



LIFE Project Number
LIFE08 ENV/E/000136

FINAL Report
Covering the project activities from 01/01/2010 to 30/06/2014

Reporting Date
30/09/2014

LIFE+ PROJECT NAME or Acronym
Zero - HyTechPark

Project Data

Project location	Walqa Technology Park.
Project start date:	Ctra. Zaragoza N330A, Km 566, 22197 Cuarte (Huesca), SPAIN
Project end date:	<01/01/2010>
Total Project duration (in months)	<31/12/2010>
Total budget	1.408.110€
Total eligible budget	678.080€
EU contribution:	48,16%
(%) of total costs	Walqa Technology Park.
(%) of eligible costs	Ctra. Zaragoza N330A, Km 566, 22197 Cuarte (Huesca), SPAIN

Beneficiary Data

Name Beneficiary	Foundation for the Development of New Hydrogen Technologies in Aragon
Contact person	Dr Fernando Palacín
Postal address	Walqa Technology Park.
Visit address	Ctra. Zaragoza N330A, Km 566, 22197 Cuarte (Huesca), SPAIN
Telephone	0034 974 215258
Fax:	0034 974 215261
E-mail	director@hidrogenoaragon.org
Project Website	www.zerohytechpark.eu

Instructions:

The final report must be submitted to the Commission no later than 3 months after the project end date.

One paper and one electronic version of the report is sufficient for the Commission. These documents must be sent in identical versions also to the monitoring team. The report must also be sent to the national authority.

Please refer to the Common Provisions annexed to your grant agreement for the contractual requirements concerning a final report.

List of keywords and abbreviations used

FHA Fundación Hidrógeno Aragón
PTA Parque Tecnológico de Andalucía
PTB Parque Tecnológico de Bizcaia
PTW Parque Tecnológico Walqa
FCEV Fuel Cell Electric Vehicle
JdP Jefe de Proyecto
ACS Agua caliente sanitaria

1. List of contents

- 1. List of contents 3
- 2. Executive Summary 4
- 3. Introduction 7
- 4. Administrative part..... 8
 - 4.1 Description of the management system 8
- 5. Technical part..... 9
 - 5.1. Technical progress, per task 9
 - 5.2 Dissemination actions 37
 - 5.2.2 Dissemination: overview per activity 37
 - 5.3 Evaluation of Project Implementation 42
 - 5.4 Analysis of long-term benefits 44
- 6. Comments on the financial report 48
 - 6.1. Summary of Costs Incurred..... 48

2. Executive Summary

El Proyecto Zero – HyTechPark se ha centrado durante los 54 meses de desarrollo del mismo en la demostración de los beneficios medioambientales y la viabilidad técnica y económica de la integración de energías renovables e hidrógeno en entornos de parques tecnológicos. Para ellos se han realizado las siguientes acciones concretas:

- Diseño y simulación de sistemas innovadores de integración de EERR e hidrógeno en el entorno del Parque Tecnológico Walqa (en adelante PTW) y en edificio de Fundación Hidrógeno Aragón, en adelante FHA), especialmente centradas en el posterior desarrollo de prototipos para aplicaciones en el sector edificación y en el sector transporte.
- Realización de mejoras en la instalación existente de producción y distribución de hidrógeno en FHA. Balance energético del edificio de FHA y del PTW.
- Integración de pilas de combustible en edificación y en el sector transporte, con diferentes tipos de vehículos.
- Extrapolación de resultados a otros parques tecnológicos. Transferibilidad de resultados al mayor número posible de stakeholders, expertos, autoridades y público en general.
- Implementación de un Plan de difusión de los resultados del proyecto a nivel nacional e internacional.

Para la consecución de los objetivos iniciales se ha trabajado en el desarrollo de todas las actividades incluidas en la descripción de acciones de la memoria inicial del proyecto así como en otras actividades complementarias y adicionales que se han incluido durante el desarrollo del mismo.

Así pues los principales resultados del proyecto han sido:

- Realización de 4 estudios de viabilidad de diferentes aplicaciones de integración de EERR e hidrógeno.
- Realización de 3 informes de seguimiento de normativa: EERR, producción y distribución de hidrógeno, instalaciones de autoconsumo.
- Realización de 4 informes de análisis de mercado de EERR e hidrógeno (mercados nicho).
- Legalización de 5 instalaciones – prototipos innovadores con tecnologías del hidrógeno y EERR. Se requirieron acciones previas de estudio del marco legal y normativo:
- Realización de 2 estudios de impacto ambiental, sostenibilidad de los sistemas innovadores desarrollados en el proyecto y 3 proyectos de ingeniería.
- Desarrollo de 10 prototipos innovadores con EERR y tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.
- Desarrollo de 3 metodologías innovadoras de producto.
- Puesta en marcha de 4 acciones de monitorización de los resultados del proyecto en su aspecto medioambiental y energético. Una de las acciones requirió del desarrollo de una técnica de monitorización y su puesta en marcha.
- Elaboración de 2 guías para fomentar la replicabilidad y transferibilidad de los resultados y conocimiento creado en el proyecto, ambas centradas en la

implementación de EERR y en el cálculo de la huella de carbono de la actividad de entidades o empresas.

- Numerosas acciones de difusión del proyecto, entre las que destacan la realización de 9 seminarios enfocados a la transferencia del conocimiento creado en el marco del proyecto, la presentación de un Plan After – LIFE a 5 años y la presentación de un Layman’s report a la finalización del proyecto. El proyecto ha sido visitado en sus diferentes centros por 49.120 visitantes.

Se podría resumir que el proyecto ha logrado los objetivos adquiridos en la memoria inicial, disminución de las emisiones de carbono en parques tecnológicos mediante la integración de EERR y tecnologías del hidrógeno. Se ha observado que las soluciones de integración de EERR en edificación suponen una solución real a día de hoy para disminución de emisiones de carbono derivado de consumos térmicos y eléctricos en edificación, a la vez que una solución viable tanto técnica como económicamente como han demostrado los balances energéticos del proyecto. Una regulación menos restrictiva para las instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica conectadas a su vez a la red eléctrica incentivará el desarrollo de más instalaciones renovables con su correspondiente reducción de emisiones (casuística a nivel español, replicable a otras zonas de la UE con la misma problemática). De igual forma se han detectado una serie de mercados nichos para las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible en aplicaciones de movilidad urbana (hidrolimpiadora con pila de combustible) y movilidad en el sector logístico (carretilla elevadora con pila de combustible), así como en otras aplicaciones relacionadas con el sector edificación (pila de cogeneración, sistema de back – up con hidrógeno, instalaciones aisladas de red con integración de EERR e hidrógeno). Las soluciones implementadas suponen una solución no restringida a su uso en parques tecnológicos, sino de aplicabilidad a otros muchos sectores industriales, residenciales y del sector servicios tanto en su factor de edificación como desde el punto de vista de la movilidad y la logística.

Las soluciones técnicas de innovación desarrolladas en el proyecto han logrado los objetivos marcados en la memoria inicial de disminución de emisiones de CO₂ en el demo ejecutado e incluso han aumentado los objetivos esperados con el desarrollo de 10 prototipos innovadores de integración de EERR e hidrógeno en lugar de los 6 inicialmente previstos. Estos desarrollos han sido:

- Instalación aislada de red con H₂ y EERR. Permite sustituir en entornos aislados de red los contaminantes grupos diésel.
- Pilas de combustible conectadas a red. Innovación al conectar las pilas de combustible como sistema de autoconsumo en la red eléctrica de España.
- Pila de combustible como sistema de back – up. Da un valor añadido sobre los sistemas convencionales de baterías al poder incrementar desde minutos a horas el rango de actuación del sistema. Se reducen los componentes con alto grado de contaminación al sustituir las baterías por la pila de combustible.
- Pila de combustible de cogeneración para aplicaciones residenciales. Reduce las emisiones respecto a los sistemas convencionales de gas natural e incrementa la eficiencia del sistema con la generación de energía por proceso químico y mediante el aprovechamiento del calor residual del proceso.
- Vehículo de pila de combustible (FCEV). Permite descarbonizar el sector transporte mediante la integración del hidrógeno como combustible.
- Bicicletas eléctricas, de cara a fomentar la movilidad en le PTW y su replicabilidad a otros parques tecnológicos y entornos.

- Carretilla elevadora con pila de combustible, reduce el tiempo de recarga frente a carretillas de baterías, proporcionando más autonomía y reduciendo las emisiones de CO₂ frente a carretillas propulsadas por diésel.
- Hidrolimpiadora con pila de combustible, funcionamiento silencioso y con cero emisiones para ser integrada en parques tecnológicos, cascos urbanos de ciudades, etc.
- Compresión con hidruros metálicos (Comuro). Aumenta la eficiencia del sistema global de producción y distribución de hidrógeno usando el calor residual del proceso de la electrólisis para la compresión del hidrógeno generado.
- Solar térmica apoyo calefacción, medida complementaria al uso como sistema de ACS en localizaciones como parques tecnológicos donde los consumos de ACS son mínimos.

En lo referente a los aspectos financieros del proyecto, se ha gastado más de lo previsto en la memoria inicial en las partidas de personal, viajes y consumibles y se ha gastado menos de lo previsto en las partidas de asistencia externa y otros costes. El motivo de estos cambios se debe principalmente a que FHA decidió, para los desarrollos técnicos del proyecto, dedicar más recursos internos de personal y subcontratar un menor número de actividades en el desarrollo de los prototipos innovadores del proyecto. Esta acción ha permitido al personal técnico de FHA formarse con un grado de especialización de alto nivel que favorezca continuar con los desarrollos iniciados en el marco del proyecto así como la replicabilidad y transferibilidad del conocimiento dentro del sector, donde FHA se encuentra muy bien posicionada en el marco de la UE. El reto de desarrollar los prototipos en su mayoría con recursos de FHA implicó a su vez un mayor coste en consumibles para el desarrollo de los prototipos. A su vez incrementar la duración del proyecto en 6 meses, así como los objetivos finales respecto al número de prototipos a desarrollar (10 en lugar de 6) provocó una mayor dedicación de recursos de personal por parte de FHA de lo esperado. La amplia difusión del proyecto en eventos científicos y de difusión a nivel nacional e internacional ha provocado a su vez que esta partida haya excedido sus gastos. La imputación de costes a la partida de otros costes del proyecto ha sido muy baja debido a que la mayor parte de los gastos del proyecto se han podido incluir en el resto de partidas.

3. Introduction

A día de hoy, y especialmente en 2008, fecha de lanzamiento del proyecto Zero – HyTechPark, las demandas energéticas en edificios están y estaban basadas en consumos muy altos y mediante fuentes de energía fósiles, con las emisiones de CO₂ que esta generación energética conlleva. La FHA como coordinador y socio tecnológico del proyecto, pretendió, con el desarrollo del mismo demostrar que otras fuentes de energía como las energías renovables y aspectos como la eficiencia energética pueden contribuir en gran medida a reducir las emisiones contaminantes y representar opciones de gran interés desde el punto de vista económico, técnico y medioambiental. Para demostrar la viabilidad de estas soluciones se decidió implementar el desarrollo del proyecto en un parque tecnológico, al tratarse de una ubicación singular como polo de innovación de nuevas tecnologías, son un marco idóneo para favorecer la replicabilidad y transferibilidad de estas tecnologías y soluciones a otros sectores como el residencial, industrial, edificios públicos, etc. La solución adoptada en el marco del proyecto para reducir las emisiones de CO₂ y la implementación de sistemas más sostenibles fue la instalación de prototipos donde se integran las energías renovables con las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.

Otras acciones de reducción de emisiones de CO₂ se desarrollaron en el marco del proyecto. La de más importancia junto a las acciones de edificación sostenible fue la acción de movilidad eléctrica, basada en la integración de pilas de combustible alimentadas con hidrógeno en vehículos. Otro de los aspectos más contaminantes de la actividad industrial y diaria de los ciudadanos y las empresas son las tareas logísticas y los desplazamientos. Basándonos en la casuística de los parques tecnológicos pero, teniendo en cuenta la replicabilidad en todos los sectores relacionados con el transporte se han desarrollado en el marco del proyecto una serie de prototipos de movilidad que reducen de forma considerable las emisiones de CO₂ en una misma actividad. Dentro de los mismos se ha detectado una serie de mercados nichos para las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible que una vez finalizado el proyecto se está intentando poner en valor en el entorno de la Unión Europea.

Para apoyar las soluciones sostenibles basadas en hidrógeno y pilas de combustible en edificación y en el sector transporte, una serie de acciones de desarrollo tecnológico previo de la infraestructura han sido necesarias. Se trata de los sistemas de generación de hidrógeno libre de emisiones al ser generado a partir de electrólisis mediante energías renovables, y del desarrollo de la infraestructura que permite la distribución del hidrógeno como un combustible o vector energético no contaminante. Todas las soluciones finales obtenidas a partir de los prototipos innovadores desarrollados y demostrados en el proyecto de forma exitosa basan su innovación en la integración de energías renovables y tecnologías del hidrógeno, favoreciendo un entorno medioambiental más sostenible.

El proyecto a partir de las soluciones obtenidas demuestra los beneficios de las líneas de actuación propuestas por la UE en lo referente al sector de la energía, “Energy infrastructure priorities for 2020 and beyond - A Blueprint for an integrated European energy network”, donde el proyecto demuestra aspectos como la posibilidad de almacenar energía de la red eléctrica y la importancia futura del hidrógeno como vector energético, o el Roadmap de energía 2050, donde entre sus prioridades se nombra específicamente el hidrógeno como vector energético. De igual forma el proyecto demuestra la viabilidad de las soluciones desarrolladas para favorecer la política comunitaria en el referente a polución del aire y eficiencia energética.

4. Administrative part

4.1 Description of the management system

El proyecto LIFE+ Zero - HyTechPark, coordinado por FHA, está organizado de la siguiente manera:

La FHA ejecuta de forma exclusiva las acciones técnicas del proyecto, que van desde la Acción 1 hasta la Acción 7. El resto de socios únicamente participan en la Acción 9, poniendo en práctica el Plan de Difusión del proyecto. Por otro lado, la FHA también es responsable de la gestión del proyecto (Acción 8) al actuar como coordinador del mismo. Aunque los Beneficiarios Asociados no toman parte activa en la consecución de los objetivos técnicos del proyecto, sí que son informados periódicamente acerca de los principales avances conseguidos, ya que una parte importante de su labor de difusión dentro del proyecto es la de dar a conocer los resultados de las diferentes acciones técnicas entre los agentes oportunos.

A continuación, y para cerrar este apartado, se incluye un esquema donde se muestra el progreso del proyecto desde su planteamiento inicial hasta la planificación final realizada:

Action	2010				2011				2012				2013				2014	
Number	I	II	III	IV	I	II												
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

Planteamiento memoria inicial 

Planteamiento final proyecto 

Los principales cambios se han debido a la realización de tareas adicionales a lo inicialmente previsto en el proyecto, siempre bajo el consentimiento de los órganos gestores del proyecto LIFE a partir del PO del proyecto y del equipo de seguimiento externo. También cabe citarse que el proyecto al tener un carácter innovador muy definido ha requerido de ciertas modificaciones de las actividades técnicas y objetivos durante el desarrollo del mismo por la rapidez del avance de la tecnología. Estos cambios se han realizado siempre bajo aprobación por la Comisión y por el equipo de seguimiento externo y vienen explicados en el capítulo 5, donde se explican las acciones técnicas del proyecto.

4.2 Evaluation of the management system

El desarrollo del proyecto se ha producido sin incidentes entre los socios y bajo un ambiente colaborativo muy positivo para la consecución de los objetivos establecidos. FHA se ha

centrado en los desarrollos tecnológicos del proyecto que se explicarán en el apartado 5 del presente informe, mientras que el resto de socios han apoyado a FHA en la difusión y comunicación de los desarrollos realizados a empresas y entidades del sector, autoridades y al público general. Los Parques Tecnológicos ha representado un socio de gran valor añadido para el proyecto pues la difusión del mismo se ha realizado en importantes polos de innovación, lo que ha propiciado los primeros contactos entre empresas de su entorno y FHA para poner en valor algunas de las soluciones tecnológicas desarrolladas en el marco del proyecto. Se podría concluir que la colaboración ha sido un éxito y se esperan resultados en el futuro cercano pues ya se están promoviendo nuevas iniciativas de desarrollos innovadores y despliegue en el mercado de los prototipos desarrollados entre empresas de los Parques Tecnológicos y FHA, como la integración de SAI de hidrógeno en centros de supercomputación, sistemas de movilidad sostenible en entornos urbanos de cascos históricos, integración de pilas de combustible, etc.

La comunicación con la Comisión y con el equipo de seguimiento externo del proyecto ha sido en todo momento muy fluida y, desde el proyecto se quiere agradecer todo el apoyo recibido en el desarrollo del mismo, donde FHA era la primera vez que coordinaba un proyecto LIFE, y donde cualquier duda o cuestión surgida ha sido en todo momento atendida con la máxima rapidez.

5. Technical part

5.1. Technical progress, per task

A continuación se va a realizar una explicación de las diferentes acciones que se han realizado dentro del Proyecto LIFE + Zero-HytechPark. Los logros conseguidos y como se ha llegado a la consecución de los mismos mediante la implementación y construcción de diferentes aplicaciones y prototipos en el entorno del Parque Tecnológico Walqa y más concretamente en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón.



Ilustración 1. Edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón.

El principal objetivo que se ha pretendido conseguir con la elaboración de este proyecto es la reducción de las emisiones en el entorno del Parque Tecnológico Walqa, para ello se han desarrollado diferentes acciones y con ellas se han desarrollado diferentes aplicaciones para conseguir los diferentes objetivos que se han propuesto en este proyecto.

Action 1: Analysis and definition. Technical specifications settlement.

La acción 1 del proyecto, como acción preparatoria sirvió para adaptar los objetivos del resto de acciones técnicas definidas en la memoria del proyecto a la situación actual de la tecnología. Como se ha comentado con anterioridad las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible, por su carácter innovador están en una fase de desarrollo acelerado donde el estado de la tecnología, y por ende, las soluciones óptimas, varían en cortos periodos de tiempo. Esta acción preparatoria fue clave para redefinir acciones que habían quedado obsoletas sobre la memoria inicial, y para el correcto funcionamiento y éxito posterior del proyecto. Además la Acción 1 sirvió para analizar los consumos y necesidades del edificio y parque tecnológico que han servido de demostrador del proyecto, edificio de FHA y PT Walqa.

Actualmente la Fundación Hidrogeno Aragón, dispone de una infraestructura de energías renovables que está formada por 101.7 kW de energía solar fotovoltaica y 636 kW de energía eólica, con estas instalaciones se ha demostrado que puede cubrir aproximadamente entre el 15% y el 45% del consumo de energía del Parque Tecnológico Walqa. Además, también se dispone una instalación de producción de hidrogeno por electrolisis, acompañado por una hidrogenera que dispensa hidrogeno a una presión de 200 bar o 350 bar dependiendo de vehículo a repostar. Con esta acción se ha demostrado cual es la mejor forma de integración de tecnologías sostenibles para conseguir que los Parques tecnológicos sean autosuficientes en un futuro cercano.

Las actividades realizadas en el marco de esta acción han sido:

- Realización de un balance energético del edificio, para conocer los diferentes consumos existentes, y poder ejecutar medidas de ahorro y mejora.
- Definición de la infraestructura renovable necesaria para cubrir el 100 % del consumo energético del Parque Tecnológico Walqa.
- Integración de un sistema de energías renovables con el sistema actual, para ello se estudió la instalación actual, para posteriormente instalar una aplicación basada en pilas de combustible de hidrogeno.
- Realizar una simulación del sistema mediante el empleo de un software informático.
- Justificación de todos los equipos necesarios para la implantación de todos los prototipos necesarios.
- Estudios de mercado, para conocer los diferentes componentes existentes en el mercado, para posteriormente seleccionar el producto que más se adecuaba a la aplicación correspondiente, además de analizar las mejores opciones económicas.

Las principales aplicaciones que se decidió desarrollar para conseguir que el Parque Tecnológico Walqa sea lo más sostenible posible son las siguientes:

- Instalación solar térmica, para la calefacción y sistema de ACS, en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón. Donde dada la ausencia de consumos de ACS en edificios de centros tecnológicos se decidió focalizar la tecnología para el ahorro de

combustible en el sistema de clima, en concreto propano para calefacción, reduciendo de esta forma las emisiones de CO₂ a la atmósfera así como el coste del sistema de clima en su operación. El periodo de amortización del sistema se estima en 17 años.

- Instalación solar fotovoltaica con capacidad de funcionamiento aislada de la red eléctrica, encargada de alimentar el equipamiento de la oficina de la Fundación Hidrogeno Aragón. Las dependencias de FHA disponen, como es lógico en un parque tecnológico, de conexión a la red eléctrica. El sistema se desarrolló con el objetivo de analizar este tipo de instalaciones donde el almacenamiento de energía a gran escala y en un marco temporal amplio puede encontrar mercados nicho de aplicación en localizaciones aisladas de red como refugios de montaña, mediciones de calidad de agua, antenas de comunicación, etc. Esta acción ha propiciado un amplió interés de algunos de los sectores de la sociedad, especialmente de los gestores de refugios de montaña a nivel europeo con los que se está promoviendo en la actualidad el lanzamiento de un proyecto demostrativo para la tecnología en condiciones reales de altitud y climáticas y que con toda seguridad será presentado como propuesta en la Call 2014 del nuevo programa LIFE para 2014 a 2020.
- Movilidad sostenible, mediante bicicletas eléctricas, cuadriciclos eléctricos y “HyTows”, etc, que se verán en la descripción de la Acción 5 del proyecto, sobre movilidad sostenible a lo largo de este informe.
- Implementación de pilas de combustible de hidrogeno en el edificio de FHA, para desarrollar un sistema de cogeneración y para su utilización en un sistema de back-up.
- Mejoras en la hidrogena existente, con la monitorización de los parámetros principales y mejoras en un sistema de comunicación y además desarrollo de un sistema de compresión del gas que se produce en las instalaciones de la Fundación, mediante hidruros metálicos, tecnología muy innovadora y que amplía sobre manera la eficiencia global del sistema al usar calor residual del proceso como fuente de energía, reduciendo la contaminación térmica al entorno.

Con todas estas aplicaciones se ha conseguido reducir las emisiones de CO₂, en el Parque Tecnológico Walqa.

En el desarrollo de esta acción también se analizó y se comenzó a trabajar en la normativa y reglamentación aplicable a las instalaciones a poner en marcha y de cara a la implementación de los diferentes prototipos desarrollados. Se ha tenido en cuenta la reglamentación nacional y las normas técnicas aplicables a instalaciones solares térmicas, así como un resumen del pliego de condiciones técnicas y del proceso de legalización en Aragón de este tipo de instalaciones. También se detalla la normativa y reglamentación vigente aplicable a estaciones de servicio de hidrógeno. Por último, también se analizó el proceso de homologación de las bicicletas eléctricas de pila de combustible y de los dos cuadriciclos híbridos de baterías y pila de combustible.

En lo referente al análisis de los balances de energía de cara a desarrollar las medidas medioambientales y energéticas correctoras, se ha diferenciado entre balances de energía eléctrica y térmica (tanto en términos de consumo de energía como de generación), así como el balance de energía debido al transporte de trabajadores desde su domicilio hasta el PTW. Todos estos balances se han llevado mediante el desarrollo de una guía y herramienta para el

cálculo de las huella de carbono a parámetros medioambientales, y de esta forma se ha monitorizado las mejoras obtenidas mediante el desarrollo de prototipos e instalaciones en el marco del proyecto.

Dentro del balance de energía eléctrico, se han analizado los consumos eléctricos del edificio de FHA. Por otro lado, se ha estudiado el alcance que podría tener la instalación eléctrica aislada a acometer en el edificio para reducir dicho consumo energético. El estudio se extendió al consumo eléctrico del PTW. Los resultados han mostrado que la instalación renovable del PTW logra cubrir el consumo eléctrico del PTW arrojando unos datos que varían de manera mensual entre un 15% y un 45%.

El segundo de los balances de energía acometidos ha sido sobre los consumos térmicos tanto del edificio de la FHA como del PTW. En cuanto al edificio de la FHA, se incluye un análisis detallado del balance de energía de la instalación solar térmica a desarrollar dentro de la Acción 2 de este proyecto ZeroHyTechPark dando como resultado una reducción de las emisiones de propano, fuente de energía actual del sistema de calefacción, de un 19%.

Finalmente, el tercer balance de energía realizado consiste en estudiar las emisiones de CO₂ emitidas debidas al transporte de los empleados del PTW desde su lugar de residencia. El estudio se ha realizado tanto para el personal de la FHA como del Parque en su totalidad, incluyendo en el primer caso las emisiones generadas por los viajes realizados por el personal de la entidad. Los resultados obtenidos para ambas aplicaciones se resumen en que se necesitarían unos 885Nm³ de hidrógeno anuales para cubrir las necesidades de uso de la flota de vehículos a operar, y que la cantidad restante de hidrógeno podría suponer la producción de unos 1060kWh térmicos, los cuales podrían ser aprovechados por la instalación solar térmica para reducir en mayor medida el consumo de propano, combustible utilizado en el sistema de calefacción del edificio de la FHA.

Este último resultado indica que la energía generada por la pila de cogeneración en estas condiciones **apenas supone el 5% de la energía generada por la instalación solar térmica**. Este resultado pone de manifiesto el carácter incipiente de las nuevas tecnologías del hidrógeno al comprobar que otras tecnologías de generación de energía renovable han alcanzado un grado de madurez mayor y su coste por kWh generado es netamente inferior. Sin embargo, y aun admitiendo que estos datos no son nada competitivos desde un punto de vista técnico – económico, se vuelve a reiterar que el objetivo de las actividades a desarrollar en este proyecto es puramente demostrativo, es decir, se trata de probar tecnologías alternativas que en un futuro puedan adoptarse como sistemas energéticos eficientes, fiables y rentables. La viabilidad técnica ha quedado demostrada mientras que la viabilidad económica se limita a una serie de mercados nichos que se contemplan en el Plan After – LIFE y que serán comentados brevemente en este informe.

Las actividades desarrolladas en el marco de la Acción 1 del proyecto no han sufrido ningún cambio ni alteración substancial respecto a lo establecido en la memoria inicial del proyecto. No se ha encontrado ningún problema digno de mención en el desarrollo de esta acción. La monitorización de los consumos y balances de energía se mantendrá en el futuro para auditar las instalaciones desde el punto de vista energético y desde el punto de vista medioambiental.

Action 2: Renewable energy production. Permits and authorization.

En esta apartado se van a detallar las instalaciones de energías renovables que se han desarrollado en el marco de este proyecto, estas instalaciones están basadas en energía solar fotovoltaica para los consumos eléctricos del edificio y energía solar térmica para los consumos térmicos del mismo.

Otro punto que ha tenido vital importancia en el desarrollo de esta acción es la legalización de las instalaciones.

Los pasos que se han llevado a cabo para la realización de esta acción han sido los siguientes:

- Diseño de la instalación
- Legalización de la instalación
- Implementación de la instalación

Cabe citar que con anterioridad a este proyecto LIFE se había desarrollado un proyecto denominado proyecto IOTHER, donde se desarrolló la infraestructura para la generación de hidrógeno “verde” mediante el uso de energías renovables en el proceso de electrólisis. El proceso de electrólisis mediante energías renovables es la forma más eficiente de generar hidrógeno completamente renovable y con cero emisiones. Se trata de disociar agua en hidrógeno y oxígeno mediante la aplicación de electricidad en corriente continua. El objetivo final del proyecto era crear una infraestructura sólida de diferentes tecnologías de generación eléctrica renovables, que permita alimentar un laboratorio de producción de hidrógeno por electrolisis situado en el edificio de FHA.

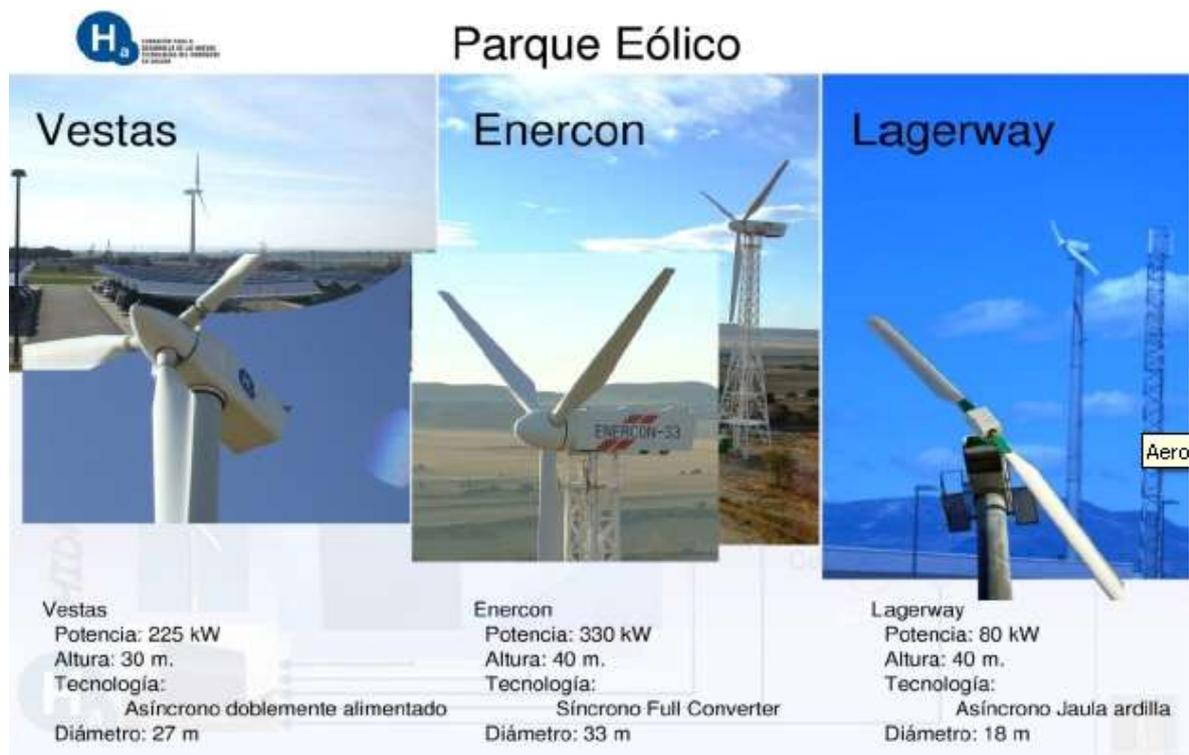


Ilustración 2. Características de las turbinas eólicas.

También se incluye una instalación de generación fotovoltaica, se dispone de una instalación de potencia pico de 100 kW, repartidos de la siguiente forma:

- 60 kW de instalación fija, instalada en las marquesinas del parking.
- 20 kW, seguidor solar ADES.
- 5 kW, seguidores solares Deguer.

- 10 kW, seguidor solar MECASOLAR.



Ilustración 3. Instalación de placa fija instalada en las marquesinas del parking.

El disponer de estas instalaciones permitió dedicar más recursos a otras acciones del proyecto como las Acciones 5 y 6.

En el marco de la Acción 2 del proyecto, también, se ha llevado a cabo la construcción de una instalación solar térmica de baja temperatura como apoyo al sistema de calefacción existente en FHA con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ derivadas del consumo de propano y lograr así un edificio más sostenible. Se logrará evitar 4.500 kg de CO₂ al año.

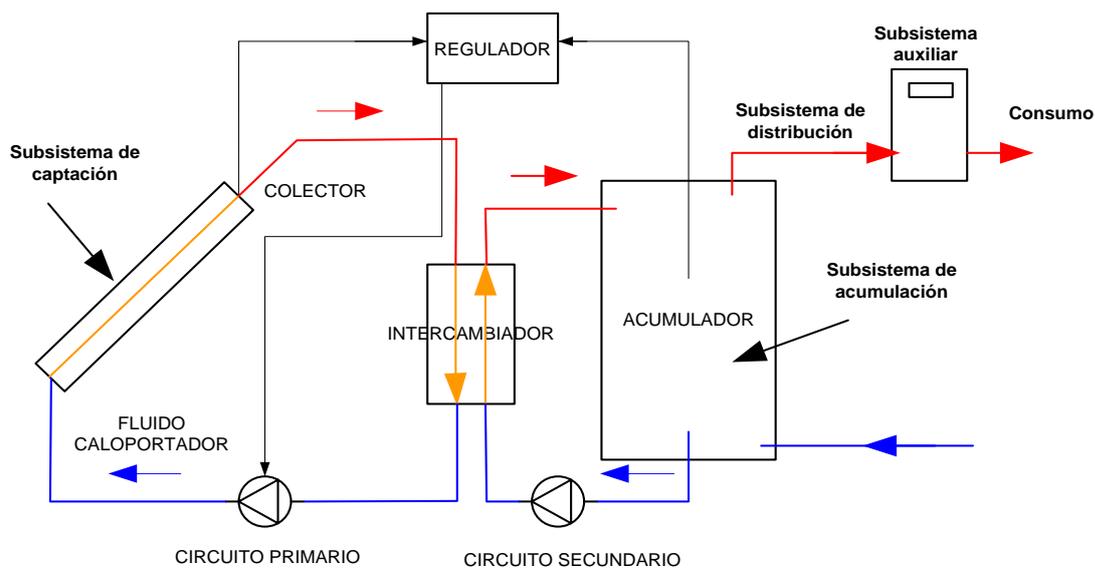


Ilustración 4. Esquema básico de la instalación solar térmica.

Destacar, que todas estas acciones que se han desarrollado en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón, son totalmente extrapolables a cualquier edificio del Parque Tecnológico Walqa o de otros centros tecnológicos.

Las propuestas que se pueden llevar a cabo para disponer de unos parques tecnológicos más sostenibles, pueden ser las siguientes:

- Construcción del edificio con criterios energéticos
- Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas
- Aprovechamiento de la geotermia y la biomasa para requerimientos térmicos
- Generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos y/o molinos eólicos
- Integración de sistemas de micro cogeneración mediante pilas de combustible.

También se ha desarrollado una instalación solar aislada, que se encargara de la alimentación la oficina de los trabajadores de la Fundación Hidrogeno Aragón. Una instalación de generación eléctrica aislada de red es un sistema que permite suministrar energía en lugares a los que no llega la red eléctrica. Esta opción representa una alternativa a los contaminantes grupos diésel.

La instalación está compuesta por un sistema de captación solar fotovoltaico de 10 kW que se sitúa en la cubierta del edificio de la Fundación. Como sistema de almacenamiento de la energía eléctrica se dispone de un banco de baterías de 48V nominales, 6,6 kWp y 1990Ah que proporcionan una autonomía de unos 4/5 días a nuestra oficina. Esto permite que se pueda disponer de electricidad por la noche o en días que no hace sol. El sistema también cuenta con una pila de combustible de 1,2 kW que a partir del hidrógeno de nuestras instalaciones produce electricidad y recarga las baterías.

Con esta instalación se alimentan los equipos informáticos de la oficina de la Fundación hidrógeno Aragón, de forma totalmente limpia, evitando emisiones de CO₂. Se producen más de 11.000 kWh/año de electricidad y se evita la emisión de 7500 kg CO₂/año.

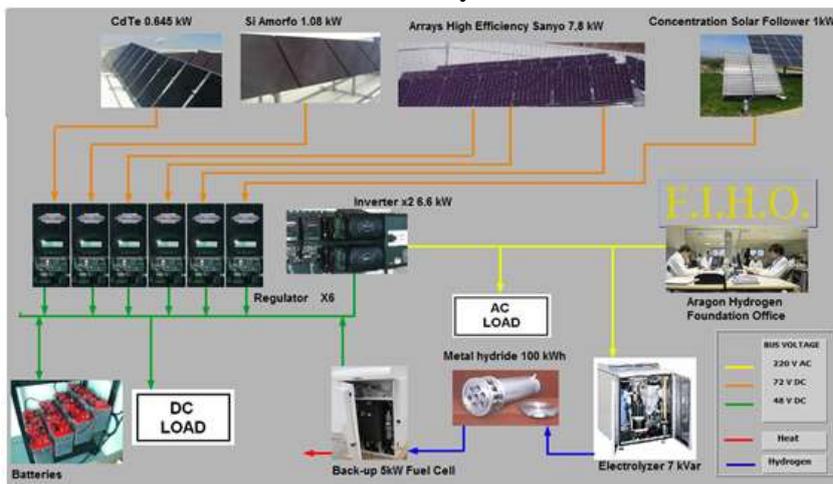


Ilustración 5. Esquema de la instalación aislada.

Para tener un control de los consumos y de los diferentes ahorros, que se consiguen con las instalaciones de energías renovables se han instalado diferentes sensores:

- Sensores de tensión
- Sensores de intensidad
- Sensores de radiación
- Sensores de temperatura.

Todos estos datos se muestran en una pantalla, para que todos los visitantes de la Fundación, vean las ventajas que se obtienen con la instalación de energías renovables en el entorno de un edificio de similares características.

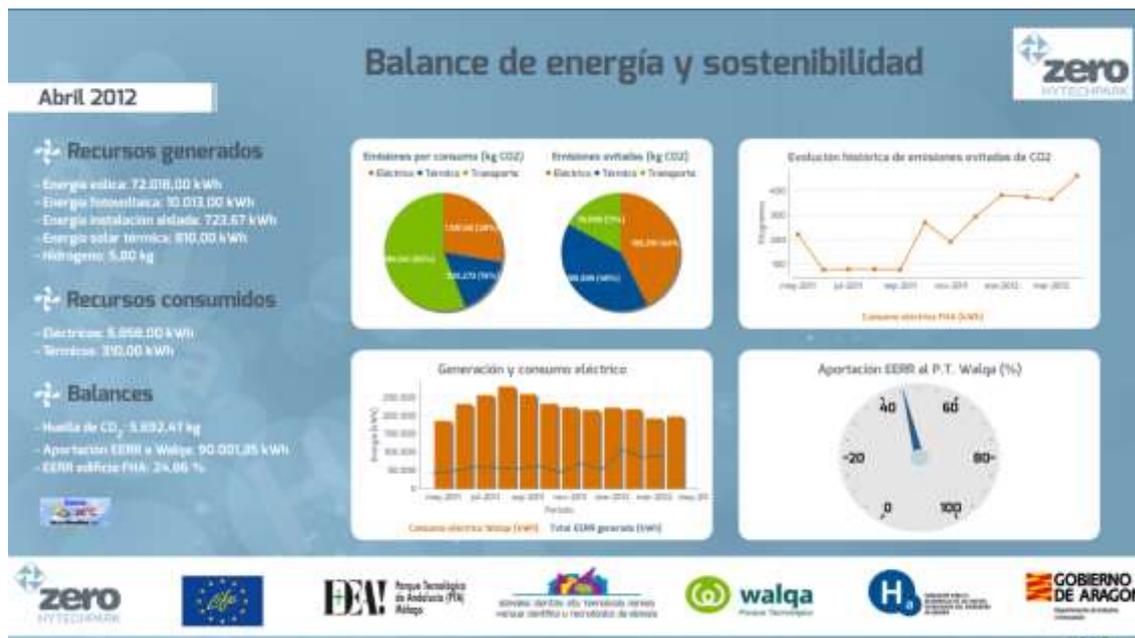


Ilustración 6. Pantalla de información LIFE +.

Los datos expuestos indican la energía generada por los equipos de la Fundación, i.e. energía eólica, fotovoltaica, solar térmica, hidrógeno generado, y la energía generada en la instalación aislada. También aparece la energía consumida por la Fundación, dividida en eléctrica y térmica. Y por último se muestra un apartado denominado Balance, donde se muestra la cantidad de dióxido de carbono emitido, la energía generada de forma de EE.RR. en todo el parque, y el porcentaje de energía renovable en toda la energía consumida.

La gráfica situada en el primer cuadrante expresa la evolución a lo largo de los meses de las emisiones de CO₂ de la Fundación. En el segundo cuadrante aparecen dos gráficas tipo tarta, diseñadas para ver el peso de los distintos factores en las emisiones realizadas y evitadas.

Ya en el tercer cuadrante la gráfica mostrada es relativa al conjunto del parque tecnológico Walqa. Se muestra la evolución de la energía consumida por el parque tecnológico en forma de barras, y la energía generada en forma de energía renovable por todo el conjunto del parque, en forma de una línea y también se muestra el porcentaje de energía renovable que ha consumido todo el parque en el mes mostrado en la gráfica.

Se ha desarrollado una herramienta para el cálculo de la huella de carbono y los impactos que ella posee. Esta herramienta permite analizar el alcance de estas tecnologías en función de sus impactos medioambientales.

Otro punto muy importante desarrollado en esta acción, es que todas las instalaciones tienen que cumplir la normativa vigente en la actualidad. Para ello, se han tomado como referencia las siguientes normas:

- Código Técnico de la Edificación (CTE). Sección HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Instalaciones de energía solar térmica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. PET – REV – enero 2009

- ORDEN de 27 de abril de 2009, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se regula el procedimiento de acreditación del cumplimiento de las condiciones de eficiencia energética y de seguridad industrial de las instalaciones térmicas en los edificios

Las actividades desarrolladas en el marco de la Acción 2 del proyecto no han sufrido ningún cambio ni alteración substancial respecto a lo establecido en la memoria inicial del proyecto. No se ha encontrado ningún problema digno de mención en el desarrollo de esta acción. Todas las instalaciones mencionadas en esta acción permanecen activas y evitando emisiones de CO₂ una vez finalizado el proyecto y durante los años venideros. De igual forma el edificio de FHA continua siendo objeto de visitas una vez finalizado el proyecto y se continúan divulgando las ventajas de este tipo de tecnologías en aspectos medioambientales, técnicos y económicos.

Para una mayor dinamización del sector se sugiere, a nivel europeo en general y español en particular, revisar la normativa y regulación de las instalaciones de autoconsumo conectadas a la red eléctrica. En el marco del proyecto se ha demostrado el potencial de estas tecnologías para reducir emisiones de CO₂ y su viabilidad económica, si bien la regulación actual todavía hace dificultosa la rentabilidad económica debido a los costes de acceso a red y regulación actual.

Action 3: Production of Renewable Hydrogen. Technology Implementation

Para el desarrollo de la Acción 3 del proyecto, si bien inicialmente en la memoria de solicitud se incluían como tareas la ejecución de una planta de generación de hidrógeno renovable, el periodo comprendido entre la solicitud del proyecto, la aceptación y la puesta en marcha del mismo permitió que la instalación fuera ejecutada con anterioridad a la fecha de inicio del proyecto. Esto ha permitido que los recursos que se iban a emplear en la ejecución de la instalación se hayan invertido en la optimización de la misma mediante la realización de ensayos, simulaciones y procesos de mejora.

Durante el desarrollo del proyecto se ha conseguido la generación de gas de forma estable a partir de energía de la red eléctrica y se ha optimizado el sistema de control y seguridad. Se ha simulado la instalación y se ha comparado con resultados reales. Se ha legalizado la instalación y se ha elaborado un documento guía para la legalización de este tipo de instalaciones. Toda esta información se encuentra en los entregables de la Acción 3.

Más concretamente se ha mejorado la capacidad de producción de hidrogeno mediante electrolisis alcalina y se produce una cantidad de 10 m³/h a una presión de 32 bar, cantidad más que suficiente para distribuir hidrogeno a todos los prototipos desarrollados.

Las actividades que se han llevado a cabo en el marco de la acción 3 han sido las siguientes:

- Diseño de las mejoras del prototipo de la instalación
- Simulación virtual del sistema diseñado
- Legalización de la instalación, la duración aproximada de este paso es del orden de 8-10 meses.

- Implementación y operación de las mejoras a la planta piloto.
- Monitorización de la instalación, análisis de los datos, implementación de mejoras y aumento de la eficiencia.

Se ha llevado a cabo una serie de modificaciones de mejora y ampliación de la hidrogenera existente, para ello a través de una empresa de ingeniería, se realizó un proyecto técnico de la instalación. A continuación se muestra un esquema de la instalación.

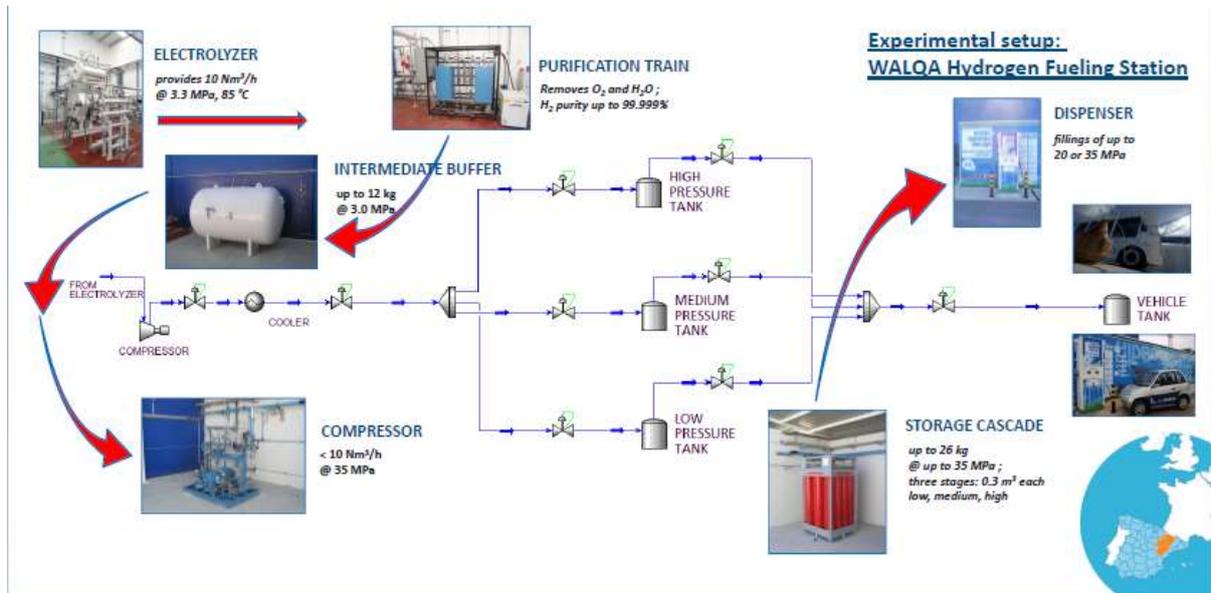


Ilustración 7. Esquema hidrogenera Walqa.



Ilustración 8. Electrolizador instalado en la Fundación Hidrogeno Aragón.

La planta ha generado más de 10.000 m³N de hidrógeno de extrema pureza y origen renovable durante el desarrollo del proyecto. Buena parte de ese hidrógeno ha servido para testear y demostrar los desarrollos integrados en las acciones 5 y 6 del proyecto, de movilidad sostenible y edificación sostenible mediante EERR e hidrógeno. Todo ese gas ha sido almacenado en las instalaciones de FHA hasta ser usado. La tecnología se ha mostrado a un número superior a 100 empresas, autoridades, centros de formación y expertos en la materia.

En lo referente a los aspectos legislativos, pese a tratarse de una tecnología segura y probada, las estaciones de servicio de hidrógeno o más comúnmente, hidrogeneras, presentan todavía una serie de barreras para alcanzar la fase de implementación, siendo la ausencia de legislación específica, tanto a nivel nacional como europeo, uno de los principales obstáculos a los que se enfrenta. Entre la normativa aplicable a este tipo de instalaciones, se menciona en este documento la Norma ISO 20100, referente a estaciones de servicio de hidrógeno gas, cuya publicación se prevé clave a la hora de impulsar el desarrollo de legislación específica. A nivel nacional, a este tipo de instalación se le puede aplicar el reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos, es el instrumento legal que muestra mayor compatibilidad con las estaciones de servicio de hidrógeno; pese a ello, presenta, entre otros, un aspecto principal por el que no puede considerarse aplicable a hidrogeneras: no considera el proceso productivo de hidrógeno. A nivel autonómico, en función del tipo de hidrogenera y ubicación, le son aplicables tres regímenes de intervención administrativa ambiental: Autorización Ambiental Integrada junto con Evaluación de Impacto Ambiental, o Licencia Ambiental de Actividades Clasificadas. Se ha realizado un plan de ensayos, para ver la viabilidad de los equipos y de la planta en cuestión y para posteriormente, subsanar las posibles deficiencias que pudieran aparecer, ya que nos encontramos ante una planta de pruebas y con estos ensayos se ha dado validez a la instalación. El proyecto de instalación y ejecución fue visado durante el desarrollo del proyecto.

Las actividades relacionadas con los aspectos legislativos del proyecto, si bien se contemplaban únicamente en la parte inicial del proyecto se han continuado hasta el cierre del mismo debido a la vigilancia normativa que FHA desarrolla de forma habitual sobre la tecnología de producción de hidrógeno.

Una vez finalizado el proyecto la planta continuara operativa como sistema de testeo de la tecnología, recibiendo a cuantos expertos y visitantes deseen recibir información sobre este desarrollo innovador. El estado actual de la tecnología desarrollada está próximo a la introducción en el mercado.

Action 4: Distribution of Hydrogen infrastructure.

Como se ha comentado en la Acción 3 del proyecto, el sistema de distribución de hidrógeno de FHA fue ejecutado con anterioridad al proyecto. Por lo tanto durante el periodo de análisis y definición de tareas del primer año del proyecto se definieron como acciones técnicas la mejora del actual sistema de dispensación de hidrógeno de la hidrogenera de FHA y el análisis de un sistema de compresión de hidrógeno basado en energía solar térmica e hidruros metálicos para optimizar el actual sistema, basado en compresores mecánicos, y para reducir las emisiones de CO₂ del mismo y hacerlo si cabe más sostenible.

A día de hoy la norma que estandarice el llenado de vehículos de hidrógeno está en plena discusión por la SAE, sociedad americana de ingenieros para normalización entre otras de la industria del automóvil, y la que establece a nivel mundial las normas para el sector automoción. FHA se ha mantenido durante todo el proyecto alerta a la publicación para proceder a la elección de la mejor solución posible para la mejora del sistema de distribución de hidrógeno. La ausencia de la norma deriva en focalizar los esfuerzos en el sistema de compresión de hidrógeno innovador (Comuro) y en el análisis preliminar del sistema de preenfriamiento previa entrada del hidrógeno en los vehículos durante la dispensación, así como en dedicar parte de los esfuerzos a las Acciones 5 y 6.

Durante el periodo de informe se ha conseguido realizar un análisis de vigilancia tecnológica de las tecnologías citadas, un informe de ofertas y características técnicas tanto para la mejora del sistema de dispensación como para el sistema de compresión basado en hidruros metálicos.

Mediante la realización de esta acción se ha evaluado y desarrollado la implementación de la red de distribución de hidrogeno en el Parque Tecnológico Walqa. Es de vital importancia la forma de distribución del hidrogeno por diferentes motivos como pueden ser los siguientes: seguridad, costes, eficiencia y problemas técnicos. La presión de trabajo para aplicaciones estacionarias (cogeneración, back-up) será media presión, del orden de 32 bar, mientras tanto que para las aplicaciones móviles esta presión tomara valores de 350 bar.

Las siguientes actividades se han desarrollado en el marco de la Acción 4:

- Definición de una gestión eficiente de la producción de hidrogeno y su posterior uso en los edificios y vehículos
- Legalización de la instalación
- Implementación y operación de la planta piloto
- Desarrollo de sistema de compresión más eficiente mediante el uso de calor residual del proceso

Se han analizado una serie de mejoras en la instalación de disposición de hidrogeno, para de esta manera adaptarnos a la normativa existente en la actualidad, más concretamente según la norma SAE J2601, dice que es necesario para el llenado de los diferentes vehículos establecer un sistema de enfriamiento, para evitar posibles problemas que se puedan producir cuando se realiza el llenado de un vehículo, el gas se calienta y por lo tanto, si introducimos una etapa de enfriamiento el proceso se hace mucho más eficiente.

Para mejorar la eficiencia del proceso de compresión de hidrogeno, se ha desarrollado un sistema de compresión basado en hidruros metálicos (Comuro). Este sistema de compresión de hidrogeno aprovecha la energía térmica o mejor dicho el calor para comprimir el hidrogeno. Esto se lleva a cabo gracias a una reacción química que se produce ente el hidrogeno y una aleación metálica formada por hierro, lantano, níquel, entre otros elementos.

En esta instalación, se ha llegado a alcanzar 200 bar de presión en una sola etapa, se puede conseguir un aumento de la presión si se aumentan el número de etapas hasta alcanzar los 700 bar que parece ser el estándar que se establecerá en el futuro.

Las principales ventajas de este sistema son que al no tener partes móviles el sistema, las tareas de mantenimiento que hay que realizar son prácticamente nulas y además es una manera de aprovechar el calor residual que producen muchas aplicaciones.



Ilustración 9. Sistema de compresión basado en hidruros metálicos (Comuro).

En relación a la normativa que se ha tenido en cuenta para la elaboración esta acción es la misma que la normativa que se utilizó para la Acción 3 de este proyecto. De igual forma la cantidad de gas distribuido en la acción y las empresas e instituciones que han visitado las instalaciones se corresponden con las incluidas en la descripción de la Acción 3 del presente informe.

Tal y como se mencionaba en la Acción 3, una vez finalizado el proyecto la planta continuará operativa. En lo referente al sistema innovador de compresión, se continuará desarrollando la tecnología en FHa hasta llegar a un estado de comercialización del producto.

Los cambios principales en las actividades desarrollados sobre lo expuesto en la memoria inicial han sido, como ocurría en la Acción 3 del proyecto, extender la vigilancia de la normativa y regulación aplicable a la instalación hasta final del proyecto debido a las continuas actualizaciones, así como, la realización del sistema de compresión basado en hidruros metálicos (Comuro), no incluido entre las tareas iniciales.

Action 5: Sustainable mobility

Dentro de esta acción de movilidad sostenible, lo que se ha conseguido es hacer en el entorno del Parque Tecnológico Walqa, la movilidad lo más sostenible posible. Destacar que cuando se comenzó este proyecto no existían vehículos de hidrogeno comerciales, por lo que se tuvieron que realizar varios prototipos.

Las principales ventajas que presentan este tipo de vehículos es la reducción de las emisiones de CO₂ y acústicas. El uso de estos vehículos, no solo tiene que centrarse en el entorno de Parques Tecnológicos sino que también son extrapolables a otros entornos como pueden ser polígonos industriales, áreas de negocios o Universidades, etc.

Para llevar a cabo esta acción las actividades que se han realizado son las siguientes:

- Un estudio de mercado de los diferentes vehículos de hidrogeno existentes.
- Contactar con empresas, que estén interesadas en la implementación del hidrogeno en diferentes aplicaciones móviles.
- Construcción de los diferentes prototipos.

- Adaptación de la flota sostenible de vehículos, al entorno del Parque Tecnológico Walqa.
- Homologación de los diferentes vehículos.
- Monitorización de los diferentes ensayos.

Se ha llevado a cabo un estudio de mercado, para conocer el estado de la tecnología del hidrogeno en el mundo automovilístico, se llegó a la conclusión que todos los fabricantes conocen y están trabajando en el desarrollo de modelos de pila de combustible, de hecho existen muchos prototipos desarrollados, pero en la actualidad no existe ningún modelo comercial y de venta al público. Es de destacar que Toyota en el año 2015, comenzara la comercialización de un modelo de pila de combustible de hidrogeno en Japón, para posteriormente comenzar la venta de este modelo en Europa y Estados Unidos. Hyundai es otra compañía muy activa en el sector, mientras que a nivel de marcas europeas Daimler puede ser la compañía que más está apostando por la tecnología del hidrógeno y las pilas de combustible en automoción a corto plazo.

Después de varias conversaciones con diferentes empresas, ENDESA, cedió dos vehículos eléctricos REVA a la Fundación Hidrogeno Aragón, por lo tanto se llegó a la conclusión de realizar la conversión de un vehículo eléctrico de baterías a un vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrógeno. Esta conversión proporciona aumento en la autonomía del vehículo (incluso hasta un 50%) y reducción en el tiempo de recarga (periodos de 8 horas inicialmente a recargas de 3-4 minutos). El prototipo permitió comparar las tecnologías de movilidad eléctrica basadas en baterías y en pila de combustible.

Tabla 1. Comparación de los diferentes tipos de vehículos existentes.

	BEV	FCEV	COMBUSTIÓN
AUTONOMÍA (km)	65	120	500
RECARGA	80 %	1/2h.	
	100 %	8h.	2 min
COSTE (c€/km)	1.75	7	10
BATERÍAS	200Ah 48V 10kWh	20Ah 100V 2kWh	-
PILA DE H₂	-	12kW	-
EMISIONES (gr CO₂/km)	0	0	130

El motor eléctrico se alimenta a partir de la energía eléctrica que proporciona la pila de combustible. Ésta se alimenta con hidrógeno comprimido a 350 bar. El vehículo además cuenta con un sistema de recuperación del calor generado por la pila de combustible, el cual se emplea en el circuito de calefacción del vehículo, reduciendo de este modo el consumo total de energía.

A continuación, se muestran una serie de imágenes de la transformación que se ha realizado en el vehículo eléctrico de baterías para convertirlo en un vehículo de pila de combustible de hidrogeno.



Ilustración 10. Electrónica de potencia del prototipo de FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle).



Ilustración 11. Interior del prototipo de FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle).

La homologación del vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrogeno era necesaria para poder utilizar el vehículo como si de un vehículo convencional se tratara, ya que era uno de los objetivos de este proyecto, como es la movilidad sostenible dentro de los parques tecnológicos.

Para la homologación de este vehículo, el proceso que se ha llevado a cabo se resume de la siguiente manera.

- 1º Proyecto de reforma describiendo las modificaciones a realizar en el vehículo.
- 2º Visto bueno de las modificaciones por un laboratorio certificado.
- 3º Emisión de un “certificado de taller”, que indica cómo se han realizado las modificaciones de la reforma
- 4º Inspección técnica (ITV) del vehículo.
- 5º Vehículo listo para circular por la vía pública.



Ilustración 12. Inspección técnica del prototipo de FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)

Uno de los objetivos de este proyecto es hacer la movilidad sostenible dentro de los parques tecnológicos, y esto extrapolarlo a otros puntos, como pueden ser ciudades. Por lo tanto, este proyecto, desarrolla un plan de movilidad, extrapolable a cualquier ciudad de nuestro país. Y mediante el empleo de este vehículo eléctrico de pila de combustible y su análogo, el vehículo eléctrico de baterías, se ha conseguido una movilidad sostenible dentro del entorno del Parque Tecnológico. Además, teniendo diferentes tecnologías, se pueden demostrar cual es la mejor configuración para desarrollar una movilidad sostenible dentro de las ciudades.

Dentro de esta acción dedicada a la movilidad sostenible, se ha realizado la transformación de una flota de veinte bicicletas de pedaleo asistido (equipado con pedales y un motor eléctrico auxiliar que no puede ser propulsado exclusivamente por medio de ese motor auxiliar). Se ha dotado a las bicicletas de un motor eléctrico que alimentado a través de una batería eléctrica impulsa la bicicleta reduciendo el esfuerzo. Dicho motor se pone en funcionamiento siempre que no se dé una de las siguientes circunstancias:

- La velocidad sea mayor de 25 km/h.
- Alguno de los frenos esté pulsado.
- Cese el pedaleo.



Ilustración 13. Bicicleta eléctrica.

Para la elección de la batería más adecuada, se realizó un estudio de mercado para de esta manera encontrar la que mejor se adapte a la aplicación en cuestión. Se estudió la opción de colocar una batería fija en la bicicleta o una extraíble, dadas las múltiples ventajas y facilidades que presentan las baterías extraíbles y el usuario al que van enfocadas se opta por

la instalación de una batería extraíble. Como la que se muestra en la imagen que aparece a continuación.



Ilustración 14. Batería extraíble elegida para las bicicletas eléctricas.

Estas bicicletas han sido cedidas al PT Walqa en el marco de un convenio de colaboración para facilitar los desplazamientos de los trabajadores del parque, reduciendo de este modo las emisiones de CO₂ en la zona.



Ilustración 15. Flota de bicicletas cedidas por la Fundación Hidrogeno Aragón al P.T. Walqa.

Al realizar una transformación en las bicicletas eléctricas, es necesario realizar la homologación de las mismas, para que puedan ser un producto comercial. Para ello hay que realizar las modificaciones siguiendo las indicaciones que realizan las normas escritas a tal efecto. Al encontrarnos en un centro de investigación, y estar inmersos en tareas de mejora y optimización continuamente se pidió al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), una excepción en cuanto a la homologación de las mismas y que puedan ser homologadas sea cual sea la configuración de las mismas, ya que no se realizan modificaciones mecánicas de las mismas, sino que son modificaciones a nivel de alimentación eléctrica, con el fin de mejorar las prestaciones de las bicicletas.

Dentro de la acción de movilidad también se ha desarrollado el balance de planta completo de un stack de pila de combustible de hidrogeno. Para ello se han desarrollado los diferentes subsistemas que componen el balance de planta, que posteriormente se instaló como bloque de potencia en una carretilla eléctrica de baterías. Para la realización del balance de planta del stack se han tenido en cuenta las especificaciones que nos da el fabricante del stack.

Los diferentes subsistemas que forman parte del balance de planta son los siguientes:

- Ánodo
- Cátodo
- Refrigeración
- Electrónica de potencia
- Sistema de control

A continuación, se va a mostrar una tabla, en la que se compara la carretilla de hidrogeno, frente a las diferentes tecnologías existentes (carretilla diésel y carretilla eléctrica de baterías).

Tabla 2. Comparación de las diferentes tecnologías existentes en carretillas elevadoras.

	Diésel	Eléctrica de baterías	de Hidrogeno
Ahorro energía	3.6 kWh/km	0.55 kWh/km	1.9 kWh/km
Ratios económicos	15.000 €	14.700 €	28.000 €
Emisiones	0.869 kgCO ₂ /km	0 kgCO ₂ /km	0 kgCO ₂ /km

Como se puede observar en la tabla que aparece arriba, se ve que el uso de las carretillas eléctricas de baterías y las carretillas de hidrogeno, contribuirían notablemente en la consecución del principal objetivo de este proyecto, que es reducir las emisiones de CO₂, en el entorno del Parque Tecnológico.



Ilustración 16. Recarga del power pack de la carretilla de hidrogeno.

Para finalizar, se muestra las ventajas, que presenta la carretilla de hidrogeno frente a la carretilla eléctrica de baterías y frente a la carretilla diésel.

- **Comparativa con carretilla eléctrica:**
 - Reduce el tiempo de recarga, pasando de 8 horas a un repostaje de 2-3 minutos (reducción 99,4%).
 - Proporciona una autonomía del doble o el triple en cada repostaje.
 - Aumenta la productividad (mayor número de desplazamientos/turno de trabajo).
 - Reduce tiempos perdidos en repostaje (Reducción 87%).
 - Elimina la necesidad de tener un segundo banco de baterías para operar mientras las primeras están cargando.
- **Comparativa con carretilla diésel:**
 - Elimina las emisiones de CO₂.
 - Funcionamiento silencioso.
 - Reducción del número de piezas móviles y por lo tanto del mantenimiento.

Dentro del apartado de movilidad sostenible se iba a realizar un sistema de potencia portátil alimentado por una pila de combustible de hidrogeno. El prototipo, un carro o remolque, disponía de una antena que permite dar una mayor cobertura en lugares con excesiva aglomeración de gente. Finalmente se decidió la construcción de una Hidrolimpiadora autopropulsada para la limpieza de las calles de las ciudades o incluso para la limpieza del entorno del Parque Tecnológico Walqa, al responder a un mercado nicho de mayor interés en la actualidad, si bien el sistema es muy similar y únicamente se varía en el desarrollo del prototipo lo que es la aplicación final.



Ilustración 17. Hidrolimpiadora finalizada.

El prototipo de remolque para limpieza de cascos urbanos aporta una solución factible para limpieza. La implementación de este sistema lograría disminuir el ruido de las ciudades e incluso ampliar al horario nocturno la limpieza de algunas zonas de la ciudad por convertirse esta actividad en compatible con el descanso de los ciudadanos, además de mejorar aspectos como la calidad del aire, pilar de los retos de sostenibilidad y protección ambiental de la Unión Europea. Respecto a otras opciones con baterías eléctricas, el prototipo presenta una amplia autonomía y un tiempo de recarga del orden de minutos. Un sistema fuente de energía puramente eléctrica no se considera factible por las necesidades de autonomía y recarga de la aplicación.

El manejo o movimiento de la limpiadora por las calles es muy sencillo para el operario, ya que está dotado de un sistema de jockey Wheel (rueda especial para desplazamientos) que permite libertad de movimientos. El prototipo, un carro o remolque, dispone de un depósito de agua con una manguera a presión que permite la limpieza de las calles en los cascos urbanos de las ciudades. La manguera guía el agua a presión propulsada por una bomba alimentada a través de una pila de combustible

A continuación, se muestran de manera cuantitativa las ventajas que aporta el sistema HyTow, frente al modelo convencional formado por una pick-up y un motor diésel.

Ahorro energía:	Sistema <i>HyTow</i> : 37,5 kWh/día Sistema pick-up (diésel): 60 kWh/día
Ratios económicos:	Sistema <i>HyTow</i> : 21 000 € Sistema pick-up (diésel): 17 450 €
Emisiones CO₂:	Sistema <i>HyTow</i> : 0kg CO ₂ /año Sistema pick-up (diésel): 3 750kg CO ₂ /año
Emisiones acústicas:	Sistema <i>HyTow</i> : 70 dB (equivalente al ruido de una oficina)

Sistema pick-up (diésel): 120 dB (equivalente al despegue de un avión).

Comparativa sistema pick-up (diésel):

- Reducción del nivel sonoro.
- Posibilidad de operación en periodo nocturno eliminando molestias a los vecinos.
- Reducción del tamaño del sistema, mejorando movilidad y accesibilidad.
- Eliminación de las emisiones de CO₂.

Una vez finalizado el proyecto las acciones de continuación se focalizan en poner en valor mediante soluciones de mercado los prototipos desarrollados en el marco del proyecto. Especial interés han causado en las empresas con las cuales se ha contactado los desarrollos de la carretilla con pila de combustible y la hidrolimpiadora. Más de 50 empresas, autoridades y centros de formación han visitado las instalaciones desarrolladas. Cabe citar como aspecto relevante que a partir de un seminario de movilidad sostenible realizado en el marco del programa LIFE se entró en contacto con el Ministerio de Transporte de Malta, con los que se está lanzando un proyecto en el marco de la Call 2014 del programa LIFE para realizar un proyecto demostrativo de movilidad cero emisiones basada en hidrógeno en entornos urbanos.

Esta acción ha sufrido importantes cambio durante el desarrollo del proyecto respecto a lo incluido en la memoria inicial del proyecto.

Respecto a las tareas iniciales incluidas en la tabla siguiente, se incluyeron una serie de acciones extra como el desarrollo de la carretilla y la hidrolimpiadora de pila de combustible. El motivo de añadir estas tareas fue la detección de un mercado nicho potencial para estas tecnologías innovadoras, incrementando la sostenibilidad de aplicaciones industriales de uso común. La comparativa entre el desarrollo incluido en la memoria inicial y el finalmente realizado se puede ver en la siguiente tabla:

Deliverables Memoria Proyecto	Actividades finalmente realizadas
1. Informe de características y ofertas técnicas	1. Proyecto técnico de vehículos de pila de combustible
2. Informe de desarrollo técnico, desarrollo e implementación de los prototipos	2. Proyecto técnico de la flota de bicicletas
3. Informe de extrapolación de resultados	3. Homologación vehículos PC
4. Proceso de homologación	4. Homologación de bicicletas
5. Informe de acuerdos de colaboración con PYME y otras entidades	5. Explotación bicicletas
	6. Explotación vehículos de PC
	7. Proyecto técnico de carretilla basada en pila de combustible
	8. Proyecto técnico de sistema de potencia portátil con hidrógeno (Hidrolimpiadora)
	9. Ejecución de carretilla basada en pila de combustible
	10. Ejecución de sistema de potencia portátil con hidrógeno (Hidrolimpiadora)

Las actividades desarrolladas en la Acción 5 del proyecto si bien debían de comenzar mediado el proyecto se adelantaron al año 2011 debido a que, como ya se ha comentado, parte de las tareas incluidas en las acciones 3 y 4 del proyecto se habían realizado con anterioridad al comienzo del mismo.

Action 6: Sustainable applications in building

Se han desarrollado diferentes aplicaciones en el edificio de FHA con el fin de demostrar la cantidad de emisiones de CO₂ que se consiguen evitar para de esta manera extrapolar los resultados obtenidos en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón a otros edificios de similares características situados en otros Parques Tecnológicos y entornos similares.

Las acciones realizadas en esta acción son las siguientes:

- Estudio de mercado de las pilas de combustible disponibles.
- Simulaciones virtuales basándose en los consumos y en las demandas energéticas.
- Proyecto técnico de la construcción y su integración de la instalación completa.
- Legalización de la instalación.
- Puesta en marcha de la instalación.
- Desarrollo de un sistema de control y gestión de la energía.

Para comenzar con la elaboración de esta acción, se comenzó realizando un estudio de mercado con las pilas de combustible disponibles en el mercado, para poder integrarla en el edificio de la Fundación y de esta manera conocer el estado en el que se encuentra la tecnología en la actualidad.

Durante el desarrollo técnico de la acción se ha integrado una pila de combustible alimentada por hidrógeno en un banco de ensayos como sistema de cogeneración (aprovechamiento simultáneo de electricidad y calor). El sistema ofrece 4 kW de potencia eléctrica y 3,5 kW útiles de potencia térmica que utilizamos para calentar el agua del depósito de 150 litros desde 20°C hasta 60°C en 2 horas de funcionamiento. El rendimiento del sistema es del 70%, 40% eléctrico, 30% térmico y 30% de pérdidas. El agua caliente es aprovechable tanto para agua caliente sanitaria (ACS) como calefacción, la calefacción, en este caso, se utilizará en calentar mediante un fancoil instalado a tal efecto en el laboratorio de potencia del edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón.

La gran ventaja de este sistema es que no produce emisiones contaminantes. Además, se consigue una mejora en el rendimiento energético por producirse la electricidad in-situ en los domicilios, con lo que se evitan las pérdidas por el transporte de la energía eléctrica.



Ilustración 18. Banco de ensayos de la pila de cogeneración.

También se ha desarrollado un sistema de alimentación ininterrumpida, SAI (en inglés UPS), que es un dispositivo que puede proporcionar energía durante un apagón eléctrico y por un tiempo limitado a todos los dispositivos que tenga conectados. La inclusión de una pila de combustible de Hidrógeno en un SAI, permite multiplicar exponencialmente la duración de la alimentación de emergencia. Se alcanzan días y semanas de autonomía, frente a los minutos y horas de los sistemas convencionales, ya que la alimentación de los mismos, se realiza con baterías convencionales. La principal ventaja que presenta el uso de pilas de combustible de hidrógeno en este tipo de aplicaciones es la autonomía, ya que se ve incrementada considerablemente, además es totalmente escalable y cuanto mayor sea la potencia y mayor sea la autonomía requerida la competitividad en aspectos financieros aumenta. En cuanto a las emisiones de efecto invernadero, en este tipo de aplicación no se consigue ninguna reducción ya que los sistemas convencionales funcionan con baterías y las emisiones son nulas. Si bien los materiales utilizados en la fabricación de pilas de combustible son menos agresivos en aspectos contaminantes.



Ilustración 19. SAI con pila de combustible de hidrogeno

En el marco del proyecto se ha desarrollado un sistema de gestión de la energía eléctrica utilizando el hidrógeno. Primero se produce hidrógeno con los excedentes de energía

renovable producida. El hidrógeno se almacena en nuestras instalaciones. Cuando se necesita un aporte de electricidad extra, se aprovecha la pila de combustible alimentada por hidrógeno para reinyectar la electricidad a la red. Las pilas de combustible instaladas son de 10 kW formadas por módulos (stacks) de 2 kW. Tienen una vida de más de 3000 horas de funcionamiento. Se trata de tecnología de pila de combustible tipo PEM, de cátodo abierto refrigerada por aire. Las pilas vierten la electricidad producida a través de dos inversores monofásicos de 5 kW que transforman la energía eléctrica en corriente alterna con las características adecuadas para su consumo en nuestro edificio. La principal ventaja de este sistema es su respuesta instantánea ya que se encuentra continuamente en stand – by.



Ilustración 20. Pilas de combustible con conexión a red

Para este tipo de aplicaciones, se suelen utilizar generadores diésel, la utilización de este sistema basado en hidrogeno, presenta las siguientes ventajas frente a un generador diésel convencional:

- Las pilas de combustible funcionan en condiciones de frío extremo: -25°C
- Eliminación de las emisiones contaminantes. Se puede integrar la pila de combustible junto a energías renovables como la fotovoltaica.
- Mayor seguridad de funcionamiento. Los sistemas a gasoil tienen problemas de robo de combustible, con lo que se compromete la seguridad de abastecimiento.

El consumo medio mensual en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón es de 4.000 kWh al mes, imaginemos que este sistema se encargara de generar un 5 % de la energía mensual, esto sería 200 kWh, si esta energía la generáramos con un generador diésel convencional las emisiones serian del orden de 55 kg de CO_2 , mientras que la utilización del sistema basado en pila de combustible de las emisiones serían de 0 kg de CO_2 , como se puede observar las emisiones se reducen considerablemente mediante el empleo del sistema basado en las pilas de combustible de hidrogeno.

Por último, se ha desarrollado una instalación de autoconsumo fotovoltaico que se ha instalado en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón, se ha construido con el fin de producir in situ la energía que posteriormente se consumirá en el edificio de la Fundación.

La instalación está formada por los siguientes elementos:

- Paneles fotovoltaicos Sanyo, con una potencia total de 7 kWp

- Inversor SMA

Con una instalación de este tipo conseguiríamos lo siguiente:

- Generar energía limpia
- Consumir energía en el mismo punto que se consume
- Reducir pérdidas energéticas por transporte eléctrico

Mediante esta instalación se van a producir anualmente una cantidad de energía que aproximadamente representa el 25 % del consumo eléctrico del edificio de la Fundación y además esto conllevará un ahorro económico del orden de 1.000 € al año.



Ilustración 21. Inversor DC/AC SMA.

Se han desarrollado diferentes aplicaciones para hacer el edificio sostenible (pila de cogeneración, instalación aislada, sistema de autoconsumo, sistema SAI de hidrógeno), para todas las instalaciones se ha tenido en cuenta la normativa existente actualmente, todo esto para hacer una construcción cumpliendo la ley y para demostrar que cumpliendo la ley se pueden conseguir edificios totalmente autosuficientes y sostenibles. La gran ventaja, que poseen todas estas aplicaciones es que no produce emisiones contaminantes, aunque es de destacar, que existe unas pequeñas limitaciones en los sistemas que utilizan hidrogeno como combustible, ya que no existe una red de distribución de combustible y a esto se le suma el coste actual de la tecnología.

Se han realizado ensayos de larga duración en todas las aplicaciones basadas en tecnologías del hidrogeno, instaladas en el edificio, más concretamente en los siguientes prototipos.

- Instalación aislada de la red
- Pila de hidrógeno de conexión a red
- Pila de hidrógeno de back-up
- Pila de hidrógeno de cogeneración

Los resultados de los ensayos son positivos ya que una vez solventados los problemas encontrados durante la puesta en marcha y ensayos de corta duración; no se han producido problemas ni fallos de ninguna índole.

En el marco de esta acción, también se han realizado una serie de ensayos de simulación de la red eléctrica, a la que está conectada la instalación de producción de hidrogeno, en FHA, para de esta manera conocer modelos más precisos del sistema electrolizador, así como predecir y planificar los resultados de los ensayos. Para ello se ha instalado un sistema simulador de redes es una fuente de alimentación avanzada que gracias a sistemas de electrónica de potencia, puede recrear las diferentes condiciones que se pueden tener en las redes eléctricas en el laboratorio.

Las tareas establecidas en la memoria inicial se han mantenido en cuanto a sus objetivos y temporización, si bien, la reducción de esfuerzos en las Acciones 3 y 4 ha provocado la inclusión de nuevas tareas en esta Acción 6, considerada de gran importancia para el desarrollo del proyecto pues cubre un espectro muy importante de los consumos energéticos, como es el sector de la edificación. Las actividades incluidas respecto a la memoria inicial son las siguientes:

- Análisis de la microrred del PT Walqa.
- Instalación y plan de ensayos con el simulador de redes eléctricas.
- Análisis de viabilidad técnico y económico de la generación de frio mediante hidruros metálicos (sistema Fricaluero).

El desarrollo de estas tareas adicionales retraso la finalización de esta tarea concreta.

Una vez finalizado el proyecto, y como ya se ha comentado para los prototipos desarrollados en la Acción 5, la intención es poner en valor mediante soluciones de mercado los prototipos desarrollados en el marco de esta acción. Más de 50 empresas, autoridades y centros de formación han visitado las instalaciones desarrolladas.

Action 7: Settings, Sets and improvements

En esta acción, se han testado los prototipos desarrollados, se han analizado las posibles mejoras y finalmente se han implementado. Las actividades concretas realizadas han sido las siguientes:

- Operación y mantenimiento de la infraestructura de las energías renovables, producción de hidrogeno y almacenamiento de hidrogeno.
- Operación y mantenimiento de la flota de vehículos
- Informes de monitorización de todos los resultados.
- Operación y mantenimiento de todas las tecnologías de hidrogeno que se han integrado en el edificio.

Dentro de esta acción, se han desarrollado unas mejoras y modificaciones en las diferentes aplicaciones desarrolladas por la Fundación Hidrogeno Aragón, dentro del marco del proyecto Zero Hytechpark. Las mejoras se han realizado, con el fin de mejorar la eficiencia y la disponibilidad de las diferentes aplicaciones desarrolladas.

En las aplicaciones que se han realizado mejoras son las siguientes:

- Vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrogeno
- Sistema de cogeneración, basado en una pila de combustible de hidrogeno
- Sistema portátil de potencia con pila de combustible de hidrogeno
- Instalación de autoconsumo fotovoltaico.
- Carretilla elevadora de pila de combustible de hidrogeno.

Para finalizar esta acción, se ha puesto en valor todas las aplicaciones desarrolladas dentro del marco del proyecto LIFE +. ZeroHytechPark. Y como se podrían extrapolar todas las acciones desarrolladas a otros edificios de similares características.

- ✓ Los sistemas aislados son viables técnicamente en la actualidad. El apoyo con pila de hidrógeno deberá ofrecerse en los casos es que se desee un mayor ahorro de emisiones, ya esta opción actualmente no es atractiva desde el punto de vista económico.
- ✓ La inclusión de una pila de combustible de SAI, es una gran opción en aquellos sistemas de back-up en los que deseemos una gran autonomía y fiabilidad. La posibilidad de añadir almacenamiento mientras el equipo está en funcionamiento proporciona un gran valor añadido.
- ✓ Es posible instalar SAIs de hidrógeno en salas de servidores estándar, únicamente realizando un acondicionamiento de la sala, acompañado de su correspondiente estudio ATEX.
- ✓ Se ha demostrado la viabilidad técnica de la conexión de una pila a la red eléctrica, siendo la topología de conexión en autoconsumo como la más recomendable en la actualidad.
- ✓ En la actualidad la normativa española no contempla las pilas de combustible como generadores conectador a red, por lo que se propone el uso de las topologías aisladas o asistidas, desarrolladas también en el ámbito de la instalación aislada ensayada en el proyecto. Se propone incluir las pilas de combustible en la regulación actual a nivel español y europeo (si bien en algunos países UE es ya una realidad, no ocurre lo mismo en todos).
- ✓ La pila de combustible genera suficiente energía térmica para ser utilizada en suelo radiante o fancoil. La elección de un sistema u otro depende únicamente de las necesidades del cliente.
- ✓ En la instalación de pila de hidrógeno para cogeneración, según el marco regulatorio actual de generación eléctrica, no es posible instalar una pila de hidrógeno para verter electricidad a la red, por lo que la instalación debería ser aislada de la red.
- ✓ Las aplicaciones de movilidad para que triunfen se necesita una red de distribución de hidrogeno más desarrollada y además es necesario un cambio de mentalidad en la población. Pero la tecnología técnicamente está totalmente desarrollada, habría que seguir investigando en los temas de almacenamiento de energía, para conseguir unas autonomías superiores.
- ✓ Las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico, son una realidad y con ellas se reduce considerablemente las emisiones de efecto invernadero y además se reduce el consumo eléctrico y por lo tanto se produce un ahorro en la factura de la luz.

Para concluir el apartado y por petición expresa de los responsables del programa LIFE se incluye un breve resumen de los posibles nichos de mercado de las diferentes aplicaciones desarrolladas en el marco del proyecto ZERO- HytechPark.

Después de conocer todas las ventajas y todas las características técnicas que nos proporcionan todas las aplicaciones desarrolladas en el marco del proyecto ZERO-HytechPark, adjuntamos explicación sobre los nichos de mercado donde pueden encajar las diferentes aplicaciones desarrolladas en el marco de este proyecto.

Antes de entrar en detalle, valdría la pena destacar que para que las diferentes aplicaciones basadas en hidrogeno puedan tener éxito, tendría que producirse in situ el hidrogeno o tener una estación dispensadora para poder recargar las diferentes aplicaciones.

La instalación aislada de red, basada en paneles solares fotovoltaicos, baterías y además con apoyo de una pila de combustible de hidrogeno, tendrá futuros nichos de mercado en cualquier población que no tenga acceso a la red eléctrica, con una instalación de este tipo tendrán acceso a la electricidad. Un nicho de mercado muy adecuado para este tipo de instalación pueden ser los refugios de montaña, muchos de ellos consiguen electricidad por medio de grupos electrógenos de gasoil y para poder tener gasoil disponible, este combustible hay que transportarlo con helicóptero, así que con la instalación de paneles fotovoltaicos, capaces de producir la energía necesaria en ellos, nos evitaríamos estos sobrecostes de transporte y además conseguiríamos evitar las emisiones de CO₂ en entornos protegidos y dispondríamos de energía eléctrica de calidad y limpia en lugares aislados como pueden ser los refugios de montaña.

La instalación de autoconsumo que se ha realizado en la Fundación Hidrogeno Aragón, también basada en paneles fotovoltaicos, podría tener sentido en cualquier edificio que quisiera conseguir un ahorro mensual en su factura de electricidad. Destacar que la inversión a realizar en este tipo de instalaciones tiene un valor reducido, ya que este tipo de tecnología está muy desarrollado y existe mercado por lo tanto los costes de materiales y productos son menores que en el resto de las aplicaciones desarrolladas. Dicho con otras palabras, cualquier ciudadano de a pie, puede instalarse una instalación de autoconsumo y de esta manera reducir sus gastos en electricidad y del mismo modo evita la emisión de una cantidad de CO₂ considerable.

En el apartado de movilidad sostenible, el nicho de mercado es muy variado según sea la aplicación.

Centrándonos en las bicicletas eléctricas y vehículos eléctricos de baterías y de pila de combustible de hidrogeno, un posible cliente potencial y nichos de mercado podrían ser los ayuntamientos de las diferentes ciudades y que pretendan desarrollar un plan de movilidad sostenible por el casco urbano de sus ciudades. De esta manera, se puede desarrollar un servicio de alquiler de bicicletas y coches para que los ciudadanos puedan usarlos para ir al trabajo, hacer la compra... De esta forma se reducirían considerablemente las emisiones de CO₂, dentro de los cascos urbanos de las ciudades, para poder llevar a cabo esta solución, sería necesario una inversión en la instalación de puntos de recarga tanto eléctricos como de hidrogeno en todas las ciudades. Ni que decir tiene que si se disponen de suficientes puntos de recarga en las ciudades, los propios ciudadanos verán este tipo de tecnología más útil y serán ellos mismos los que compren este tipo de vehículos, lo que hará que nuestras ciudades se vayan convirtiendo en ciudades más sostenibles, ya que gran parte de las emisiones que se producen en ellas las producen los vehículos que residen en ellas.

También se ha desarrollado, una Hidrolimpiadora alimentada por una pila de combustible de hidrogeno, presenta varias ventajas frente a los sistemas convencionales, dispone de una mayor autonomía, además de reducir las emisiones de CO₂ se reducen considerablemente las emisiones acústicas, lo que hace esta aplicación muy válida para su uso en los cascos históricos de las ciudades. Por lo tanto, un buen nicho de mercado pueden ser las ciudades como se ha comentado anteriormente, que pretendan convertirlas en ciudades más sostenibles o incluso empresas de limpieza, que quieran adquirir maquinaria de este tipo y de esta manera

ahorrarse en consumo de gasoil y además ofrecerles a sus futuros clientes una maquina silenciosa.

La ultima aplicación que se ha desarrollado dentro del apartado de movilidad ha sido una carretilla basada en una pila de combustible de mercado, esta aplicación se podía decir que es la primera aplicación en donde el hidrógeno comienza a ser rentable económicamente. Su principal nicho de mercado serían en grandes plataformas logísticas en las que las carretillas elevadoras están operando durante las 24 horas o en puertos marítimos en las que existen limitaciones de emisiones por lo que las carretillas convencionales de gasoil no se pueden utilizar y para la utilización de carretillas eléctricas de baterías es necesaria una gran infraestructura, además el tiempo de recarga de estas es de alrededor de 8 horas, por lo tanto, con la utilización de carretillas elevadoras de pila de combustible de hidrogeno se tendrían una mayor disponibilidad de las carretillas lo que se traduciría en un aumento de la efectividad de la plataforma y a su vez un aumento de los ingresos que se generan, para ello es necesario la construcción de la infraestructura de recarga en la misma plataforma logística. Esta aplicación tiene un gran mercado en cuanto a flotas cautivas se refiere. Actualmente en Estados Unidos y en Europa, existen varios centros logísticos que han apostado por este tipo de tecnología, debido a las múltiples ventajas que representa.



Ilustración 22: Carretilla de pila de combustible de hidrogeno en los almacenes de IKEA

La pila de cogeneración instalada en el edificio de la Fundación, puede tener como todas las aplicaciones desarrolladas e implementadas en el edificio, un gran nicho de mercado en todas las viviendas y/o edificios, siempre cuando tenga una fuente de suministro cercana a ellos.

La ultima aplicación que se desarrolló el sistema de reinyección a la red, actualmente al no existir legislación que permita reinyectar la energía eléctrica producida mediante hidrogeno a la red eléctrica, su implementación en el mercado queda un poco en el aire. Pero cuando, se consiga una legislación que permia este tipo de aplicación sus nichos de mercado, son muy amplios ya que se puede utilizar como generador de energía eléctrica de emergencia en

múltiples aplicaciones y además con una disponibilidad inmediata de esta energía, por ejemplo, en torres de comunicaciones. El nicho de mercado de esta aplicación es similar al del SAI (Sistema de alimentación Ininterrumpida), que se ha instalado en el edificio de FHA, más concretamente en el cuarto de los servidores informáticos, su aplicabilidad puede ser en instalaciones que no se pueden permitir ningún corte de luz y nuestro sistema de hidrogeno sería nuestro sistema de emergencia.

5.2 Dissemination actions

5.2.1 Objectives

El principal objetivo de la *Action 9. Difussion Plan* es conseguir que el proyecto llegue a la mayor cantidad de personas interesadas, sobre todo a la comunidad científica, el sector industrial, los Parques Tecnológicos, los principales agentes europeos y autoridades. Además de conseguir llegar al público general con el fin de familiarizarles con las nuevas oportunidades que aportan las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible, así como las energías renovables.

Otro de los objetivos de difusión es continuar con las actividades de comunicación del proyecto una vez finalizado el mismo mediante el Plan AFTER LIFE+ que tendrá una duración de cinco años, desde el 1 de Julio de 2014 hasta el 30 de Junio de 2019. El fin de este objetivo es conseguir mostrar todos los resultados del proyecto al mayor número de personas posibles.

5.2.2 Dissemination: overview per activity

En los 54 meses de duración del proyecto han sido muchas y muy variadas las actividades de difusión y comunicación que se han llevado a cabo de la mano de los cuatro socios del proyecto LIFE+ Zero-Hyterchpark para dar a conocer el mismo al mayor número de personas. A continuación se explican resumidamente cuales han sido estas actividades.

- Seminarios Organizados: se han organizado **9** seminarios públicos y jornadas de formación para explicar el proyecto, la evolución del mismo y las aplicaciones que se han desarrollado en el marco del proyecto. Estos seminarios han estado orientados a la participación de empresas, autoridades y al público en general. El objetivo de los mismos ha sido mostrar de cerca los beneficios de las EERR y de las tecnologías del hidrógeno.
 - La FHA ha organizado **6** Seminarios.
 - El PTA ha organizado **2** Seminarios.
 - El PTW ha organizado **3** Seminarios.

- Puertas Abiertas: se han organizado **16** Jornadas de Puertas Abiertas en las instalaciones de los cuatro socios participantes en el proyecto. Casi todas las jornadas se han celebrado en el marco de la Semana de la Ciencia durante los años de duración del proyecto. El objetivo principal ha sido inculcar la ciencia a estudiantes de colegios, e institutos, así como dar a conocer el proyecto al público general.
 - La FHA ha organizado **4** Jornadas de Puertas Abiertas.

- El PCTB ha organizado **4** Jornadas de Puertas Abiertas.
 - El PTA ha organizado **4** Jornadas de Puertas Abiertas.
 - El PTW ha organizado **4** Jornadas de Puertas Abiertas.
- Presentaciones Orales ofrecidas en encuentros, jornadas, talleres: se han llevado a cabo **X** Presentaciones Orales sobre el proyecto en muchos y muy diferentes foros (congresos nacionales e internacionales, talleres, jornadas...). El objetivo de estas presentaciones ha sido llegar al público empresarial, industrial, científico, universitario, y autoridades.
- La FHa ha ofrecido **24** Presentaciones Orales sobre el Proyecto.
 - El PCTB ha ofrecido **6** Presentaciones Orales sobre el Proyecto.
 - El PTA ha ofrecido **19** Presentaciones Orales sobre el Proyecto.
- Asistencia a Ferias Sectoriales: la FHa y el PTW han asistido a **15** ferias de muy diversos sectores, tanto tecnológicos, como agrícolas y ganaderas, industriales, y ferias también dirigidas al público general. El objetivo de las ferias es poder contactar directamente con el público y enseñarle in situ cuáles son las aplicaciones desarrolladas en el marco del proyecto y en qué consiste el mismo.
- La FHa ha asistido a **13** Ferias Sectoriales.
 - El PTW ha asistido a **2** Ferias Sectoriales.
- Publicaciones científico técnicas: La Fundación Hidrógeno Aragón ha presentado **10** publicaciones científico técnicas para presentar algunas de las aplicaciones desarrolladas en el marco del proyecto, y llegar así a un público más científico-técnico.
- Visitas: los socios del proyecto han realizado visitas guiadas a sus instalaciones para mostrar los puntos de información del proyecto, y en el caso de la FHa se han mostrado las aplicaciones desarrolladas en el marco del proyecto. Además en el caso del PCTB se han realizado visitas guiadas a BTEK donde se encuentra el módulo de información permanente y el taller de H₂.
- La FHa ha acogido a **4.870** visitantes.
 - El PCTB ha acogido a **150** visitas.
 - BTEK ha acogido a **14.000** visitantes.
 - El PTA ha acogido a **27.562** visitantes.
 - El PTW ha acogido a **2.778** visitantes.

Así pues, y con todo lo comentado anteriormente se puede decir que se han alcanzado los objetivos de difusión del proyecto incluso se han superado con méritos superando las expectativas planteadas inicialmente. Un ejemplo de ello es que se han organizado **10** seminarios, 6 más de los que se plantearon antes de iniciar el proyecto.

Se ha llegado a todos los públicos objetivos que se planteó desde un principio:

- *Público empresarial*, mediante seminarios, asistencia a ferias, presentaciones orales en jornadas o congresos.

- *Autoridades*, mediante visitas guiadas a las instalaciones de los socios.
- *Público científico-técnico*, mediante comunicaciones científico-técnicas enviadas a congresos.
- *Público industrial*, mediante jornadas dirigidas al sector industrial y asistencia a ferias más específicas del sector.
- *Público general*, mediante puertas abiertas celebradas en las instalaciones de los socios, o en eventos como ferias dirigidas al público general.

Tanto el proyecto en general, como las aplicaciones que se han desarrollado en el marco del mismo han tenido una muy buena acogida y un buen feedback. Muestra de ello es que se van a intentar lanzar futuros proyectos LIFE+ con nuevos socios que quieren implementar algunas de las aplicaciones desarrolladas en el marco del Proyecto LIFE+ Zero-Hytechpark.

El logotipo LIFE+ aparece en los siguientes equipos adquiridos por la FHA:

- Bicicletas eléctricas
- FCEV de hidrógeno
- Carretilla de hidrógeno
- Hidrolimpiadora
- Pila de Cogeneración
- Pila de hidrógeno aislada
- Inversor SMA – Autoconsumo
- Inversores (2) SMA – Futuree
- Simulador redes
- Pilas Futuree (2)
- Comuro
- Pantalla Huella de Carbono
- SAI
- Botella de hidrógeno para SAI

El logotipo del LIFE+ también aparece en los siguientes materiales promocionales elaborados por los socios del proyecto:

- Folletos:
 - Genérico (FHa)
 - Movilidad Sostenible (FHa)
 - Integración de EERR en Edificios (FHa)
 - Producción y Almacenamiento de Hidrógeno y EERR (FHa)
 - Promoción del Taller y el Módulo permanente de BTEK (PCTB)

Se adjunta un ejemplar de cada uno de los folletos.

- Cartelería
 - Roll Up presentación del proyecto
 - Roll Up genérico (FHa, (PCTB) y (PTA)
 - Roll Up promoción de proyectos (FHa)
 - Photocall 20 aniversario programa LIFE+ (FHa)
 - Photocall Cierre del Proyecto LIFE+ Zero-Hytechpark (FHa)
 - Roll Up (2) señalización evento Cierre del Proyecto LIFE+ Zero-Hytechpark (FHa)

- Vinilos decoración Salón de actos para el evento del Cierre del Proyecto LIFE+ Zero-Hytechpark (FHa)
- Manuales:
 - Guía para la implementación de energías renovables en edificios (FHa)
 - Guía del cálculo de emisiones de CO2 (FHa)
 - Layman´s Report (FHa), (PTW), (PCTB) y (PTA)
 - AFTER LIFE+ Communication Plan (FHa), (PTW), (PCTB) y (PTA)
- Fichas didácticas:
 - Producción de energías renovables
 - Sistema cero emisiones de generación eléctrica aislada para lugares remotos
 - Bicicletas de pedaleo asistido
 - Sistema de cogeneración
 - Comuro: sistema de compresión de hidrógeno mediante hidruros metálicos
 - Carretilla elevadora de hidrógeno
 - Sistema de reinyección a red eléctrica
 - HyTow
 - Producción y distribución de hidrógeno renovable
 - REVASistema de seguridad de suministro eléctrico
 - SAI para servidores informáticos de edificios.
- Merchandising:
 - Bolígrafos (FHa), (PTW), y (PTA)
 - Yoyos (FHa)
 - Libretas (FHa) y (PTA)
 - Caramelos (FHa)
 - Piruletas (FHa)
 - Bolsas (FHa) y (PTA)
 - Pendrives (PTW)
 - Mochilas (PTW)

Se adjunta un ejemplar de cada uno de los materiales de merchandising elaborado por cada uno de los socios.

- Otras acciones de promoción:
 - Pegatinas (FHa)
 - Pantalla Huella de Carbono (FHa)
 - Rotulación de los REVA, carretilla de hidrógeno e hidrolimpiadora (FHa)
 - Presentación power point genérica del proyecto (FHa)
 - Invitación de la presentación del proyecto (FHa)
 - Nota informativa de la presentación del proyecto (FHa)

A continuación la dirección de la página web del proyecto: <http://www.zerohytechpark.eu/es>

La Fundación Hidrógeno Aragón ha elaborado los siguientes videos en el marco del proyecto:

- Video sobre la transformación del REVA

- Video sobre el funcionamiento de la hidrolimpiadora de hidrógeno
- Video explicación transformación carretilla eléctrica a carretilla eléctrica con pila de combustible
- Video demostración carretilla de H2
- Video Fundación Hidrógeno 10 años de vida – explicación proyecto LIFE+ Zero-Hytechpark

Por su parte, el Parque Tecnológico Walqa elaboró un video con la grabación del Seminario organizado sobre el Proyecto en el marco del 10º Aniversario del PTW.

Se pueden ver estos videos en el canal youtube de FHa <http://www.youtube.com/user/hidrogenoaragon> y en el canal Youtube del PTW http://www.youtube.com/channel/UCPsnbb9H_ooqcA44KQsWijg

Al final del documento se añade un anexo fotográfico en un DVD.

La Fundación Hidrógeno Aragón ha elaborado 4 folletos:

- Genérico del proyecto
- Producción y Almacenamiento de Hidrógeno y Energías Renovables
- Movilidad Sostenible
- Integración de Energías Renovables en edificios
- Ficha sobre Producción de energías renovables
- Ficha sobre Sistema cero emisiones de generación eléctrica aislada para lugares remotos
- Ficha sobre Bicicletas de pedaleo asistido
- Ficha sobre Sistema de cogeneración
- Ficha sobre Comuro: sistema de compresión de hidrógeno mediante hidruros metálicos
- Ficha sobre Carretilla elevadora de hidrógeno
- Ficha sobre Sistema de reinyección a red eléctrica
- Ficha sobre HyTow
- Ficha sobre Producción y distribución de hidrógeno renovable
- Ficha sobre Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)
- Ficha sobre Sistema de seguridad de suministro eléctrico. SAI para servidores informáticos de edificios.

Por su parte, el Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia ha elaborado un folleto para la promoción del módulo permanente y el taller en BTEK.

Desde la Fundación Hidrógeno Aragón se han elaborado las siguientes publicaciones:

- Guía para la implementación de energías renovables en edificios
- Guía de cálculo de emisiones de CO2
- Presentación Power Point genérica del proyecto
- Layman´s Report
- AFTER LIFE+ Communication Plan

Han sido muchas las apariciones del proyecto en medios de comunicación. Estas apariciones aparecen en los anexos de las memorias finales de difusión realizadas por cada uno de los

socios. Se han utilizado las redes sociales de la Fundación Hidrógeno Aragón (Facebook, Twitter y Youtube) para hacer difusión del proyecto.

5.3 Evaluation of Project Implementation

El desarrollo del proyecto ha sido sencillo en lo que a la gestión se refiere. La presencia de un beneficiario coordinador que se ha encargado de los desarrollos técnicos del proyecto, y la presencia de 3 beneficiarios asociados, centrados en la difusión de la innovación realizada en el marco del proyecto en 3 áreas geográficas diferentes ha permitido un reparto eficiente de las tareas y unos roles muy definidos para la realización del proyecto.

En lo que a los parámetros económicos se refiere el presupuesto del proyecto ha sido suficiente para la consecución de los objetivos del mismo. Si bien las mayores variaciones se han derivado de un mayor aporte de personal propio del beneficiario coordinador, FHA, para el desarrollo de los prototipos frente a lo inicialmente previsto, en detrimento de subcontratar ciertas acciones del proyecto.

En lo referente a los objetivos del proyecto y los logros finalmente alcanzados, una descripción se puede observar a continuación

Task	Foreseen in the revised proposal	Achieved	Evaluation / Description
Feasibility studies	2	4	Instalación solar térmica; Informe de producción e implementación de energías renovables; Análisis microrred PT Walqa; Sistema Fricaluro (generación frío por hidruros metálicos)
Legislative reviews	3	3	Informe de seguimiento de normativa EERR; Informe de seguimiento de normativa producción de H2; Análisis normativa autoconsumo en España
Market analysis	2	4	Instalación solar térmica; distribución de hidrógeno; autoconsumo; pilas de combustible
Permit studies	4	5	Producción de H2; distribución de H2; vehículo pila de combustible; bicicleta eléctrica; autoconsumo
Permit applications	4	5	Producción de H2; distribución de H2; vehículo pila de combustible; bicicleta eléctrica; autoconsumo
Permit obtained	4	5	Producción de H2; distribución

			de H2; vehículo pila de combustible; bicicleta eléctrica; autoconsumo
Environmental impact assessment studies	2	2	Informe de objetivos de sostenibilidad del Proyecto (EERR e H2 en A2 y A4 respectivamente)
Detailed engineering studies	3	3	Informe de simulaciones virtuales (Hysys); Proyecto de diseño de la instalación (Comuro); Proyecto técnico de carretilla basada en pila de combustible; Proyecto técnico de sistema de potencia portátil con hidrógeno (HyTow - Hidrolimpiadora)
Monitoring actions	3	4	Monitorización generación con EERR; monitorización producción de H2; monitorización sistema completo, monitorización huella de carbono
Management Plans	1	1	Gestión proyecto
Ex ante environmental monitoring	1	1	
Ex post environmental monitoring	1	1	
Prototypes	6	10	Instalación aislada de red con H2 y EERR; pilas de combustible conectadas a red; pila de back – up; pila de cogeneración; FCEV, bicicletas eléctricas, carretilla e hidrolimpiadora con pila de combustible; compresión con hidruros metálicos (Comuro), solar térmica apoyo calefacción
Techniques/Methodologies developed	3	3	Balance de planta de pilas PEM; Integración de pila de combustible conectada a red eléctrica; sistema de compresión de H2 basado en hidruros metálicos
Successful implementation of demonstration actions	6	6	
Monitoring techniques developed	2	1	Herramienta cálculo huella de carbono en instalación con H2
Monitoring performed	1	1	Pantalla / Programa emisiones de CO ₂

Guidelines	-	2	Guía para la implementación de energías renovables en edificios y Guía del cálculo de emisiones de CO2
Manuals	2		
Worshops	3	9	Los Seminarios han sido los siguiente: PTA: Desayuno de Trabajo con empresas y Workshop genérico del proyecto. PTW: Desayuno Tecnológico presentación del proyecto, Desayuno Tecnológico Presentación Bicicletas Eléctricas y Workshop EERR. FHa: Desayuno Tecnológico Presentación Bicicletas Eléctricas, Workshop EERR, Workshop Cogeneración, Workshop sobre financiación de proyectos, Workshop sobre Edificación Sostenible, Seminario LIFE+ Zero-Hytechpark en el patronato de la FHa.
Training sessions/guided visits	600	49.210	Han pasado 49.210 visitantes por las instalaciones del PTW, PTA, BTEK y FHa. Además el PCTB ha recibido 150 visitas.

Los resultados más visibles del Proyecto inicialmente han sido los prototipos desarrollados, principalmente los de movilidad pues han sido muy visibles en el PT Walqa.

De cualquier forma la difusión realizada tanto a nivel experto y empresarial, como a nivel del público en general ha servido para mostrar todos los desarrollos del proyecto vía web, workshops, prensa, etc

El Amendment no 2 al proyecto permitió realizar los desarrollos de la carretilla eléctrica con pila de combustible y el desarrollo de la hidrolimpiadora cero emisiones.

5.4 Analysis of long-term benefits

1. Environmental benefits

Mediante el desarrollo del proyecto ZeroHyTechPark se han conseguido obtener resultados para la minimización del impacto medioambiental en los entornos de los parques tecnológicos. Con ello obtuvieron demostradores para la mitigación del cambio climático, enfocado desde un amplio abanico de posibilidades. Los prototipos desarrollados en este proyecto presentan alternativas sostenibles frente a los sistemas convencionales que emplean

combustibles fósiles. Además, el uso del hidrógeno permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este proyecto es compatible con las siguientes de áreas legislativas y políticas ambientales a través de los beneficios ambientales que ofrecen las tecnologías empleadas:

- El protocolo de Kioto, firmado por los países de UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Acuerdo de la Comisión Europea para reducir el 20 % de los gases de efecto invernadero en 2020 a través de la política energética de la UE.
- El Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética promueve el desarrollo de tecnologías de bajas emisiones de dióxido de carbono, eficiencia energética, tecnologías del hidrógeno, redes eléctricas, sistemas inteligentes y energías renovables.
- El proyecto también emplea documentos complementarios como la Directiva 94/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de marzo de 1994, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

2. Long-term benefits and sustainability

Los diferentes elementos desarrollados en este proyecto han dado visibilidad a un gran número de posibilidades técnicas diferentes. Las personas que han podido ver estas soluciones en diferentes ocasiones (visitas, congresos, ferias, etc.) han mostrado su interés debido a que en la mayoría de los casos se desconocía de su existencia. El porcentaje de la población que conozca estas tecnologías y sus posibilidades irá aumentando, ya que como acciones posteriores al proyecto incluyen mantener estos equipos.

La instalación de las diferentes medidas en los edificios, como por ejemplo la instalación de autoconsumo, ha supuesto una primera legalización con la normativa vigente. Lo que abre las puertas a otras instalaciones similares, ya que una importante limitación en el desarrollo de estos sistemas es cumplimentar según la ley.

Para poder medir los beneficios medioambientales se ha desarrollado una pantalla informativa que recoge toda la información sensible para el medioambiente. Esta pantalla estará activa como parte de las acciones posteriores al proyecto.

Además las diferentes actuaciones seguirán funcionando, lo que se traduce en una continua reducción de los consumos energéticos del edificio. Todas estas acciones están ideadas para su implementación en los edificios de los parques tecnológicos para minimizar sus consumos energéticos y tener cero emisiones contaminantes. Por ello la implementación de estos desarrollos acarrea en una continua reducción de los impactos medioambientales negativos.

Las reducciones de los consumos y la integración de fuentes de energía renovable suponen un ahorro directo en las instalaciones que los alojan – benefician. Los equipos desarrollados, así como las instalaciones, tienen un posible impacto positivo en la empleabilidad debido a la necesidad de equipos de personas para su diseño, instalación y mantenimiento. Las nuevas tecnologías empleadas para reducir las emisiones requerirán de personal formado en esas especialidades, es decir, nuevas compañías pueden desarrollarse al amparo de estas tecnologías. Y el desarrollo de nuevas instalaciones repercutirá en el desarrollo regional, ya

que este tipo de instalaciones tiene que situarse cerca de los edificios que se benefician de ello. Promoviendo un modelo descentralizado de gestión de la energía.

Aparte del aumento de los puestos laborales que se crearán a partir de los equipos e instalaciones desarrolladas en este proyecto, otros aspectos, como la salud, se verán mejorados. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero conlleva la minimización de elementos que son tanto tóxicos para el medioambiente como para las personas. Gases como el dióxido de nitrógeno permiten la formación de ozono en capas bajas de la atmósfera, el cual es perjudicial para el ser humano.

Una vez finalizado el periodo del proyecto se plantean las acciones que se llevarán tras el cierre del mismo, estas se detallan a continuación:

- Mantener la web activa durante 5 años tras el cierre del proyecto.
- Mantenerse adscrito a la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático Energías Limpias.
- Mantenimiento del taller y el módulo de H2 en el BTEK.
- Entrega de material de difusión (propaganda, folletos, etc.) en eventos a los que asistan los socios del proyecto.
- En las visitas a las instalaciones de la Fha en la que se explicará el proyecto y los prototipos desarrollados en el marco del mismo.
- Jornadas de puertas abiertas, semanas de la ciencia, etc. en las sedes de los socios en los que se explicarán los beneficios de la reducción de los impactos medioambientales y las posibles soluciones.
- Difusión del Informe Laymans a todas las empresas de los 3 parques tecnológicos que han participado en el proyecto. Además se imprimirán copias del Informe Laymans en papel para entregarlas en los eventos a los que asistan los socios.
- La Fha llevará sus prototipos desarrollados en el marco del Proyecto a las próximas ediciones de la Feria FEMOGA (Feria Industrial, Agrícola y Ganadera de los Monegros).
- La Fha seguirá teniendo durante los próximos 5 años la pantalla de la Huella de Carbono desarrollada en el marco del Proyecto y la explicará a cada una de las visitas que pase por sus instalaciones.

3. Replicability, demonstration, transferability, cooperation

Uno de los principales objetivos de este proyecto era desarrollar un edificio cero emisiones contaminantes, para que pudiera ser replicable en cualquier parque tecnológico en Europa o en terceros países. Y en ese sentido se han orientado todos los documentos y sistemas desarrollados para:

- Identificar los puntos débiles de los edificios en términos energéticos.
- Proponer soluciones factibles para reducir el impacto medioambiental de los parques tecnológicos.
- Apoyar técnicamente en la replicabilidad de los elementos, gracias, entre otros aspectos, a la experiencia de tramitación de licencias, dimensionado, selección de proveedores, etc. de las instalaciones.
- Difundir las posibilidades de ahorro energético y soluciones a quien esté interesado.
- La realización de guías y fichas didácticas colgadas en la web del proyecto facilitará la transferibilidad y replicabilidad de los desarrollos generados en el marco del proyecto.

4. Best Practice lessons

Las mejores prácticas empleadas en este proyecto se basan en diferentes esquemas de funcionamiento para conseguir los resultados buscados. Establecer procedimientos, como el conseguido en la incorporación en el registro de instalaciones de autoconsumo, permiten entender y facilitar la consecución de nuevas instalaciones y equipos.

Por el contrario se ha visto que para una mayor aproximación al público y a las empresas se requieren de instalaciones y equipos muy visibles, lo cual se ha conseguido en este proyecto, pero no así la capacidad de mover todos los sistemas para su demostración en diferentes localizaciones. Los elementos relativos a movilidad sí que tienen la ventaja de desplazarlos a diferentes emplazamientos para realizar pruebas in situ y mostrar sus beneficios, como ya se ha hecho con algún prototipo como el HyTow o Hidrolimpiadora.

Sin embargo las instalaciones, como la de autoconsumo, son más difíciles de mostrar y verificar para una empresa. Idealmente este tipo de instalaciones se tendrían que instalar en diferentes ubicaciones para poder mostrar sus beneficios. Técnicamente es complejo, por lo que se optó por darle la mayor visibilidad posible en las instalaciones con apoyo de pantallas de datos.

5. Innovation and demonstration value

El proyecto ha realizado una serie de demostradores con una gran carga innovadora. Estos suponen, en la mayoría de las ocasiones, los primeros desarrollados en España. Para ello se han necesitado de un equipo humano interdisciplinar para poder llevarlas a cabo. Los demostradores tienen distinta visibilidad, ya que existen aquellos móviles que puede transportarse a diferentes localizaciones, y los estáticos que se sitúan en los edificios. Por lo tanto la visibilidad de unos y otros es distinta, siendo accesible a un público más general los primeros y a un público más técnico a los segundos. Los demostradores han servido para poner de manifiesto la viabilidad de algunas de las prioridades de la Comisión Europea en el marco de la energía, como el uso del hidrógeno como sistema de almacenamiento, incluido en Energy infrastructure priorities for 2020 and beyond - A Blueprint for an integrated European energy network y en el Roadmap de energía para 2050.

6. Long term indicators of the project success

Los indicadores que permitan mostrar el éxito de este proyecto están centrados en los objetivos iniciales del proyecto. Estos eran la obtención de un edificio cero emisiones y obtener sistemas sostenibles de movilidad en un parque tecnológico.

Para conseguir los objetivos del proyecto se desarrollaron todas las medidas expuestas anteriormente. Para medir el éxito de estas propuestas y prototipos realizados se establece la cantidad de elementos replicados que se crearon bajo el amparo del programa Life+. Como por ejemplo el número de instalaciones de autoconsumo desarrolladas tomando como base la aquí creada, o el número de carretillas fabricadas bajo los criterios del programa. Otro de los aspectos que mostrarán el progreso de este proyecto en el futuro es el continuo funcionamiento de todos los elementos y prototipos. Para poder medir esta variable se establecen como indicadores las emisiones evitadas gracias a las fuentes de energía renovable y a los medios de transporte sostenibles en comparación con los mismos elementos no sostenibles. Y la energía producida por todos los sistemas que evitan las emisiones contaminantes es el otro indicador asociado al éxito a largo plazo del proyecto.

6. Comments on the financial report

6.1. Summary of Costs Incurred

PROJECT COSTS INCURRED			
Cost category	Budget according to the grant agreement*	Costs incurred within the project duration	% **
1. Personnel	590.880	698.714,37	118%
2. Travel	39.152	49.059,58	125%
3. External assistance	223.328	133.857,72	60%
4. Durables: total <u>non-depreciated</u> cost			
- <i>Infrastructure sub-tot.</i>			
- <i>Equipment sub-tot.</i>	103.900	89.273,71	86%
- <i>Prototypes sub-tot.</i>	287.000	242.715,23	85%
5. Consumables	29.750	45.614,14	153%
6. Other costs	49.100	19.775,00	40%
7. Overheads	85.000	86.406,10	102%
TOTAL	1.408.110	1.320.779,00	94%

*) If the Commission has officially approved a budget modification indicate the breakdown of the revised budget. Otherwise this should be the budget in the original grant agreement.

***) Calculate the percentages by budget lines: e.g. the % of the budgeted personnel costs that were actually incurred