909296
14	4.000	0,200294806
15	4.100	0,166918273
16	4.100	0,137536419
17	4.100	0,114665005
18	4.100	0,096596223

Donde  $\eta_g$  corresponde al rendimiento del generador eléctrico, cuyo valor para el Enair se estima de 0,9 (en tanto por uno). Este rendimiento tiene en cuenta las pérdidas por autoconsumo de equipos y las pérdidas por variaciones puntuales en la velocidad y dirección del aire.

El Cp varía para cada velocidad y sigue una distribución no uniforme. Pese a ello puede apreciarse que es más favorable para velocidades menores que 11 m/s. Esto es debido a la activación del paso variable, que produce una pérdida aerodinámica y por tanto disminuye el coeficiente de Betz. Esto es aprovechado por los aerogeneradores Enair para poder continuar generando energía de forma ininterrumpida. Puede observarse como no se consigue ningún valor mayor o igual a **0,593**, ya que esta es la limitación física a la que se somete cualquier máquina generadora de electricidad cuya fuente es el aire.

#### La energía transportada por el aire – Curva roja

Esta curva representa la energía que transporta el viento al pasar por la circunferencia generada por las aspas del Enair. Es decir, la energía instantánea que circula por un tubo de aire de diámetro igual a 4,1 metros.

#### La energía transportada por el aire – Curva amarilla

Esta curva también se denomina "curva de Betz". Corresponde a la máxima potencia que podría extraer un aerogenerador de ese diámetro en condiciones ideales: despreciando rozamientos, rendimientos, pérdidas energéticas, turbulencias, auto consumo de equipos, etc.

Corresponde al 59,3% de la energía extraíble (curva roja). Este es el límite que todo aerogenerador tiene impuesto por la naturaleza de las leyes de la física aerodinámica, correspondiendo este límite al valor de porcentaje máximo alcanzable para cualquier aerogenerador. Así, cada modelo tiene un Coeficiente de Betz que regula este porcentaje para cada régimen de giro.

ENAIR ENERGY S.L.

Avda de Ibi, N° 44 - 03420 - Castalla  
Aptdo Correos 182 - Alicante - SPAIN Tel: +34 96 556 00 18  
E-mail: [info@enair.es](mailto:info@enair.es) - [www.enair.es](http://www.enair.es)

SONKYO ENERGY

T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

**Anexo N°5**  
**Documentación técnica batería plomo-ácido**



## UP SERIES-AGM Battery

### UP100-12



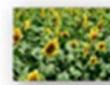
Specification	
Nominal Voltage	12V
Nominal Capacity (10HR)	100.0AH
Dimension	Length 330±3mm (12.99 inches) Width 173±2mm (6.81 inches) Container Height 212±2mm (8.35 inches) Total Height (with Terminal) 220±2mm (8.66 inches)
Approx Weight	Approx 31.5 Kg (69.5 lbs)
Terminal	T11
Container Material	ABS
Rated Capacity	107.0 AH/5.35A (20hr, 1.80V/cell, 25°C/77°F) 100.0 AH/10.0A (10hr, 1.80V/cell, 25°C/77°F) 87.0 AH/17.4A (5hr, 1.75V/cell, 25°C/77°F) 78.0 AH/26.0A (3hr, 1.75V/cell, 25°C/77°F) 62.0 AH/62.0A (1hr, 1.60V/cell, 25°C/77°F)
Max. Discharge Current	1200A (5s)
Internal Resistance	Approx 4.9mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -15~50°C (5~122°F) Change : 0~40°C (32~104°F) Storage : -15~40°C (5~104°F)
Nominal Operating Temperature Range	25±3°C (77±5°F)
Cycle Use	Initial Charging Current less than 30.0A.Voltage. 14.4V~15.0V at 25°C(77°F)Temp. Coefficient -30mV/°C
Standby Use	No limit on Initial Charging Current Voltage. 13.5V~13.8V at 25°C(77°F)Temp. Coefficient -20mV/°C
Capacity affected by Temperature	40°C (104°F) 103% 25°C (77°F) 100% 0°C (32°F) 86%
Self Discharge	Batteries may be stored for up to 6 months at 25°C (77°F) and then a freshening charge is required.

Constant Current Discharge (Amperes) at 25°C (77°F)														
F.V/Time	10min	15min	20min	30min	45min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.85V/cell	117.0	98.4	87.3	72.4	55.9	47.8	31.0	23.3	19.1	16.0	14.1	11.3	9.69	5.17
1.80V/cell	133.9	110.5	96.5	78.6	60.3	50.5	33.3	25.0	20.3	17.0	14.9	11.9	10.0	5.35
1.75V/cell	152.1	124.5	106.7	85.5	65.7	55.0	34.6	26.0	21.0	17.4	15.4	12.3	10.3	5.49
1.70V/cell	171.7	138.2	117.7	93.3	70.8	58.2	36.5	27.4	21.9	18.4	16.1	12.8	10.7	5.63
1.65V/cell	184.4	147.9	125.3	98.5	74.9	60.2	37.8	28.5	22.8	19.0	16.7	13.2	11.0	5.80
1.60V/cell	202.9	162.0	136.1	105.1	77.9	62.0	38.8	29.2	23.3	19.4	17.0	13.4	11.2	5.89

Constant Power Discharge (Watts) at 25°C (77°F)														
F.V/Time	10min	15min	20min	30min	45min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.85V/cell	218.5	185.6	166.3	139.4	108.5	93.2	60.7	45.8	37.7	31.8	27.9	22.5	19.4	10.3
1.80V/cell	247.1	205.6	181.2	149.2	116.1	97.8	64.8	49.0	39.8	33.5	29.4	23.6	20.0	10.7
1.75V/cell	276.2	228.9	198.3	160.8	125.5	106.1	67.2	50.7	41.0	34.2	30.3	24.3	20.5	10.9
1.70V/cell	304.9	250.5	217.3	174.6	134.7	112.0	70.6	53.3	42.8	36.1	31.7	25.3	21.2	11.2
1.65V/cell	324.5	266.2	229.5	182.7	141.2	115.0	72.8	55.2	44.3	37.1	32.7	26.1	21.8	11.6
1.60V/cell	348.9	286.8	246.6	193.6	146.0	117.8	74.3	56.4	45.2	37.9	33.3	26.5	22.2	11.7



Pолигон Industrial La Dehesa  
C/ Dehesa Vieja, nº2 Nave 16  
28052 Madrid (Spain)  
Tel. (+34) 918 021 649  
Fax. (+34) 917 750 542  
info@masterbattery.es





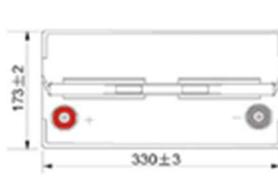
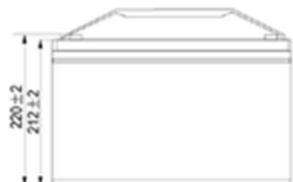
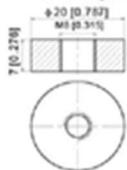
## UP100-12

### UP SERIES-AGM Battery

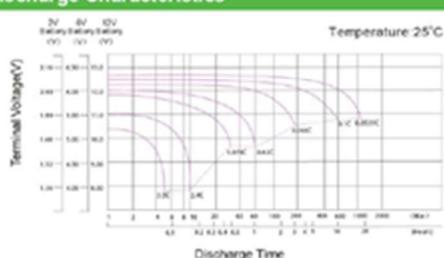
#### Dimensions

##### ■ T11 Terminal

Unit: mm [inches]



#### Discharge Characteristics



T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

**Anexo N°6**  
**Documentación técnica batería plomo-ácido**

	HYDROGEN GENERATOR SIZE 2 Nm <sup>3</sup> /h  INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL	Spec. No.: 0074-01-PMO-001 Sheet: 1 of 65 Rev: 00
---	--	---

## PRESSURIZED WATER ELECTROLYSER

### INSTALLATION USE and MAINTENANCE MANUAL

prepared for

**ARIEMA / HUELVA**  
 ARIEMA – Energia y Medioambiente (Spain)  
 University of Huelva (Spain)

**Customer :** ARIEMA / HUELVA  
**Date :** 18/12/2014  
**Order number :** LIFE13ENV/ES/420  
**Reference Offer :** 240414 Ariema  
**Internal Job Number :** 0074

0	18/12/2014	E. BOIOCCHI	E. BOIOCCHI	E. BOIOCCHI	DRAFT
REV.	DATE	PREPARED	CHECKED	APPROVED	NOTE

	<b>HYDROGEN GENERATOR</b> SIZE 2 Nm <sup>3</sup> /h  <b>INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL</b>	Spec. No.: 0074-01-PMO-001 Sheet: 9 of 65 Rev: 00
---	---	---

ELECTROLYZER OPERATING CONDITIONS	VALUES	UNITS
Delivered Purified H <sub>2</sub> (referred to dry gas)	2	[Nm <sup>3</sup> /h]
H <sub>2</sub> Produced from stack (referred to dry gas)	2.22	[Nm <sup>3</sup> /h]
H <sub>2</sub> Requested for purification section (referred to dry gas)	0.22	[Nm <sup>3</sup> /h]
H <sub>2</sub> Purity (dry gas), before purify unit, min	99,00	[% vol]
H <sub>2</sub> Purity (dry gas), after purify unit, min	99,995	[% vol]
Dew Temperature, max	-35	[°C]
<b>Mechanical Properties</b>		
Operating Pressure, max	30	[bar]
Design Pressure, max	39	[bar]
Operating Temperature, max	80	[°C]
Design Temperature, max	100	[°C]
<b>Electrolyte</b>		
Type	KOH Solution	
KOH concentration	25 + 30	[% w/w]
Electrolyte quantity	72	[l]
Settable Power range	25 + 100	[·]
<b>Installation and Environmental conditions</b>		
Installation	Indoor / Outdoor with roof coverage	
Environmental temperature min/max	5 + 45	[°C]
Process Cabinet dimension (L/W/H)	2530 / 1850 / 2560	[mm]
Process Cabinet dimension weight	3000	[kg]
Electrical Cabinet dimension (L/W/H)	1100 / 650 / 2460	[mm]
Electrical Cabinet dimension weight	350	[kg]
<b>Power Supply</b>		
Power supply from grid	380/60/3Ph+N+T	Vac/Hz/phases
Power supply from Photovoltaic	300	[Vdc]
Electrical Power consumption for Electrolysis, max	11	kW
Electrical Power consumption for Auxiliaries, max	2.5	[kW]

	<b>HYDROGEN GENERATOR</b> SIZE 2 Nm <sup>3</sup> /h <b>INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL</b>	Spec. No.: 0074-01-PMO-001 Sheet: 10 of 65 Rev: 00
---	---	--

<b>Demineralized Water</b>		
Demineralized water consumption (@ 2.22 Nm <sup>3</sup> /h)	≈ 2.2	l/h
Demineralized water consumption (for each Nm <sup>3</sup> /h)	≈ 1	l/h for each Nm <sup>3</sup> /h
Loading type	Direct injection from demin-water unit	
Storage capacity inside WT,	10	[l]
Tank Operating Pressure	1	[bar_a]
Total conductivity, max (25°C)	5	[μS/cm]
Salt concentration, max	2	[mg/l]
pH	6.5 + 7.5	[·]
Concentration of Chlorine compounds	0	[ppm]
<b>Cooling Water / Coolant</b>		
Cooling type	closed loop	
Cooling capacity (max)	4 <sup>1</sup>	[kW]
Cooling circuit pressure (max)	2 to 5	[bar]
Cooling water Supply Temperature		
Inlet temperature	5 + 10	[°C]
Outlet temperature	15 + 20	[°C]
Minimum Flowrate (water)	350 <sup>1</sup>	[kg/h]
Minimum Flowrate (50% water and 50% EG mixture)	450 <sup>1</sup>	[kg/h]
Pressure at cooling water supply (min / max)	2 + 4	[bar]
Outlet pressure at cooling water return (min /max)	2 + 3	[bar]
Fluid		
<b>Inertization</b>		
Nitrogen supply pressure, min	5-7	[bar]
Nitrogen purity	99,9	[%]
Nitrogen consumption	2	[Nm <sup>3</sup> /oper.]

<sup>1</sup> cooling water circuit is sized in order ensure even higher cooling capacity, depending on the associated chiller unit

	<b>HYDROGEN GENERATOR</b> SIZE 2 Nm <sup>3</sup> /h <b>INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL</b>	Spec. No.: 0074-01-PMO-001 Sheet: 24 of 65 Rev: 00
---	---	--

### 1.6 POWER SUPPLY

DC power for electrolysis process, could be provided by AC power supply from grid or with DC power supply from Photovoltaic system.

A manual selector enables the opportunity of operates with one or the other power supply.

The power conversion is realized by an inverter unit that ensure the correct value of voltage and current required for the electrolysis process.

All the parameters such as voltage, current, power and also all alarms are indicated PLC display.

### **TECHNICAL SPECIFICATION OF THE POWER CONVERTER:**

Maximum Power	13	[kW]
Inlet Alternate Current (AC)	380-400/3/50	[Vac/ph/Hz]
Inlet Direct Current (DC) from Photovoltaic	300	[Vdc]
Direct Current (DC) Current Output, max	180	[A]
Direct Current (DC) Current Output, nominal	160	[A]
Direct Current (DC) Voltage Output, max	70	[Vdc]
System	Inverter	[ - ]
Cooling System	Air	[ - ]
Room / Environmental Temperature	5/40	[°C]

### 1.7 CONTROL UNIT

#### 1.7.1 FRONT PANEL

On the panel the following indications are provided:

- LED auxiliary line 230V 50Hz
- LED auxiliary line 24V dc
- LED UPS line 24V dc
- LED emergency line 24V dc
- LED start production H2
- LED warnings
- LED Alarms
- Buzzer;

and the following manual switches:

- Reset
- Emergency Stop
- Main Switch

For more information on PLC display and control panel please see ANNEX 5

T<sup>2</sup>UES | Análisis de requisitos del sistema de control de energía y del software de servicios.

## Anexo Nº7

### Documentación técnica pila de combustible PEM



# **FCgen®-1020ACS / FCvelocity®-1020ACS Fuel Cell Stack**

---

## **Product Manual and Integration Guide**



Trademark: FCgen®-1020ACS/FCvelocity®-1020ACS  
Part Number: 5117410 through 5117480

Document Number: MAN5100294-0B  
Date: 16-August-2010

© Copyright 2008 Ballard Power Systems Inc. All rights reserved.  
Reproduction in whole or part without permission is prohibited.



## 2.0 1020ACS Stack Physical Characteristics

The 1020ACS fuel cell stack is a cathode-cooled proton exchange membrane (PEM) fuel cell stack designed to provide stable electrical power while operating on air and dry hydrogen over a wide range of operating and environmental conditions. Figure 1, Figure 2, and Figure 3 show the main physical features of the 1020ACS stack.

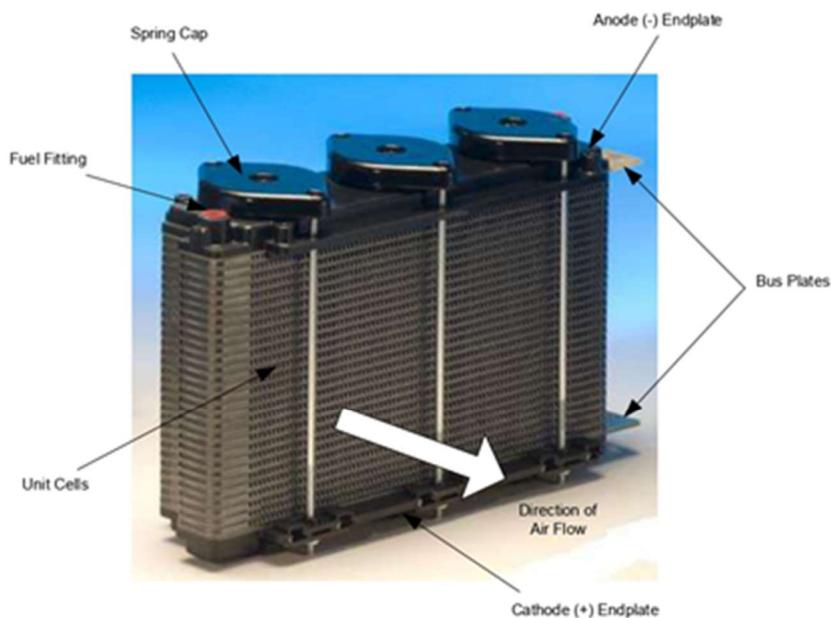


Figure 1 1020ACS Stack



### 3.0 1020ACS Stack Specifications

The 1020ACS stack is available in sizes ranging from 10 cells up to 80 cells.

#### 3.1. Stack Performance

**Table 1 Stack Performance at Beginning of Life**

Performance Parameter		Stack Current (A)						
		0	7.8	14.5	29.0	51.7	65.3	75.0
Average Power	W/cell	0.0	6.6	11.9	22.6	37.4	44.6	48.8
Average Voltage (BOL)	mV/cell	1005	849	818	778	723	683	650
Standard Deviation <sup>1</sup> (BOL)	mV	9	5	7	8	8	9	10

<sup>1</sup> Standard Deviation defines the expected stack-to-stack variability in performance at Beginning of Life due to manufacturing variability. The variability follows a normal distribution.



### 3.2. Operating Conditions

Ballard recommends that system integrators design their systems to operate the 1020ACS stack at the conditions listed in Table 2. Operation at these conditions will maximize stack lifetime while ensuring stable operation. Two options for stack operating temperature are provided. The stack may be operated using the operating current recommendations used for the previous version of the 1020ACS, or using a revised set of operating temperatures which provide more consistent performance over a wider range air inlet temperatures.

**Table 2 Stack Operating Conditions**

<b>Stack Current (A)</b>		<b>0</b>	<b>7.8</b>	<b>14.5</b>	<b>29.0</b>	<b>51.7</b>	<b>65.3</b>	<b>77.0</b>
Recommended Stack Temperature from legacy stack guidance, Steady-State ( $T_{opt}$ )	°C	40	42	45	45	59	63	(69)
Recommended Stack Temperature for robust performance over a wide range of inlet temperatures, Steady-State ( $T_{opt}$ )	°C	30	30	34	41	53	60	67
Range of Allowable Stack Temperatures, Steady-State and Transient	See Section 5.2.							
<b>Cooling/Oxidant (Air)</b>								
Optimal Inlet Flow	Depends on stack current and air inlet temperature; see Section 5.3.1.							
Minimum Inlet Stoichiometry, Steady-State	20							
Inlet Pressure/Altitude	Optimal: Sea Level Allowable range: -400m to +7600m with de-rate at high altitude							
Inlet Temperature	Optimal: 10°C to 40°C Allowable range: -20°C to +52°C with de-rate at high temperature/low RH							
Inlet Humidity	Allowable range: 0 to 100% RH non-condensing with de-rate at low RH/high temperature no added humidification required							
<b>Fuel (Pure Hydrogen)</b>								
Inlet Stoichiometry (Dead-Ended Operation)	~1.07 optimum							



## 4.0 NOMINAL OPERATING CHARACTERISTICS

### 4.1. Nominal Polarization Characteristics

Figure 4 below shows the polarization curve for a Beginning-of-Life (BOL), fully conditioned 1020ACS stack operating at nominal conditions, with confidence bands defining the expected 99% confidence interval on stack-to-stack variability. Table 1 above also lists nominal cell voltage at selected currents. Nominal operating conditions are as follows:

- Steady-state operation (decreasing current)
- Stack operating at optimum temperature for each current (as listed in Table 2 above and described in Section 5.2 below)
- Oxidant stoichiometry  $\geq 80$
- Stack oxidant supply from the Ballard lab environment (18-24°C, 25-35% RH, low levels of common urban pollutants such as nitrogen oxides and sulphur oxides).
- Anode dead-ended with adequate purge (per Section 5.4.1.2)
- 136 kPa fuel inlet pressure

