BizkaiLab

Área prioritaria / Lehenetsitako arloa: AP7/7. LA: Bizkaia Iraunkorra: desarrollo sostenible

Iniciativa / Ekimena: I.23 Energía y medio ambiente

Acción - proyecto / Ekintza - proiektua: ENERMÍA. Herramienta de ayuda para la educación en materia de sostenibilidad

Responsable / Arduraduna: Ainhoa Alonso Vicario

Equipo / Lan taldea: DeustoTech-Energy: Ainhoa Alonso, Cruz E. Borges, Konstantinos Genikomsakis, Oihane Kamara, Cristina Martín, Ander Pijoan

Equipo DFB:Xabier Arana,Pedro Emparanza

ENERMÍA: Herramienta de ayuda a la educación en materia de sostenibilidad

Resumen Administrativo:

El proyecto ENERMÍA propone el desarrollo de una plataforma digital capaz de despertar conciencia en todos los miembros de la sociedad, pero en especial, de la comunidad escolar, acerca del impacto ambiental derivado del consumo energético. En concreto, esta plataforma recoge los datos de consumo a través de los contadores inteligentes instalados en cada infraestructura educativa (escuelas, colegios y universidades) para luego analizarlos y mostrar la información en paneles digitales colocados en los principales puntos de interés, haciendo hincapié en el impacto ambiental consecuencia de la generación de la energía necesaria para cubrir la demanda en cada momento.

Durante el desarrollo del proyecto se han realizado diversos encuentros con los diferentes stakeholders implicados (Diputación Foral de Bizkaia, Ingurugela de Gobierno Vasco, Global Action Plan -GAP-) con el fin de definir los casos de uso, las funcionalidades y la arquitectura de la plataforma. Fruto de estas reuniones se ha planteado la solución tecnológica que cumple todos los requisitos detectados en los casos de uso y las restricciones técnicas impuestas por los proveedores de servicios.

Actualmente, la plataforma desarrollada se encuentra desplegada en uno de los equipos de la Universidad de Deusto, localización elegida como piloto debido a que sus edificios cuentan ya con medición de consumos eléctricos a través de contadores inteligentes y se está valorando su implementación en un futuro próximo en edificios de la DFB. Se espera que esta aplicación sirva como punto de partida para su extrapolación a la gestión de monitorización del consumo eléctrico en otros colegios, universidades y edificios públicos. Con este propósito, durante el desarrollado del proyecto se ha contactado con diversos agentes involucrados en la cadena de valor con el fin de informar y difundir la herramienta así como buscar posibles sinergias con otros programas y actividades en la materia que faciliten y potencien su transferencia en el corto plazo.

Finalmente, la herramienta podría ser fácilmente adaptada a corto plazo a otros entornos como el sector industrial o sector servicio contribuyendo a alcanzar los Retos 1 y 3 de la Estrategia de Energía Sostenible de Bizkaia 2020.

Índice

Descripción de la problemática 5

Objetivo 6

Plan de trabajo previsto 7

Acciones realizadas 9

Fase 0: Acciones Preparatorias 9

Tarea 0.1 Alcance de la herramienta 9

Tarea 0.2: Definición de requisitos 10

Fase 1: Desarrollo de la herramienta 14

Tarea 1.1: Diseño de la interfaz de la plataforma 14

Tarea 1.2: Definición e implementación del modelo de base de datos 15

Tarea 1.3: Implementación del servidor (comunicación contador y base de datos) 20

Tarea 1.4: Implementación del cliente (plataforma web) 26

Fase 2: Despliegue del piloto 30

Tarea 2.1: Piloto 30

Tarea 2.2: Pruebas de estrés y escalabilidad. 37

Difusión y transferencia 38

Anexo 1: Documento de satisfacción 39

Anexo 2: Actas de las distintas reuniones 41

Índice de figuras

Figura 1. Despliegue individual de la plataforma 11
Figura 2. Despliegue centralizado de la plataforma 12
Figura 3. Propuesta tecnológica 14
Figura 4. Boceto inicial de la interfaz de la plataforma 15
Figura 5. Esquema entidad-relación de la base de datos 16
Figura 6. Esquema de comunicación servidor-contadores inteligentes 21
Figura 7. Página de inicio de ENERMÍA 30
Figura 8. Curva de consumo energético del edificio de Ingeniería 31
Figura 9. Curva de consumo energético del edificio Literaria 32
Figura 10. Curva de consumo energético del edificio Centenario 33
Figura 11. Curva de consumo energético de la CRAI 34
Figura 12. Curva de consumo energético del Colegio Mayor 35
Figura 13. Curva de consumo energético del campus en San Sebastián 36

Descripción de la problemática

La educación energética para el respeto ambiental es un proceso pedagógico con base en la gestión del conocimiento en temas energéticos, como parte de la formación del capital humano (conocimientos, habilidades, comportamientos y modelos mentales), de cara a los retos que supone afrontar los impactos relacionados con el cambio climático, y a la aspiración de avanzar hacia un desarrollo sostenible. Para acercar esta educación energética a la población, deben aunar esfuerzos familiares, educadores, psicólogos, ingenieros y especialistas de los medios de difusión masiva, la mercadotecnia y la comunicación social.

Esta línea de actuación está relacionada de forma general con el **Eje Estratégico 1: Ciudadanía Responsable** enmarcado dentro de la **Estrategia de Energía Sostenible para Bizkaia** aprobada por la Diputación Foral de Bizkaia y en particular con el compromiso por facilitar herramientas para la adopción de buenas prácticas y la minimización de la huella ecológica definido en el **Programa de Acción de Educación para la Sostenibilidad de Bizkaia 2020**. Dicho eje se centra en tomar medidas para que la ciudadanía conozca las implicaciones que el consumo de energía tiene sobre el medio ambiente local y global, invitando a adoptar prácticas de consumo energético responsables con el objetivo de minimizar este impacto.

Objetivo

El proyecto ENERMÍA propone el desarrollo de una plataforma digital capaz de despertar conciencia en todos los miembros de la sociedad, pero en especial, de la comunidad escolar, acerca del impacto ambiental derivado del consumo energético. En concreto, esta plataforma recoge los datos de consumo a través de los contadores inteligentes instalados en cada infraestructura educativa (escuelas, colegios y universidades) para luego analizarlos y mostrar la información en paneles digitales colocados en los principales puntos de interés, haciendo hincapié en el impacto ambiental consecuencia de la generación de la energía necesaria para cubrir la demanda en cada momento.

Las persona beneficiarias serán todos los integrantes de la comunidad escolar: alumnado, profesorado y personal administrativo, ya que además de monitorizar el consumo eléctrico general, podrán informarse del impacto ecológico que sus hábitos de consumo tienen en el medio ambiente, y de la existencia de buenas prácticas para minimizar la huella ecológica común. Así pues, el objetivo último del desarrollo de esta herramienta es la creación de conciencia entre los miembros de la comunidad escolar para implantar actividades de consumo eléctrico sostenible.

Plan de trabajo previsto

El proyecto completará las siguientes fases y tareas:

Fase 0: Acciones Preparatorias (Sept 2015)

Tarea 0.1 Alcance de la plataforma
Reuniones entre los equipos de DeustoTech-Energy y la Diputación Foral de Bizkaia (DFB) para definir el alcance de la plataforma a partir de los casos de uso, necesidades y funcionalidades deseadas. En estas reuniones se seleccionará el ámbito del piloto y se identificarán las principales restricciones del sistema en cumplimiento a las normativas aplicables si las hubiese.

Tarea 0.2: Definición de requisitos
Reunión con los agentes implicados en el alojamiento y mantenimiento de la plataforma digital para definir los requisitos técnicos del sistema tales como: las tecnologías a utilizar a nivel de base de datos y servidor, protocolos de seguridad, sensibilidad de la información, perfiles de usuario y roles, etc.

Fase 1: Desarrollo de la herramienta (Sept-Nov 2015)

Tarea 1.1: Diseño de la interfaz de la plataforma
Elaboración de un esquema conceptual que defina la interfaz de usuario de la plataforma. Este esquema derivará directamente de los casos de uso, en los cuales se definirán qué datos mostrar a qué tipo de usuario y, concretamente, la forma más adecuada para representar dicha información con el objetivo de implicar tanto a la comunidad escolar como al resto de agentes involucrados.

Tarea 1.2: Definición e implementación del modelo de base de datos
Definición e implementación del esquema de base de datos a partir del análisis de los casos de uso: definición de tablas, relaciones y modo de almacenamiento de la información necesaria (datos de consumo eléctrico provenientes de contadores inteligentes, puntos de medida, contadores, usuarios, permisos de acceso, etc.).

Tarea 1.3: Implementación del servidor (comunicación contador y base de datos)
Esta tarea comprende la implementación de una arquitectura cliente-servidor que, por un lado, a través de un protocolo de comunicación, interactúe con los contadores inteligentes instalados en la infraestructura, recogiendo periódicamente los datos de consumo eléctrico para almacenarlos en la base de datos. Por otro lado, el servidor implementará todas las funciones necesarias para permitir la consulta, agregación y resumen de la información a partir de los históricos de datos y la gestión de los usuarios.

Tarea 1.4: Implementación del cliente (plataforma web)
Desarrollo de un cliente ligero basado en tecnologías web y multiplataforma para su correcta adecuación a los distintos dispositivos. Este deberá seguir los estándares de accesibilidad y lenguaje que se definan en los requisitos. Además, como parte de una arquitectura cliente-servidor, el cliente contendrá parte de la lógica de negocio para la correcta visualización y validación previa de los datos. Para ello se diseñará una interfaz sencilla e intuitiva haciendo uso de iconos, tablas y gráficos.

Fase 2: Despliegue del piloto (Nov-Dic 2015)

Tarea 2.1: Piloto
Debido a las limitaciones derivadas del tiempo de duración del proyecto, el piloto tendrá lugar en la Universidad de Deusto puesto que los edificios asociados tienen ya instalados los contadores inteligentes necesarios para medir el consumo eléctrico y, además, encaja perfectamente con la línea de actuación de la Universidad en materia de sostenibilidad.

Tarea 2.3: Pruebas de estrés y escalabilidad.
Despliegue del sistema y pruebas de rendimiento en dos fases distintas:

- *Grandes volúmenes de datos:* Pruebas para determinar la robustez y rapidez de la base de datos en caso de que la carga real supere a la carga esperada. En primer lugar de grandes cantidades de información comprobando si esta no penaliza en rendimiento y velocidad. En segundo lugar cargas paralelas de información para comprobar que éstas no interfieran entre sí.

- *Alto número de peticiones de red:* Pruebas de carga para observar el comportamiento del aplicativo ante una gran cantidad de peticiones tanto de consulta como de procesamiento de datos. Se analizarán posibles cuellos de botella y comprobará que los tiempos de respuesta estén dentro de lo especificado en los requisitos del sistema.

Acciones realizadas

Fase 0: Acciones Preparatorias (Sept 2015)

Grado de consecución: 100%

Tarea 0.1 Alcance de la herramienta

Los técnicos responsables de la DFB realizaron una explicación pormenorizada de los sistemas existentes de recogida de datos de consumo a nivel escolar, residencial e incluso a nivel de la propia diputación. De esta reunión se recogieron las siguientes iniciativas existentes referentes a gestión de consumo energético.

- **Actívate +:** Iniciativa de la DFB para el fomento de la participación ciudadana a favor de la sostenibilidad ambiental, desarrollada en colaboración con el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, el Consorcio de Transportes de Bizkaia (CTB), el Grupo Eroski, la Sociedad Pública Garbiker, el Gobierno Vasco y Metro Bilbao. Promueve la participación activa tanto de las familias en los hogares como del alumnado en sus centros escolares, abordando las temáticas de compra-residuos, agua, energía y movilidad. Se concreta con la implantación de dos programas:
    - *Centros Escolares:* donde pretende disminuir el impacto que generan las actividades escolares en aspectos relativos al consumo de agua y energía, la gestión de los residuos o el uso del transporte, es decir, sobre el conjunto de actividades que desarrolla la comunidad escolar.
    - *Hogares:* Se busca extender el cambio de hábitos a los hogares de los municipios participantes, para concienciar y ayudar a las familias a reducir su impacto ambiental, a través de una plataforma digital que permite utilizar Internet como soporte de comunicación y de distribución de contenidos.

- **Colaboración entre la Diputación Foral de Bizkaia y el servicio INGURUGELA del Gobierno Vasco.** Se trata de coordinar los servicios que presta INGURUGELA a los centros de enseñanza en el marco de la Agenda 21 Escolar y las iniciativas en materia de educación para la sostenibilidad y energía de la DFB.

- **Euronet 50/50 max:** Proyecto europeo que incentiva el ahorro energético en edificios públicos a partir de la aplicación de buenas prácticas en el uso y la gestión de la energía. La metodología que se utiliza es el 50/50 que consiste en introducir incentivos económicos al ahorro energético conseguido. El ayuntamiento (que es quien paga las facturas) y el equipamiento (escuela, otro edificio público,…), firman un compromiso donde el primero se compromete a devolver el 50% de los ahorros económicos conseguidos y el equipamiento se compromete a aplicar un conjunto de buenas prácticas y liderar el proyecto. Se concreta con la implantación de varias medidas (manuales de buenas prácticas, herramientas de cálculo de ahorro energéticos, juegos educativos, etc.), a nivel de colegios, edificios públicos no educativos y municipios.

- **Dexcell Energy Manager:** Herramienta usada por la DFB para controlar y visualizar los consumos energéticos medidos por los contadores inteligentes instalados en la oficina de Bilbao. Dexcell ofrece paneles interactivos y personalizables en donde el usuario puede dar de alta un contador, proporcionando los datos de acceso para su lectura a la empresa Dexma Energy Management, quien es la que gestiona el histórico de datos. Adicionalmente, la plataforma ofrece funcionalidades para registrar las facturas, hacer un seguimiento de las tarifas contratadas, desagregación por dispositivo medido, etc.

Tarea 0.2: Definición de requisitos

En primera instancia, se hace una evaluación de la situación actual de las iniciativas y herramientas existentes con el objetivo de analizar los puntos fuertes y los puntos débiles de cada una, que puedan servir como punto de partida al proyecto.

- **Actívate +:** Los resultados recogidos por las escuelas y hogares asociados a esta iniciativa, ya sea en materia de energía, gestión de residuos, gestión de agua o movilidad, se introducen de forma manual en una aplicación gestionada por la oficina central de Madrid y no se tiene acceso a los datos en bruto.

- **Euronet 50/50 max:** Esta iniciativa abarca un gran número de acciones relacionadas con la educación en materia de sostenibilidad. El punto fuerte es la incorporación de juegos para fomentar la concienciación ciudadana en materias de ahorro de energía, gestión de residuos, consumo responsable de agua, y movilidad. Por su parte, el Ayuntamiento interviene con la mejora o mantenimiento de las instalaciones energéticas o de la propia construcción en su totalidad, al objeto de favorecer el uso eficiente de la energía.

- **Dexcell Energy Manager:** Si bien las funcionalidades que ofrece Dexcell Energy Manager son bastante completas: (visualización de consumos, seguimiento de facturas, revisión de anomalías, etc.), la personalización de cuadros de mando representa una complejidad importante, lo que lleva al usuario final a desaprovechar o infrautilizar las características que ofrece. Una desventaja importante es que los históricos de datos en bruto se almacenan en un servidor externo al que la DFB no tiene acceso. La única forma de acceder a los datos es a través de las pantallas de visualización de Dexcell, con lo que hay gran cantidad de datos leídos por el contador, que permanecen al margen y que podría ser interesante explotar. Por otro lado, se echa en falta información acerca del impacto medioambiental del consumo de energía con el fin de relacionar la demanda con el coste de generación.

En segunda instancia y teniendo en cuenta las características y las funcionalidades que deberá tener la plataforma, se opta por el desarrollo de una arquitectura cliente-servidor: un modelo de trabajo distribuido que permite a los usuarios finales obtener acceso a la información independientemente de la plataforma o el sistema operativo elegido. Hoy en día esto es posible gracias al auge de internet ya que todas estas aplicaciones están disponibles a través de los navegadores web, por lo que el

funcionamiento del sistema es totalmente transparente para el usuario final. En base a este planteamiento, se conceptualizaron dos arquitecturas de sistema que se discutieron, también, en reunión con DFB.

1. **Despliegue individual:** Una vez desarrollada, la plataforma se alojaría en un repositorio de la DFB para que las instituciones, organismos y personas interesadas puedan descargarla junto con un manual de instalación que detallará los pasos necesarios para su correcta puesta en marcha.

   En esta línea, cada entidad particular que desee sumarse a la iniciativa (escuela o ente edificio público) sería el responsable de las labores de instalación y mantenimiento de la plataforma y su correspondiente base de datos en un servidor particular.

   La plataforma quedaría accesible en una dirección web y sería posible conectar los paneles informativos a través de internet, tal y como se muestra en la Figura 1.

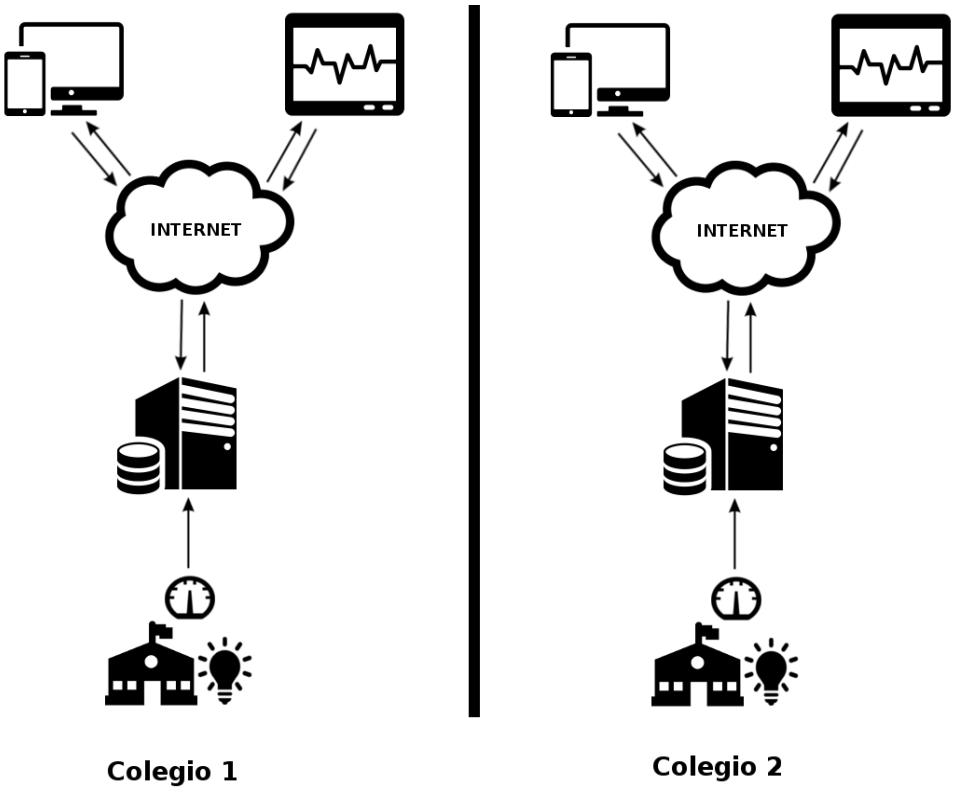

Figura 1. Despliegue individual de la plataforma

2. Despliegue centralizado: DeustoTech Energy se haría responsable de la instalación y mantenimiento de la plataforma. Los datos de consumo de las diferentes entidades que acojan la iniciativa (colegios o entes públicos) serían almacenados en una base de datos centralizada gestionada por la DFB. Cada entidad podrá acceder únicamente a sus propios datos de consumo mediante un nombre de usuario y contraseña.

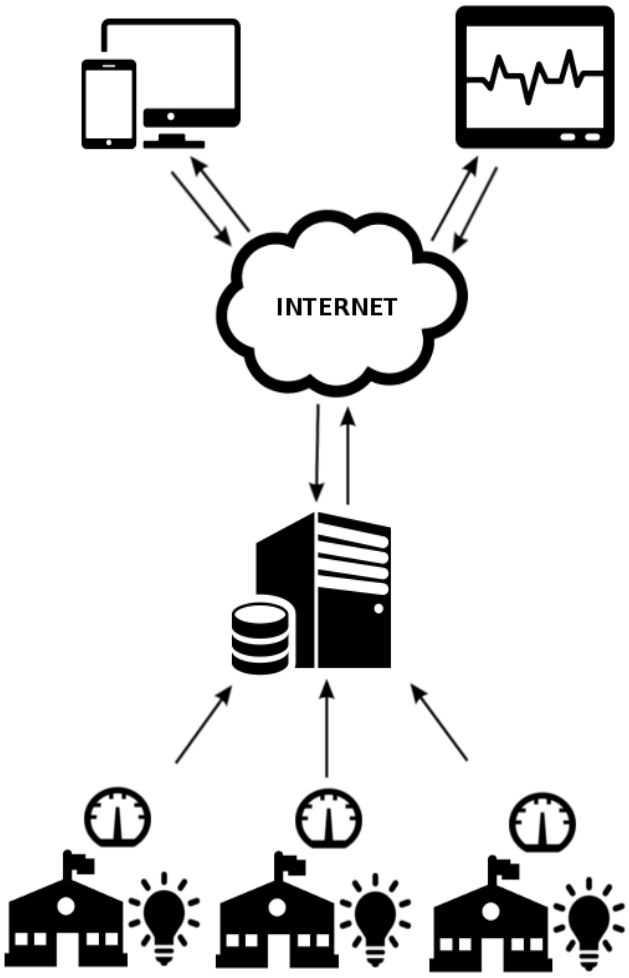

Figura 2. Despliegue centralizado de la plataforma

Finalmente, de todo lo anterior, se definen los siguientes requisitos funcionales del proyecto ENERMÍA:

- Desarrollo de una herramienta digital que permita la captura de los datos de consumo eléctrico de contadores inteligentes y muestre la información en pantalla, haciendo hincapié en el impacto ambiental derivado de esa generación.

- La herramienta deberá estará disponible en una dirección web accesible a través de Internet en todo momento y deberá contar con dos tipos de perfiles:

    - **Público**. Orientado a los usuarios sin perfil específico, la herramienta permitirá, sin necesidad de identificarse previamente, consultar los datos relativos al resumen de los datos de consumo de energía eléctrica para un contador y periodo concreto.

    - **Privado**: Orientado a los gestores de la información energética dentro de cada edificio. Los gestores podrán acceder a su perfil mediante la identificación con nombre de usuario y contraseña. Además de los datos específicos de los edificios y contadores, este perfil mostrará los formularios reglamentarios con los campos necesarios para recoger toda la información.

- Debido a la limitación en cuanto al tiempo de realización del proyecto, el piloto se llevará a cabo en la Universidad de Deusto, en sus campus de Bilbao y San Sebastián, debido a que todos los edificios cuentan ya con la instalación de contadores eléctricos inteligentes.

Las tecnologías propuestas para la implementación de la plataforma digital, son las siguientes:

- **Base de datos PostgreSQL**: Debido a la gran cantidad de información que va a manejar la herramienta, se propone el uso del motor de base de datos PostgreSQL, puesto que sus características técnicas la hacen una de las bases de datos más potentes y robustas del mercado:

    - *Estabilidad y confiabilidad:* en contraste a muchos sistemas de bases de datos comerciales, es extremadamente común que compañías reporten que PostgreSQL nunca ha presentado caídas en varios años de operación de alta actividad.
    - *Extensible:* El código fuente está disponible para todos sin costo. Esto es complementado por la comunidad de profesionales y entusiastas de PostgreSQL alrededor del mundo que también extienden PostgreSQL todos los días.
    - *Multiplataforma:* PostgreSQL está disponible en casi cualquier Unix (34 plataformas en la última versión estable), y una versión nativa de Windows está actualmente en estado beta de pruebas.
    - *Diseñado para ambientes de alto volumen:* PostgreSQL usa una estrategia de almacenamiento de filas llamada MVCC para conseguir una mucho mejor respuesta en ambientes de grandes volúmenes. Los principales proveedores de sistemas de bases de datos comerciales usan también esta tecnología, por las mismas razones.

- **Django**: Django es un framework de desarrollo web de código abierto, escrito en el lenguaje de programación Python, que respeta el paradigma conocido como Modelo-Vista-Controlador. Este paradigma separa la lógica de las aplicaciones en tres entidades bien diferenciadas: la capa de comunicación con la base de datos, la capa de la lógica de negocio y, finalmente, la que gestiona la visualización de toda la información.

  Esta división permite que las herramientas desarrolladas bajo este paradigma seas escalables y fácilmente adaptables a las nuevas necesidades que puedan surgir en el futuro.

Django permite beneficiarse de la gran variedad de módulos creados por su comunidad de desarrolladores ya que éstas son fácilmente integrables en la plataforma, tales como módulos de exportación a ficheros de diferentes formatos o módulos de internacionalización (traducción de la página web a varios idiomas). Respecto a las bases de datos, Django soporta PostgreSQL, MySQL, SQLite y Microsoft SQL Server, proporcionando así una abstracción de la base de datos y permitiendo migrar de un sistema a otro con relativa facilidad. El uso de este framework permitirá gestionar todo lo relativo a las peticiones de los usuarios a través de internet, desde el filtro de vistas según el perfil del usuario, el flujo de comunicación entre elementos de la página, el procesamiento y análisis de la información recogida en la base de datos para su posterior presentación en el formato visual adecuado.

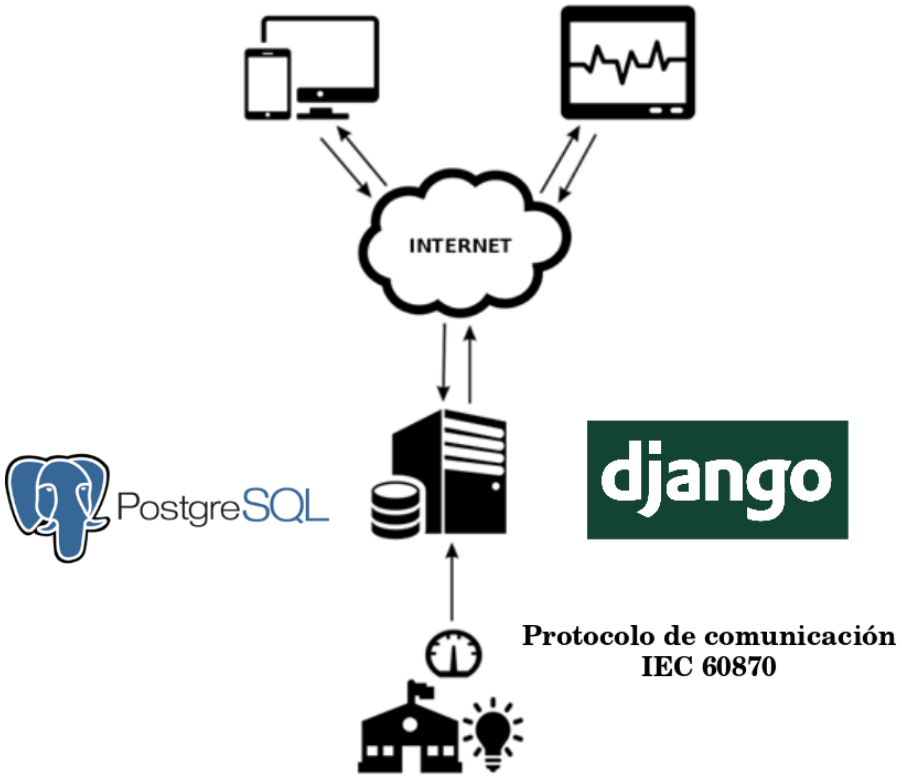

Figura 3. Propuesta tecnológica

Fase 1: Desarrollo de la herramienta (Sept-Nov 2015)

Grado de consecución: 100%

Tarea 1.1: Diseño de la interfaz de la plataforma

El diseño de la interfaz gráfica en proyectos multimedia educativos juega un papel muy importante ya que es a través de ella que se logran o no los siguientes tres niveles de interacción: el primer nivel y más básico que es proporcionar al usuario la sensación de estar orientado y cómodo, es decir que disfrute del recorrido, disfrute de las

imágenes y conozca los diferentes medios que puedan estar integrados sin sentirse angustiado; el segundo nivel que sienta que tiene el control sobre las decisiones que va tomando y que estas decisiones, además, son tomadas de manera reflexiva; el tercer y último nivel es que la interfaz gráfica le proporcione de forma transparente al manejo del multimedia una experiencia de aprendizaje significativa con la cual sea capaz de construir el conocimiento de acuerdo a sus necesidades y a su propio ritmo, utilizando todos los medios y alternativas.

Lograr estos niveles de interacción a través de la interfaz gráfica es crucial en proyectos educativos a distancia ya que al volver accesible el contenido comunicativo de la información le permite al usuario conocer, analizar y sobretodo construir el conocimiento. Conocer el tipo de usuarios a los que va dirigido el proyecto es un punto crucial para tomar decisiones en el diseño de la interfaz gráfica.

La Figura 4 muestra un boceto inicial de la interfaz de la plataforma.

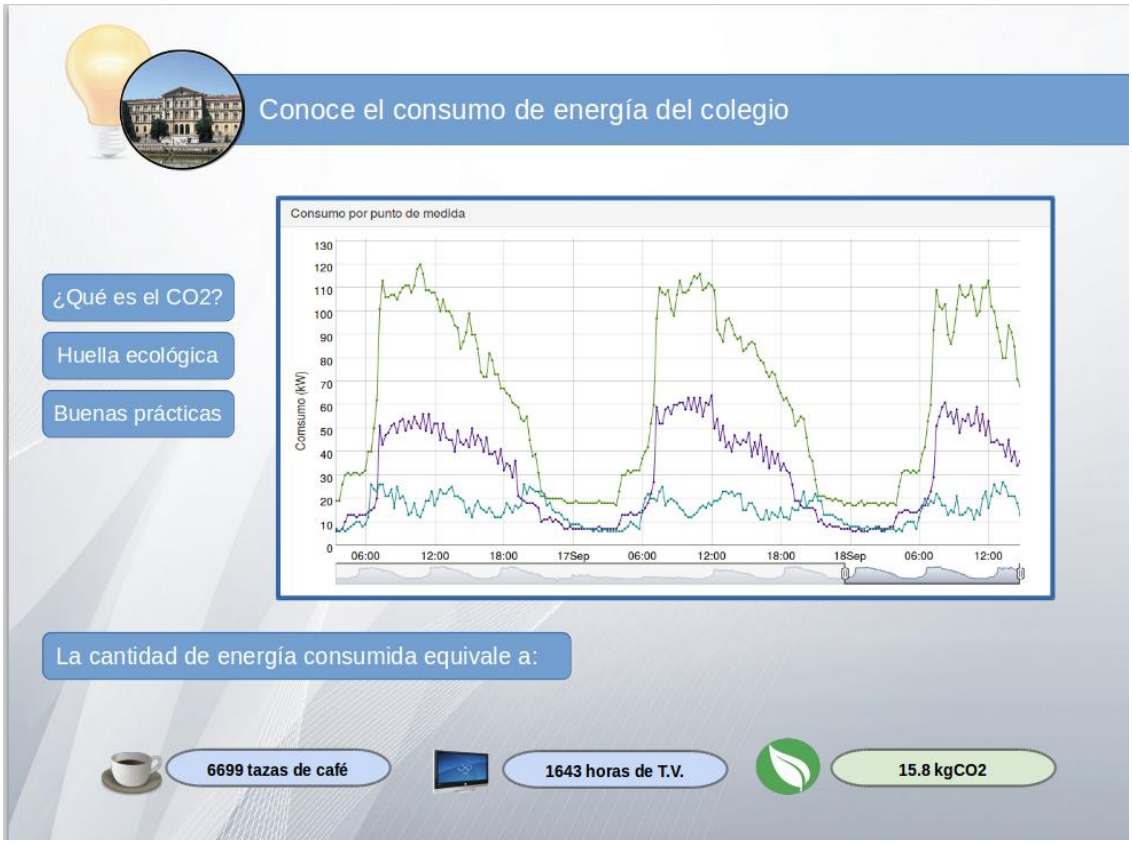

Figura 4. Boceto inicial de la interfaz de la plataforma

Tarea 1.2: Definición e implementación del modelo de base de datos

Tras analizar la información facilitada por los contadores inteligentes de la Universidad de Deusto, se define el modelo de datos. Este modelo de datos comprende todos los elementos que interfieren en el proceso de recogida de datos junto con sus atributos y relaciones.

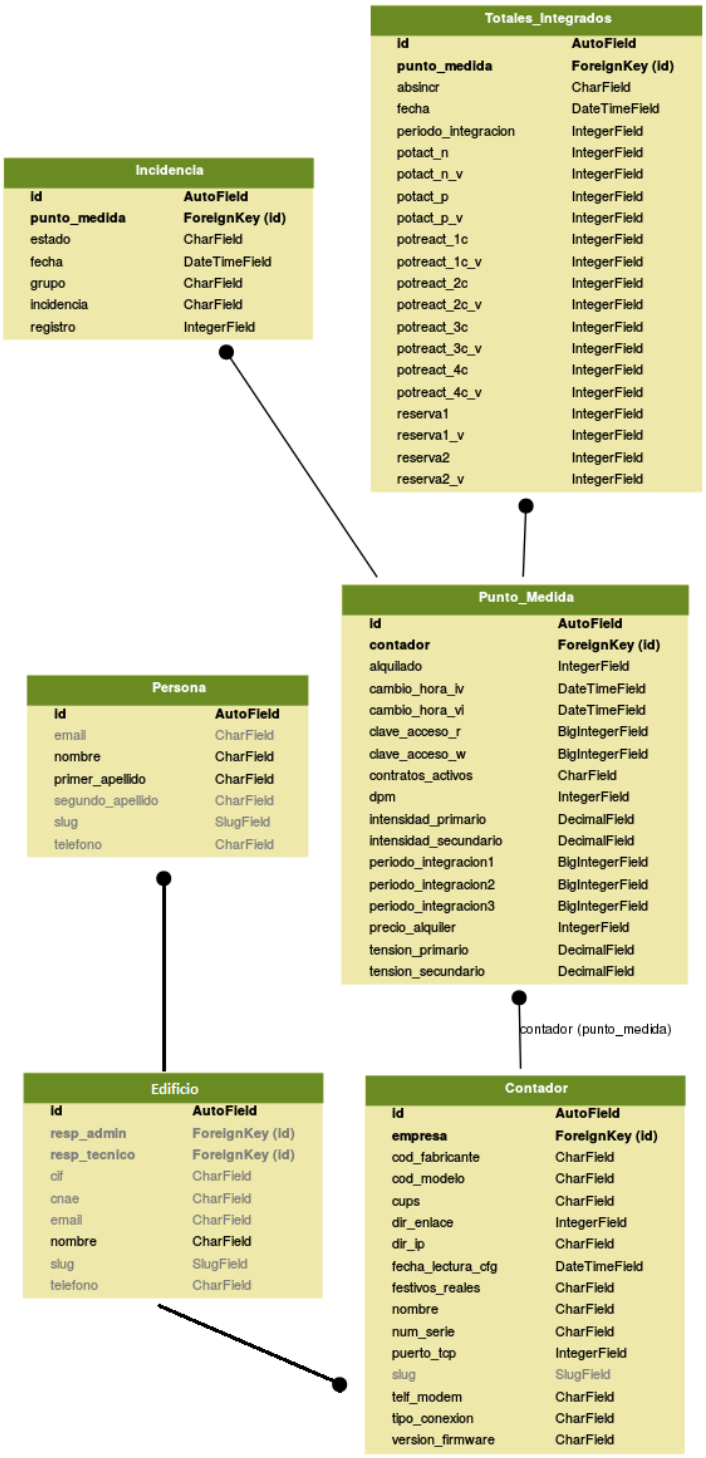

Figura 5. Esquema entidad-relación de la base de datos

La arquitectura del modelo de datos define cinco grandes entidades, detalladas a continuación junto con las sentencias de creación SQL:

Personas: Son los usuarios y las usuarias que tendrán acceso a la aplicación. De cada entidad o persona usuario se registrarán los datos principales de contacto como el teléfono e email, así como un nombre de usuario y contraseña únicos para que pueda acceder a su perfil dentro de la plataforma.

```
CREATE TABLE persona(

      id serial NOT NULL DEFAULT
      nombre character varying(50) NOT NULL,
      primer_apellido character varying(50) NOT NULL,
      segundo_apellido character varying(50) NOT NULL,
      slug character varying(100) NOT NULL,
      telefono character varying(50) NOT NULL
      email character varying(50) NOT NULL,

  CONSTRAINT entities_empresa_pkey PRIMARY KEY (id),
  CONSTRAINT FOREIGN KEY (id_responsable_tecnico)REFERENCES
             entities_persona (id) MATCH SIMPLE ON UPDATE NO ACTION ON
             DELETE NO ACTION DEFERRABLE INITIALLY DEFERRED,

  CONSTRAINT FOREIGN KEY  id_responsable_administrativo)REFERENCES
             entities_persona  (id) MATCH SIMPLE
             ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION DEFERRABLE
             INITIALLY DEFERRED,

  CONSTRAINT entities_empresa_slug_key UNIQUE (slug)

)
```

Edificios: Cada persona, en su perfil, podrá crear uno o más edificios con el fin de describir la localización física de los contadores y registrará datos como el nombre de la calle, el portal la ciudad, las coordenadas geográficas, los metros cuadrado de planta y fachada, la orientación, etc. Cada usuario tendrá acceso solo a aquellos edificios que él mismo haya registrado.

```
CREATE TABLE edificio(

      id serial NOT NULL,
      calle character varying(200) NOT NULL,
      portal character varying(30) NOT NULL,
      ciudad character varying(50) NOT NULL,
      tipo_construccion character varying(16) NOT NULL,
      coordenada_x numeric(21,17) NOT NULL,
      coordenada_y numeric(21,17) NOT NULL,
      orientacion character varying(9) NOT NULL,
      superficie_suelo  smallint NOT NULL,
      superficie_fachada smallint NOT NULL,
      id_usuario = integer NOT NULL,   CONSTRAINT
      hefical_building_pkey PRIMARY KEY (id),

   CONSTRAINT entities_persona FOREIGN KEY (id),
)
```

Contadores: Cada edificio podrá contar con la instalación de uno o más contadores eléctricos inteligentes. De los contadores se almacenarán los datos principales, tales como el CUPS (identificativo único del contador a nivel global), la información necesaria para acceder remotamente al contador: el teléfono módem, dirección IP y claves de acceso e información técnica: código de fabricante, modelo, versión de firmware, etc.

```
CREATE TABLE contador(

      id_contador serial NOT NULL,
      nombre character varying(100) NOT NULL,
      cups character varying(100) NOT NULL,
      tipo_conexion character varying(10) NOT NULL,
      telf_modem character varying(50) NOT NULL,
      dir_ip character varying(50) NOT NULL,
      puerto_tcp integer NOT NULL,
      dir_enlace integer NOT NULL,
      fecha_lectura_cfg timestamp with time zone NOT NULL,
      cod_fabricante character varying(20) NOT NULL,
      cod_modelo character varying(20) NOT NULL,
      num_serie character varying(50) NOT NULL,
      version_firmware character varying(20) NOT NULL,
      festivos_reales character varying(200) NOT NULL,
      id_empresa integer NOT NULL,
      slug character varying(100) NOT NULL,

   CONSTRAINT metering_contador_pkey PRIMARY KEY (id_contador),

   CONSTRAINT FOREIGN KEY (id_empresa)REFERENCES entities_empresa (id)
            MATCH SIMPLE ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION

   CONSTRAINT metering_contador_slug_uniq UNIQUE (slug)

)
```

Punto de medida: Cada contador puede tener asociado uno o más puntos de medida, que son los dispositivos que van a medir físicamente la evolución del consumo de energía a lo largo del tiempo.

```
CREATE TABLE punto_medida(

       id_puntomedida serial NOT NULL,
       dpm integer NOT NULL,
       clave_acceso_r bigint NOT NULL,
       clave_acceso_w bigint NOT NULL,
       tension_primario numeric(10,2) NOT NULL,
       tension_secundario numeric(10,2) NOT NULL,
       intensidad_primario numeric(10,2) NOT NULL,
       intensidad_secundario numeric(10,2) NOT NULL,
```

```
      periodo_integracion1 bigint NOT NULL,
      periodo_integracion2 bigint NOT NULL,
      periodo_integracion3 bigint NOT NULL,,
      fecha_cambio_hora_invierno_verano timestamp with time zone
      fecha_cambio_hora_verano_invierno timestamp with time zone
      id_contador integer NOT NULL,

  CONSTRAINT metering_punto_medida_pkey PRIMARY KEY (id_puntomedida),

  CONSTRAINT FOREIGN KEY (id_contador) REFERENCES metering_contador
           (id_contador) MATCH SIMPLE ON UPDATE NO ACTION
            ON DELETE NO ACTION

)
```

Totales integrados: Cada punto de medida gestiona los datos de consumo, llamados totales integrados, donde se detalla las potencia activa (potencia capaz de transformar la energía eléctrica en trabajo) y las potencias reactivas por cuadrante (relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado) registradas en cada momento.

```
CREATE TABLE totales_integrados(

      id_totalesintegrados serial NOT NULL,
      absincr character varying(10) NOT NULL,
      periodo_integracion integer NOT NULL,
      fecha timestamp with time zone NOT NULL,
      potact_p integer NOT NULL,
      potact_p_v integer NOT NULL,
      potact_n integer NOT NULL,
      potact_n_v integer NOT NULL,
      potreact_1c integer NOT NULL,
      potreact_1c_v integer NOT NULL,
      potreact_2c integer NOT NULL,
      potreact_2c_v integer NOT NULL,
      potreact_3c integer NOT NULL,
      potreact_3c_v integer NOT NULL,
      potreact_4c integer NOT NULL,
      potreact_4c_v integer NOT NULL,
      reserva1 integer NOT NULL,
      reserva1_v integer NOT NULL,
      reserva2 integer NOT NULL,
      reserva2_v integer NOT NULL,
      id_puntomedida integer NOT NULL,

  CONSTRAINT metering_totales_integrados_pkey PRIMARY KEY
           (id_totalesintegrados),

  CONSTRAINT FOREIGN KEY (id_puntomedida) REFERENCES
            metering_punto_medida (id_puntomedida) MATCH SIMPLE ON
            UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION DEFERRABLE
)
```

Incidencias: Los contadores, a su vez, pueden registrar incidencias: todas aquellas anomalías registradas por el contador durante el periodo de medición.

```
CREATE TABLE incidencia(

      id_incidencia serial NOT NULL,
      fecha timestamp with time zone NOT NULL,
      registro integer NOT NULL,
      grupo character varying(50) NOT NULL,
      incidencia character varying(10) NOT NULL,
      estado character varying(50) NOT NULL,
      id_puntomedida integer NOT NULL,

   CONSTRAINT metering_incidencia_pkey PRIMARY KEY (id_incidencia),

   CONSTRAINT FOREIGN KEY (id_puntomedida) REFERENCES
              metering_punto_medida (id_puntomedida) MATCH SIMPLE ON
              UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION
)
```

Tarea 1.3: Implementación del servidor (comunicación contador y base de datos)
La implementación del servidor se ha dividido en dos partes: por un lado, el desarrollo de un protocolo que permita comunicar el servidor con los contadores inteligentes para así obtener los datos de consumo, y por otro lado, la comunicación entre el servidor y la base de datos con el fin de realizar todas las consultas y operaciones necesarias para mostrar la información en la interfaz web.

a) Comunicación servidor-contador:

El protocolo IEC es una norma internacional preparada para monitorizar sistemas de energía, sistemas de control y sus comunicaciones asociadas a través del protocolo TCP/IP, por lo que está orientado a transmitir datos de una forma segura. En concreto, el protocolo IEC 60870-5-104 limita los datos que se transmiten y los parámetros de configuración definidos con IEC 60870-5-101, lo cual significa que no todas las funciones que soporta el IEC 60870-5-101 son compatibles con IEC 60870-5-104.

```
using System;
using System.Text;
using IEC_870_5_102;
using GestorRecursosComm;

namespace PruebaLib_CS {

  class Program {
    static void Main(string[] args) {
    elementoConexionTCP       puerto=new elementoConexionTCP();
    DatosConexion             conn=new DatosConexion();
    DatosIntervaloFechas      fechas=new DatosIntervaloFechas();
    AccesoProtocolo           protocolo=new AccesoProtocolo();
    almacenaTotalesIntegrados fun=new
    almacenaTotalesIntegrados(almacena);
```

```
    puerto.IPtxt="10.64.21.1";
    puerto.puertoTCP=40000;
    conn.dirEnlace=873;
    conn.dirPM=1;
    conn.tipoClave=1;
    conn.clave=7;
    protocolo.Conexion((Object)puerto,conn);
    fechas.fechaIni=DateTime.Parse("0:0:0 22/10/2015");
    fechas.fechaFin=DateTime.Now;
    protocolo.LeerTotalesIntegrados(-
            1,0,15,12,fechas,fun,null,null,null);
    protocolo.Desconexion();
    return;

}

    public static bool almacena(DatosTotalesIntegrados datos) {

    Console.WriteLine("Fecha: {0:f}.   Pot. Activa(+):
{1:F}",datos.Fecha,datos.PotAct_p);
    return(true);
    }
}
```

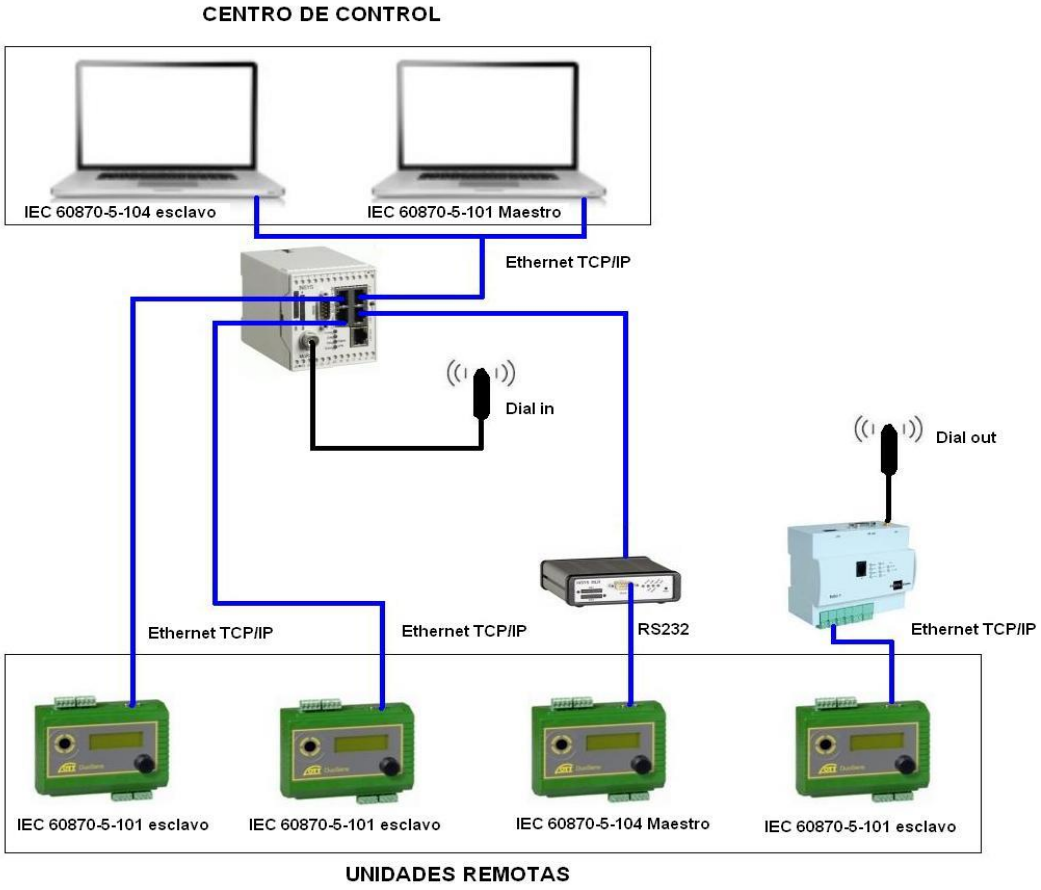

Figura 6. Esquema de comunicación servidor-contadores inteligentes

b) Comunicación servidor-base de datos:

El nexo de unión entre el modelo de datos y la interfaz web de la aplicación es el controlador, el cual integrará las funciones de consulta y análisis de los datos de consumo eléctrico almacenados en la base de datos y su transformación para la correcta visualización en los paneles informativos.

```
import time
import datetime
from apps.energy.e_accounting.models import Facturacion

from django.db.models import *
from django.views.generic import ListView, TemplateView, DetailView
from django.http import JsonResponse
from django.db.models import Max
from apps.energy.e_metering.models import Contador, Totales_Integrados
from django.contrib.auth.mixins import LoginRequiredMixin


def epoch(value):
    try:
        return int(time.mktime(value.timetuple())*1000)
    except AttributeError:
        return 0

def obtener_energia(request):
    fecha_inicio = datetime.datetime(2013, 1, 1, 0, 0, 0, 0)
    fecha_fin = datetime.datetime(2013, 1, 1, 23, 59, 0, 0)
    contador = 3

    periodos_facturacion =
       Facturacion.objects.filter(fecha_inicio__lte=fecha_inicio,
       contrato__punto_medida__contador__pk=contador).filter(fecha_fin_
       _gte=fecha_fin)

    consumos = Totales_Integrados.objects.\
        filter(punto_medida__contador__pk=contador,
       fecha__range=[fecha_inicio, fecha_fin]). \
        extra(select={'timestamp': "TO_CHAR(fecha,'YYYY-MM-DD HH24')"}). \
        values('timestamp'). \
        annotate(potact_p=Sum('potact_p')). \
        order_by('timestamp')

    i = 0
    encontrado = False
    precios_energia = []
    for consumo in consumos:
        fecha = datetime.datetime.strptime(consumo['timestamp'], '%Y-%m-%d
                %H').replace(minute=0, tzinfo=None)
        periodo = 6

        while encontrado is False and i < len(periodos_facturacion):
            periodo_facturacion = periodos_facturacion[i]
            if periodo_facturacion.fecha_inicio <= fecha.date() <=
                periodo_facturacion.fecha_fin:
                if len(precios_energia) == 0:
                    precios_energia =
                         periodo_facturacion.get_precios_energia()
                     encontrado = True
            else:
                precios_energia = []
                i += 1
```

```
        print consumo['timestamp'], consumo['potact_p'], consumo['potact_p'] *
       precios_energia[periodo-1]
    return JsonResponse(context)

def ajax_query_measures(fecha_inicio, fecha_fin, contadores):
    #    extra(select={'year': "EXTRACT(EPOCH FROM timestamp) * 1000"}

    db_inicio =
      Totales_Integrados.objects.values('fecha').order_by('fecha')[0]['fecha']
      .date()
    db_fin = Totales_Integrados.objects.values('fecha').order_by('-
             fecha')[0]['fecha'].date()

    if fecha_fin > db_fin:
        fecha_fin = db_fin

    if fecha_inicio < db_inicio:
        fecha_inicio = db_inicio

    if fecha_inicio > db_fin:
        fecha_inicio = fecha_fin - datetime.timedelta(days=15)

    consumos = {}
    timestamps = {}
    consumo_maximo = 0

    nombres = {}
    aux = Contador.objects.all().exclude(id__in=[1]).values('id', 'nombre')
    if type(contadores) is int:
        contadores = [contadores]
    media = 0
    if len(contadores) > 0:
        for contador in contadores:
            if contador not in consumos.keys():
                consumos[contador] = {}
            integrados = Totales_Integrados.objects.values('fecha',
            'potact_p', 'potreact_1c', 'potreact_2c', 'potreact_3c',
            'potreact_4c').\
             filter(punto_medida__contador__id__in=[contador],
             fecha__range=(fecha_inicio, fecha_fin))
            for integrado in integrados:
                consumos[contador][epoch(integrado['fecha'])] =
                integrado['potact_p']
                media += integrado['potact_p']

        timestamps = sorted(consumos[consumos.keys()[0]].keys())

        fecha__range=(fecha_inicio,
        fecha_fin)).aggregate(Max('potact_p')).values()[0]

    context = {}
    context['timestamps'] = timestamps
    context['consumos'] = consumos
    context['contadores'] = nombres
    context['consumo_medio'] = media
    return context


class ContadoresView(LoginRequiredMixin, ListView):
    template_name = 'meters.html'
    context_object_name = 'meters'

    def get_queryset(self):
        return Contador.objects.all()[1:]


class ContadorView(LoginRequiredMixin, DetailView):
    template_name = 'meter.html'
```

```
    model = Contador

    def get(self, request, *args, **kwargs):
        if request.is_ajax() is False:
            return super(ContadorView, self).get(request, args, kwargs)
        else:
            super(ContadorView, self).get(request, args, kwargs)
            fecha_inicio =
              datetime.datetime.strptime(request.GET.get('date_start'),
             '%Y/%m/%d').date()
            fecha_fin =
             datetime.datetime.strptime(request.GET.get('date_finish'),
            '%Y/%m/%d').date()
            context = ajax_query_measures(fecha_inicio, fecha_fin,
            self.object.pk)
            return JsonResponse(context)


class ConsumosView(TemplateView):
    template_name = 'consumptions.html'
```

```
from django.db import models
from django.template.defaultfilters import slugify
from apps.entities.models import Empresa


class Contador(models.Model):
    class Meta:
        db_table = 'metering_contador'

    id = models.AutoField(db_column='id_contador', primary_key=True)
    nombre = models.CharField(max_length=100, db_column='nombre')
    cups = models.CharField(max_length=100, db_column='cups')
    slug = models.SlugField(max_length=100, blank=True, unique=True)
    tipo_conexion = models.CharField(max_length=10,
      db_column='tipo_conexion')
    telf_modem = models.CharField(max_length=50,
      db_column='telf_modem')
    dir_ip = models.CharField(max_length=50, db_column='dir_ip')
    puerto_tcp = models.IntegerField(db_column='puerto_tcp')
    dir_enlace = models.IntegerField(db_column='dir_enlace')
    fecha_lectura_cfg = models.DateTimeField("Fecha Lectura
      Configuracion", db_column='fecha_lectura_cfg')
    cod_fabricante =
      models.CharField(db_column='cod_fabricante',max_length=20)
    cod_modelo = models.CharField(db_column='cod_modelo',
      max_length=20)
    num_serie = models.CharField(db_column='num_serie',max_length=50)
    version_firmware = models.CharField(max_length=20,
      db_column='version_firmware')
    festivos_reales = models.CharField(max_length=200,
      db_column='festivos_reales')
    empresa = models.ForeignKey(Empresa, db_column='id_empresa')

    def __unicode__(self):
        return '{0}: {1}'.format(self.nombre, self.cups)
    def save(self, *args, **kwargs):
        if self.cups is not None:
            self.slug = slugify(self.cups)
        else:
            self.slug = slugify(self.nombre)

class Punto_Medida(models.Model):
    class Meta:
        db_table = 'metering_punto_medida'
```

```
 id = models.AutoField(db_column='id_puntomedida', primary_key=True)
    dpm = models.IntegerField(db_column='dpm')
    clave_acceso_r = models.BigIntegerField(db_column='clave_acceso_r')
    clave_acceso_w = models.BigIntegerField(db_column='clave_acceso_w')
    tension_primario = models.DecimalField(max_digits=10, decimal_places=2,
        db_column='tension_primario')
    tension_secundario = models.DecimalField(max_digits=10, decimal_places=2,
       db_column='tension_secundario')
    intensidad_primario = models.DecimalField(max_digits=10, decimal_places=2,
      db_column='intensidad_primario')
    intensidad_secundario = models.DecimalField(max_digits=10,
      decimal_places=2, db_column='intensidad_secundario')
    cambio_hora_iv =
      models.DateTimeField(db_column='fecha_cambio_hora_invierno_verano')
    cambio_hora_vi =
      models.DateTimeField(db_column='fecha_cambio_hora_verano_invierno')
    contratos_activos = models.CharField(db_column='contratos_activos',
      max_length=100,)
    contador = models.ForeignKey(Contador, db_column='id_contador')

    def __unicode__(self):
        return '{0}'.format(self.contador)


class Totales_Integrados(models.Model):
    class Meta:
        db_table = 'metering_totales_integrados'

    id = models.AutoField(db_column='id_totalesintegrados', primary_key=True)
    absincr = models.CharField(max_length=10, db_column='absincr')
    periodo_integracion = models.IntegerField(db_column='periodo_integracion')
    fecha = models.DateTimeField('Fecha', db_column='fecha')
    potact_p = models.IntegerField(db_column='potact_p')
    potact_p_v = models.IntegerField(db_column='potact_p_v')
    potact_n = models.IntegerField(db_column='potact_n')
    potact_n_v = models.IntegerField(db_column='potact_n_v')
    potreact_1c = models.IntegerField(db_column='potreact_1c')
    potreact_1c_v = models.IntegerField(db_column='potreact_1c_v')
    potreact_2c = models.IntegerField(db_column='potreact_2c')
    potreact_2c_v = models.IntegerField(db_column='potreact_2c_v')
    potreact_3c = models.IntegerField(db_column='potreact_3c')
    potreact_3c_v = models.IntegerField(db_column='potreact_3c_v')
    potreact_4c = models.IntegerField(db_column='potreact_4c')
    potreact_4c_v = models.IntegerField(db_column='potreact_4c_v')
    reserva1 = models.IntegerField(db_column='reserva1')
    reserva1_v = models.IntegerField(db_column='reserva1_v')
    reserva2 = models.IntegerField(db_column='reserva2')
    reserva2_v = models.IntegerField(db_column='reserva2_v')
    punto_medida = models.ForeignKey(Punto_Medida, db_column='id_puntomedida')


class Incidencia(models.Model):
    class Meta:
        db_table = 'metering_incidencia'

    id = models.AutoField(db_column='id_incidencia', primary_key=True)
    fecha = models.DateTimeField('Date', db_column='fecha')
    registro = models.IntegerField(db_column='registro')
    grupo = models.CharField(max_length=50, db_column='grupo')
    incidencia = models.CharField(max_length=10, db_column='incidencia')
    estado = models.CharField(max_length=50, db_column='estado')
    punto_medida = models.ForeignKey(Punto_Medida, db_column='id_puntomedida')
```

Tarea 1.4: Implementación del cliente (plataforma web)

La vista involucra la presentación adecuada de la información almacenada en la base de datos a través de una interfaz amigable y clara al usuario final. La comunidad escolar podrá seguir la evolución del consumo de energía a través de gráficas representativas y equivalencias para entender de la mejor manera la contribución a la huella ecológica. En conjunto con librerías JavaScript y HTML5, la página se adecuaron a la plantilla y el esquema general de visualización establecidos para el proyecto.

```
{% extends "base.html" %}
{% load staticfiles %}
{% load leaflet_tags %}

{% block more-head %}
    {% leaflet_js %}
    {% leaflet_css %}
{% endblock %}

{% block page-heading %}
<h1>

<a href="{% url 'e-contadores' %}"><span class="glyphicon glyphicon-
   chevron-left"></span></a> Detalles del contador </h1>
{% endblock %}

{% block page-content %}

<script type="text/javascript">
  $(document).ready(function () {

  $( "#dp_startDate" ).datepicker({ dateFormat:
      'yy/mm/dd'}).datepicker("setDate", new Date(new Date() -
       60*24*60*60*1000));
       $( "#dp_endDate" ).datepicker({ dateFormat: 'yy/mm/dd'
  }).datepicker("setDate", new Date());


  $('#query-consumption').on('submit', function(event){
    event.preventDefault();
    $.ajax({
      url: "/energia/contadores/" + "{{ contador.slug }}" + "/",
      type: 'get',
      data : { date_start : $("#dp_startDate").val(),
      date_finish : $("#dp_endDate").val()
     },// data sent with the get request
     success: function(data){
     console.log(data);

   $("#consumo_medio").html(data.consumo_medio);
     actualizarGrafico(data.consumos, data.maximo_consumo, data.timestamps,
     data.contadores);
                },}); });

   google.setOnLoadCallback($("#query-consumption").submit());
    });

   function map_init_basic(map, options) {
       var lon = 43.27103;
       var lat = -2.93838;
       L.marker([lon , lat]).addTo(map);
       map.setView(L.latLng(lon, lat), 15);
   }
```

```
    function actualizarGrafico (consumos, maximo_consumo, timestamps,
contadores){
        var data = new google.visualization.DataTable();
        data.addColumn({type: 'datetime', label: 'Fecha', pattern: 'yyyy/MM/dd
                        HH:mm'});

        for (var consumo in consumos)
            data.addColumn('number', contadores[consumo]);

        for (var key in timestamps) {
            var clave = timestamps[key];
            var registro = [new Date(clave)];

            for (var i in consumos){
                registro.push(consumos[i][clave]);
            }
            data.addRow(registro);
        }
        var g1 = new Dygraph(document.getElementById("chart"), data, {
            // legend: 'always',
            labelsDiv: document.getElementById('labels-div'),
            labelsSeparateLines: true,
            labelsKMB: true,
            drawPoints: true,
            ylabel: 'Comsumo (kW)',
            valueRange: [0.0, maximo_consumo],
            labelsDivStyles: { 'textAlign': 'right' },
            showRangeSelector: true,
            rangeSelectorHeight: 30
          }
        );
        var table = new
         google.visualization.Table(document.getElementById('table-div'));
        table.draw(data, {showRowNumber: false,
            page: 'enable',
            pageSize: 30,
            pagingButtonsConfiguration: 'auto'
        });
    }
</script>

<div class="panel panel-gray">
   <div class="panel-body">

   <div class="row">
   <div class="col-md-6">
   <img src="{% static 'img/icons/meter64.png' %}" alt="" class="pull-left
   img-circle" style="margin: 0 20px 20px 0">
   <div class="table-responsive">
   <h3><strong>{{ contador.nombre }}</strong></h3><table class="table table-
                condensed">
   <tbody>
   <tr>
     <td>CUPS</td>
        <td>{{ contador.cups }}</a></td>
   </tr>
   <tr>
        <td>Tipo de conexi&oacute;n</td>
        <td>{{ contador.tipo_conexion }}</td>
   </tr>
   <tr>
        {% if contador.telf_modem %}
          <td>Tel&eacute;fono m&oacute;dem</td>
          <td>{{ contador.telf_modem  }}</td>
        {% endif %}
   </tr>
   <tr>
      {% if contador.dir_ip %}
```

```
        <td>Direcci&oacute;n IP</td>
        <td>{{ contador.dir_ip  }}</td>
    {% endif %}
  </tr>
  <tr>
    {% if contador.dir_enlace %}
        <td>Direcci&oacute;n de enlace</td>
        <td>{{ contador.dir_enlace  }}</td>
    {% endif %}
   </tr>
   <tr>
    {% if contador.puerto_tcp %}
        <td>Puerto TCP</td>
        <td>{{ contador.puerto_tcp  }}</td>
    {% endif %}
   </tr>
   <tr>
    {% if contador.fecha_lectura_cfg %}
        <td>Lectura &uacute;ltima configuraci&oacute;n</td>
        <td>{{ contador.fecha_lectura_cfg | date:"Y/m/d" }}</td>
    {% endif %}
   </tr>
   </tbody>
   </table>
   </div>
   </div>
   <div class="col-md-6">
       {% leaflet_map "map" callback="window.map_init_basic" %}
   </div>
   </div>
   <hr><br/>

   <div class="row">
     <form action="" method="get" id="query-consumption">
        {% csrf_token %}
     <div class="col-xs-4">
      <div class="input-group">
       <span class="input-group-addon">Fecha de inicio:</span>
       <input type="text" class="form-control" id="dp_startDate">
      </div>
     </div>
     <div class="col-xs-4">
      <div class="input-group">
       <span class="input-group-addon">Fecha de fin:</span>
       <input type="text" class="form-control" id="dp_endDate">
      </div>
      </div>
        <div class="col-xs-2">
          <div class="row">
            <input class="btn btn-default btn-midnightblue" type="submit"
               id="btnConsultar" value="Consultar"/>
          </div>
        </div>
       </form>
   </div>
   <div class="row">
     <div class="col-md-12" id="dashboard">
        <div class="panel panel-default">
           <div class="panel-heading">
             <h3 class="panel-title">Datos de consumo</h3>
            </div>
            <div class="panel-body">
               <div id="chart"></div>
            </div>
         </div>
       </div> </div>
```

```
        <img src="{% static 'img/spec/bulb.png' %}"> El consumo total en este
           periodo es de <label id="consumo_medio"> 0 </label> kWh, equivalente
           a <label id="total_co2"> 0 </label> kgCO2

        <div class="row">
           <div class="col-md-1 col-sm-offset-1">
               <img src="{% static 'img/spec/meat.png' %}">
           </div>
           <div class="col-md-2">
              Producir <label id="label_meat"> 0 </label> kilos de carne
           </div>
           <div class="col-md-1">
              <img src="{% static 'img/spec/bus.png' %}">
           </div>
           <div class="col-md-2">
               Recorrer <label id="label_bus"> 0 </label> kil&oacute;metros en
               transporte p&uacute;blico
           </div>
           <div class="col-md-1">
               <img src="{% static 'img/spec/coffee.png' %}">
           </div>
           <div class="col-md-3">
               Preparar <label id="label_coffee"> 0 </label> tazas de
               caf&eacute;
           </div>
        </div>

        <div class="row">
           <div class="col-md-1 col-sm-offset-1">
               <img src="{% static 'img/spec/bread.png' %}">
           </div>
           <div class="col-md-2">
                Producir <label id="label_bread"> 0 </label> kilos de pan
           </div>
           <div class="col-md-1">
                <img src="{% static 'img/spec/plane.png' %}">
           </div>
           <div class="col-md-2">
                 Viajar <label id="label_plane"> 0 </label> kil&oacute;metros en
                 avi&oacute;n
           </div>
           <div class="col-md-1">
                <img src="{% static 'img/spec/potato.png' %}">
           </div>
           <div class="col-md-3">
                 Preparar <label id="label_potato"> 0 </label> kilos de patatas
           </div>
        </div>

        img src="{% static 'img/spec/leaves.png' %}"
            style="width:128px;height:128px;"> Para absorber estos kg de CO2
            ser&iacute;a necesario plantar:

        <div class="row">
          <div class="col-md-1 col-sm-offset-4">
              <img src="{% static 'img/spec/tree.png' %}">
          </div>
           <div class="col-md-2">
               <label id="label_trees"> 0 </label> &aacute;rboles
           </div>
          </div>
      </div>
</div>
{% endblock %}
```

Fase 2: Despliegue del piloto (Nov-Dic 2015)

Tarea 2.1: Piloto

Tal y como se comentó en la fase de diseño del proyecto, el piloto se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad de Deusto. Esto es debido a que los edificios de los campus de Bilbao y San Sebastián cuentan ya con la instalación de contadores eléctricos inteligentes, por lo que la fase de implementación del protocolo y comunicación con los dispositivos fue inmediata.

Figura 7. Página de inicio de ENERMÍA

2.1.1. Universidad de Deusto - Campus Bilbao

El campus de Bilbao cuenta con 5 edificios cuyo consumo energético es medido a través de contadores inteligentes. A continuación se muestran las curvas de consumo para cada edificio.

1. Edificio de Ingeniería (ESIDE)

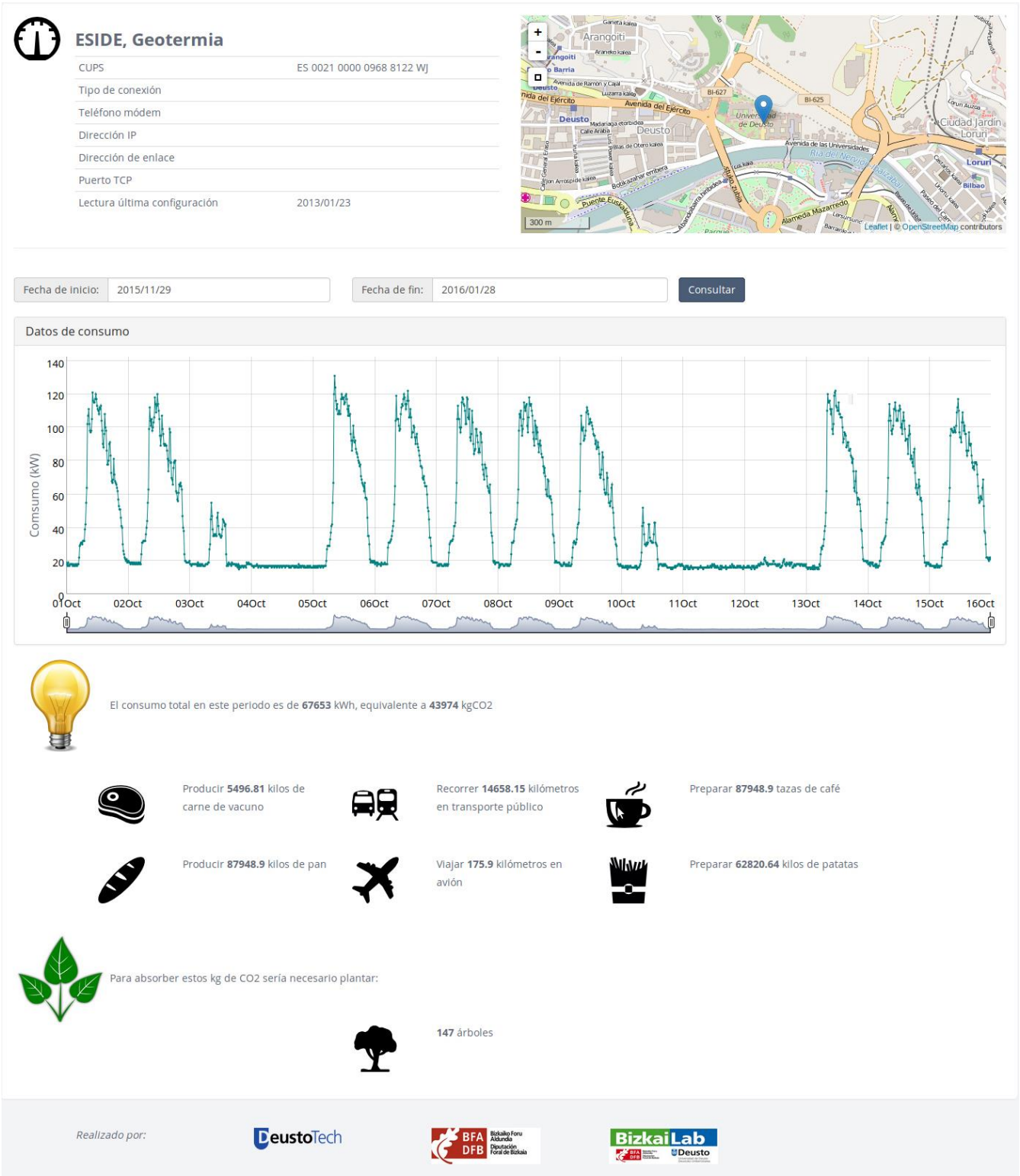

Figura 8. Curva de consumo energético del edificio de Ingeniería

2. Edificio Literaria

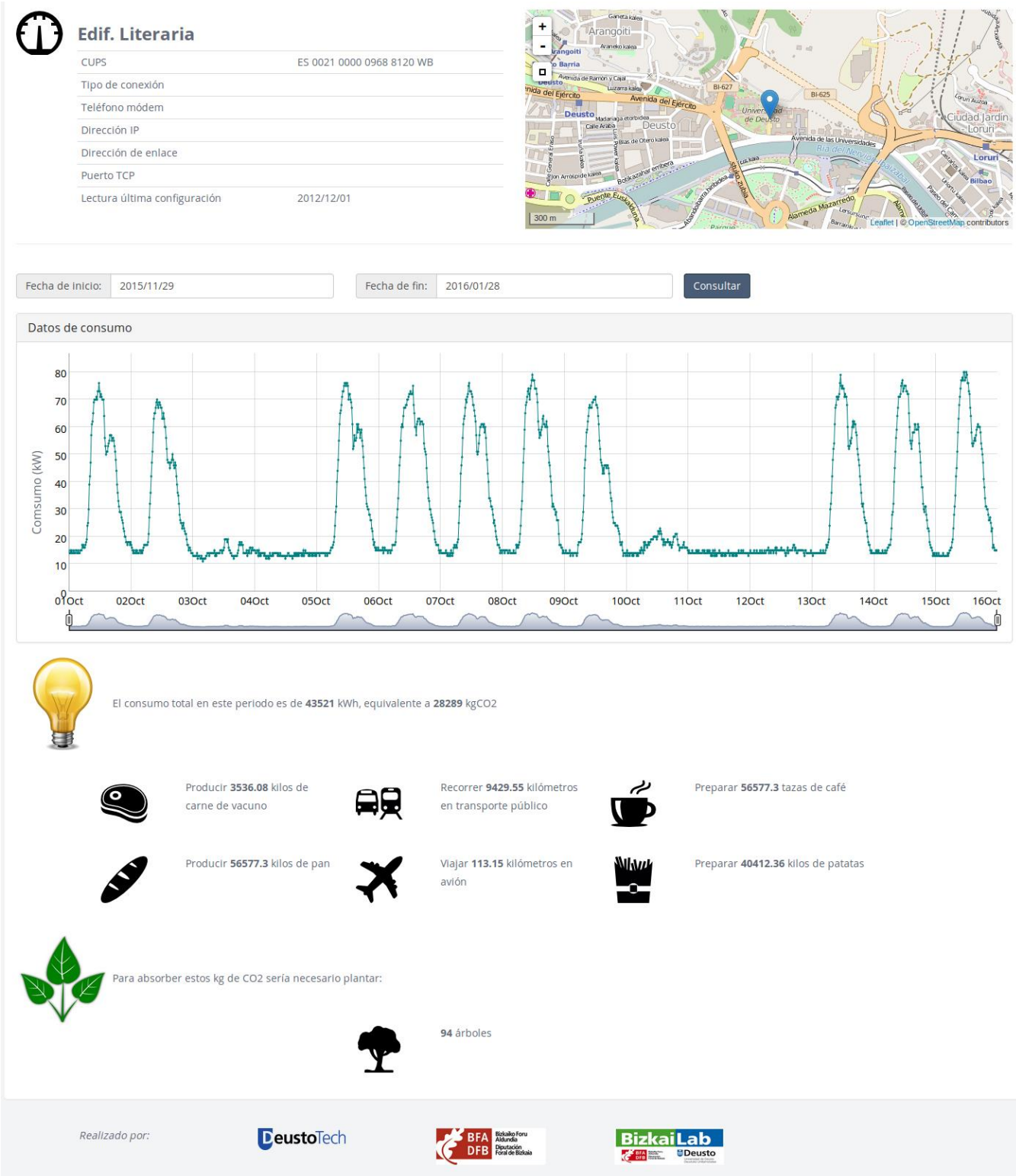

Figura 9. Curva de consumo energético del edificio Literaria

3. Edificio Centenario

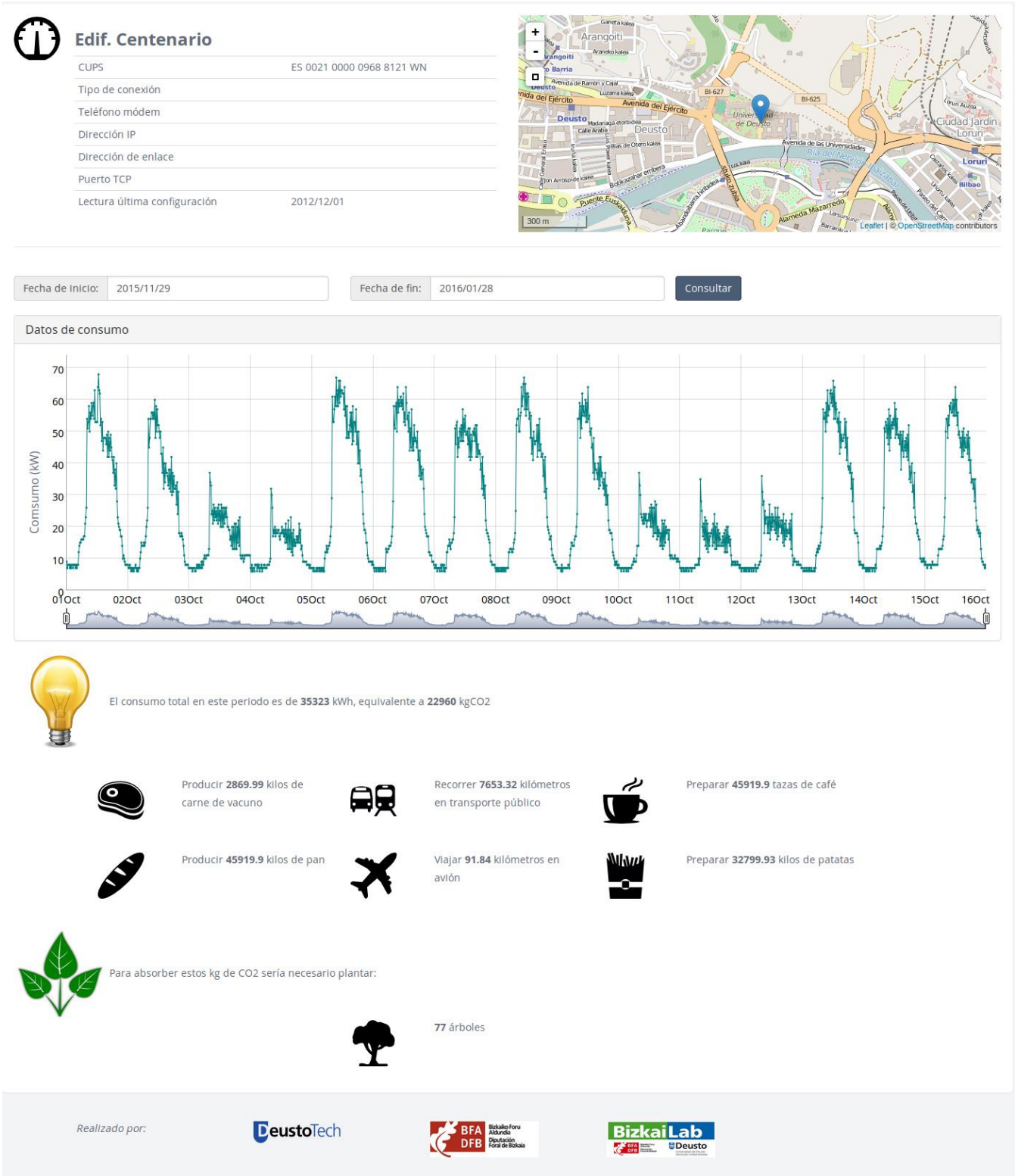

Figura 10. Curva de consumo energético del edificio Centenario

4. CRAI

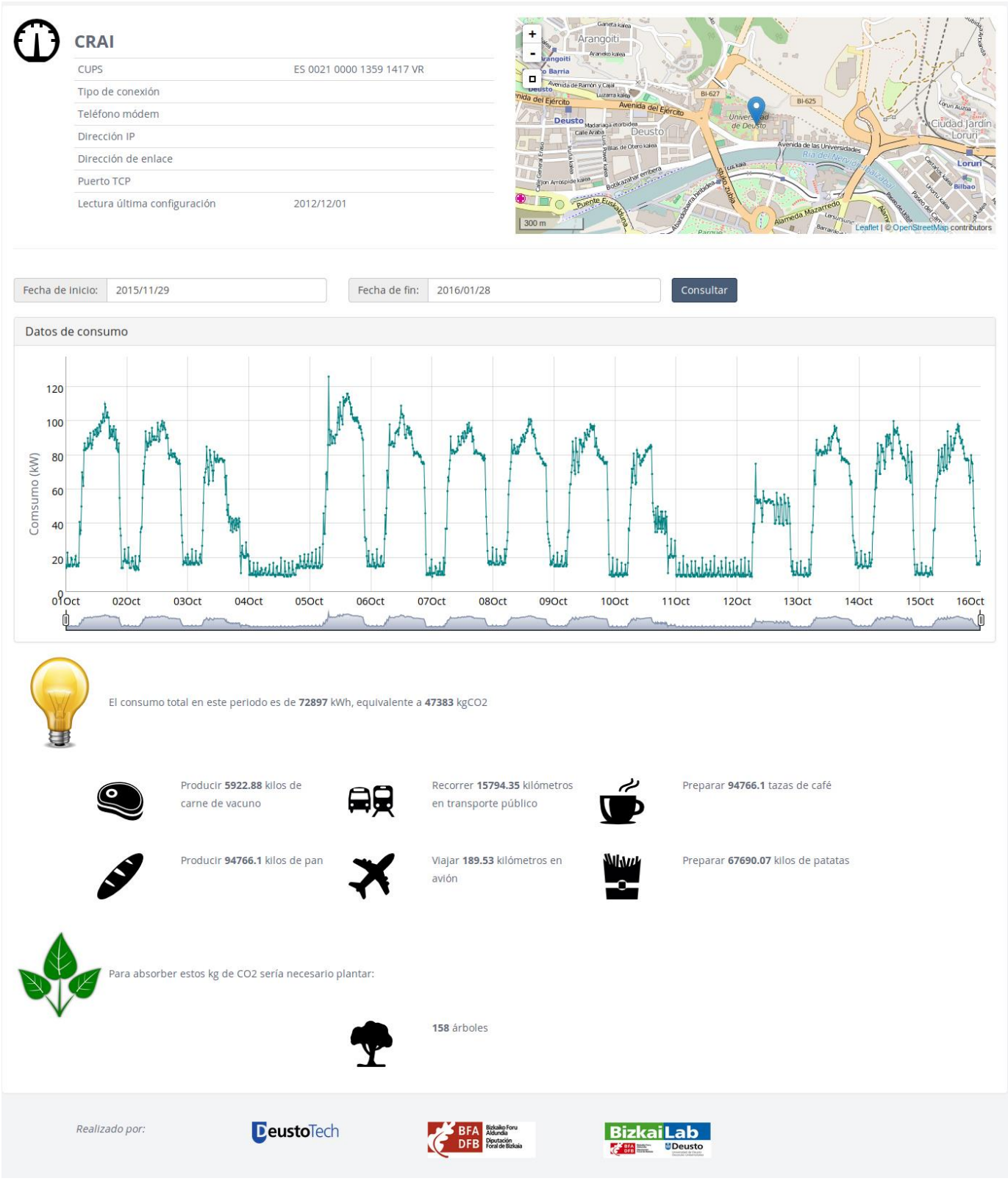

Figura 11. Curva de consumo energético de la CRAI

5. Colegio Mayor

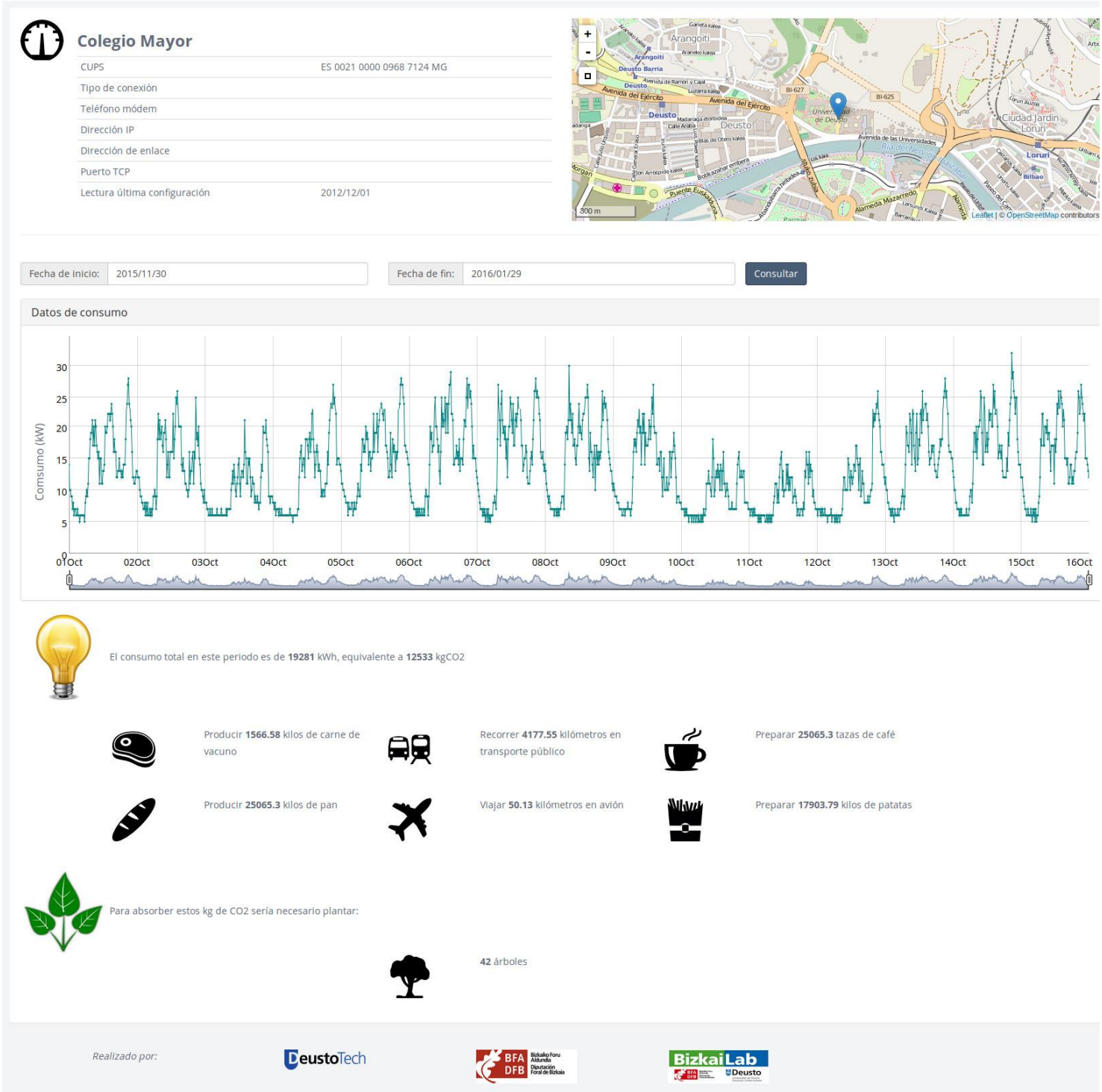

Figura 12. Curva de consumo energético del Colegio Mayor

2.1.2. Universidad de Deusto - Campus San Sebastián

El campus de San Sebastián está metido telemáticamente por un único contador. La curva de la demanda semanal típica se muestra en la Figura 13.

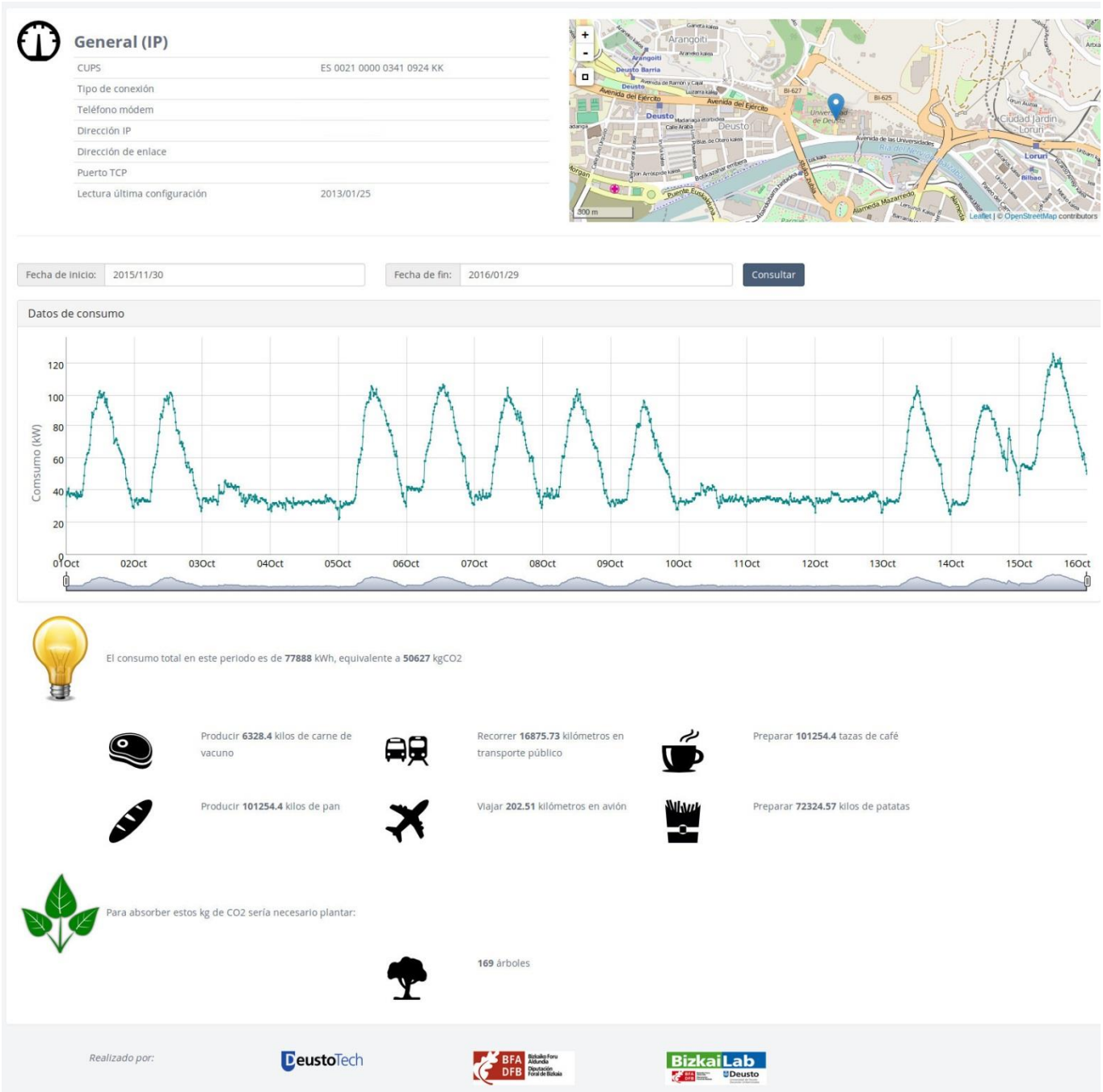

Figura 13. Curva de consumo energético del campus en San Sebastián

Tarea 2.2: Pruebas de estrés y escalabilidad.

Las pruebas realizadas se detallan a continuación.

Pruebas de carga: Este es el tipo más sencillo de pruebas de rendimiento. Una prueba de carga se realiza generalmente para observar el comportamiento de una aplicación bajo una cantidad de peticiones esperada. Esta carga puede ser el número esperado de usuarios concurrentes utilizando la aplicación y que realizan un número específico de transacciones durante el tiempo que dura la carga. Esta prueba puede mostrar los tiempos de respuesta de todas las transacciones importantes de la aplicación.

Prueba de estrés: Esta prueba se utiliza normalmente para romper la aplicación. Se va doblando el número de usuarios que se agregan a la aplicación y se ejecuta una prueba de carga hasta que se rompe. Este tipo de prueba se realiza para determinar la solidez de la aplicación en los momentos de carga extrema y ayuda a los administradores para determinar si la aplicación rendirá lo suficiente en caso de que la carga real supere a la carga esperada.

Prueba de estabilidad (soak testing): Esta prueba normalmente se hace para determinar si la aplicación puede aguantar una carga esperada continuada. Generalmente esta prueba se realiza para determinar si hay alguna fuga de memoria en la aplicación.

Pruebas de picos (spike testing): La prueba de picos, como el nombre sugiere, trata de observar el comportamiento del sistema variando el número de usuarios, tanto cuando bajan, como cuando tiene cambios drásticos en su carga. Esta prueba se recomienda que sea realizada con un software automatizado que permita realizar cambios en el número de usuarios mientras que los administradores llevan un registro de los valores a ser monitorizados.

Difusión y transferencia

Si bien el núcleo central del proyecto ENERMÍA se basa en la gestión inteligente del consumo eléctrico a través de la sensibilización ciudadana, este concepto es fácilmente extrapolable a otros ámbitos de gestión sostenible tales como el consumo de agua o la generación de residuos.

En este sentido, los resultados y metodología de procesamiento del proyecto ENERMÍA serán transferidos al **proyecto europeo H2020 Waste4Think**, presentado a la convocatoria WASTE-6a-2015 dentro del reto social "Acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de los recursos y materias primas" que ha obtenido 8.8 millones de euros de financiación. En esta propuesta se pretende pilotar 20 soluciones tecnológicas y no tecnológicas que buscan un aumento en la sostenibilidad de la gestión de residuos, a través de herramientas de operación y planificación, aplicaciones móviles para el empoderamiento de los ciudadanos y la participación ciudadana y materiales educativos con el fin de crear conciencia y fomentar la participación activa de los estudiantes.

Por otro lado, en la reunión con Jaione Pagazaurtundua Arbide, responsable de la Secretaría Técnica del Programa GAP Bizkaia, se acordó que **Actívate +** formará parte del Advisory Board u órgano asesor de los proyectos ENERMÍA y Waste4Think y al contrario, Actívate + hará llegar información de manera puntual con el objetivo de mantener actualizada la situación de ambos proyectos en lo relativo a normativas, grupos objetivo de interés y difusión de resultados. Adicionalmente, las motivaciones y resultados de ENERMÍA serán publicados en la **Bizkaia Maitea**, revista editada por la DFB, que contempla una gran variedad de temas ecológicos y medioambientales desde un punto de vista divulgativo y educativo.

Finalmente, la **Ingurugela del Gobierno Vasco** ha mostrado también su interés en los resultados del proyecto y en su difusión a través de la red de colegios del Gobierno Vasco.

Anexo 1: Documento de satisfacción

BizkaiLab

Bizkaia
foru aldundia
diputación foral

En Bilbao, a 29 de enero de 2016.

Desde el Departamento de Sosteniblidad y Medio natural de la Diputación Foral de Bizkaia venimos trabajando en la implantación de iniciativas dirigidas a sensibilizar a la ciudadanía para avanzar hacia un futuro sostenible, mediante la información, comunicación y capacitación en materias relativas al uso eficiente de los recursos y cuidado del medio ambiente. Todo ello desde el enfoque de la educación para la sostenibilidad.

Es por ello que, en septiembre de 2015, junto con la unidad de **DeustoTech-Energy** y dentro del marco del **Programa Bizkailab**, se comenzó a trabajar en el desarrollo de la iniciativa **ENERMÍA**: una plataforma digital capaz de despertar conciencia en todos los miembros de la sociedad, pero, en especial, de la comunidad escolar, acerca del impacto ambiental derivado del consumo energético. En concreto, esta plataforma recoge los datos de consumo a través de los contadores inteligentes instalados en cada infraestructura educativa (escuelas, colegios y universidades) para luego analizarlos y mostrar la información en paneles digitales colocados en los principales puntos de interés, haciendo hincapié en el impacto ambiental consecuencia de la generación de la energía necesaria para cubrir la demanda en cada momento.

Durante el transcurso del proyecto **ENERMIA**, la comunicación ha sido constante tanto en la fase de requisitos y diseño como durante la fase de implementación.

Actualmente, la plataforma desarrollada se encuentra desplegada en uno de los equipos de la Universidad de Deusto, localización elegida como piloto debido a que sus edificios cuentan ya con medición de consumos eléctricos a través contadores inteligentes. Se espera que esta aplicación sirva como punto de partida para su extrapolación a la gestión de monitorización del consumo eléctrico en otros colegios, universidades y edificios públicos.

Tanto el trabajo realizado como el proceso seguido desde **DeustoTech-Energy** han sido exhaustivos y de gran calidad, en un ambiente colaborativo.

Por todo ello, queremos mostrar nuestra satisfacción con los resultados obtenidos y consideramos que el proyecto ENERMIA presenta un gran potencial para su despliegue a futuro en los colegios y edificios públicos y concertados de Bizkaia.

Atentamente,

Xabier Arana Eiguren,
Jefe de Seccion de Sosteniblidad y Educacion Ambiental
Dpto. de Sostenibilidad y Medio Natural

Anexo 2: Actas de las distintas reuniones

Av. de las Universidades 24, 48007 Bilbao
944139073, Ext. 2045.

Minutas
Reunión BIZKAILAB ENERMIA

Fecha y hora de reunión **2015-07-13**

Lugar

Salvadas última vez

	Nombre	ID	*Afiliación*
Presentes	Ainhoa Alonso	**AA**	DeustoTech (DT)
	Cruz E. Borges	**CB**	DeustoTech (DT)
	Xabier Arana	**XA**	Diputación (BFA)
	Pedro Emparanza	**PE**	Diputación (BFA)
Ausentes			
Escrito por	Ainhoa Alonso	**Revisado por**	Ainhoa Alonso
Agenda	Proyecto Bizkailab ENERMÍA (AA y CB)		

Tema	**Identificador de Acción [yyyymmdd-no-ID..]**
AA presenta Deustotech-Energy. XA presenta el área de trabajo del Departamento de Sostenibilidad y Medio Rural de BFA. Principales relacionadas: • Programa de Acción de Educación para la Sostenibilidad 2020. • Estrategia de Energía Sostenible para Bizkaia 2020. Resumen de la EESB 2020. • Programas con componente energética: Euronet 50/50 max y Actívate +.	
AA presenta 3 posibles áreas de trabajo: 1. Influencia de los aspectos socio-demográficos en el cálculo de los indicadores de sostenibilidad en Bizkaia. 2.Análisis del impacto ambiental del cambio de rutas del tráfico rodado. 3. Implementación de acciones colaborativas dirigidas a la promoción de un comercio local y un consumo más sostenibles	
Se identifica la educación en el sector energético como posible línea de trabajo en colaboración. DT analizará la información facilitada y elaborará una propuesta de proyecto.	

Av. de las Universidades 24, 48007 Bilbao
944139073, Ext. 2045.

Minutas
Reunión BIZKAILAB ENERMIA

Fecha y hora de reunión **2015-10-30**

Lugar **BFA, Diputación Foral de Bizkaia (departamento medio ambiente)**

Salvadas última vez

	Nombre	ID	*Afiliación*
Presentes	Ainhoa Alonso	**AA**	DeustoTech (DT)
	Oihane Kamara	**OK**	DeustoTech (DT)
	Xabier Arana Eiguren	**XA**	Diputación (BFA)
	Mikel Arana Leibar	**MA**	Diputación (BFA)
Ausentes			
Escrito por	Oihane Kamara	**Revisado por**	Ainhoa Alonso
Agenda	Proyecto Bizkailab ENERMÍA (AA y OK)		

Tema	**Identificador de Acción [yyyymmdd-no-ID..]**
Explicación por parte de **AA** del ámbito en el que encaja el proyecto ENERMIA, los objetivos que se desean alcanzar en el ámbito y la planificación temporal del proyecto.	
Exposición por parte de **OK** de la arquitectura lógica y física de la aplicación ENERMIA: • Despliegue individual vs despliegue centralizado. • Datos que se pueden recoger del contador • Interfaz con visualización de consumos y equivalencias de CO_2.	
Exposición por parte de **XA** y **MA** de los proyectos existentes relacionados con la gestión energética. • EURONET 50/50, en Orduña y Mungia • Activate + Exposición por parte de **XA** del gestor energético que se usa en la DFB: DexCell, carencias y dificultades. Propuesta por parte de **XA** de extender la herramienta ENERMIA a la gestión de los edificios de la diputación, con posibilidad de configurar la información a mostrar según el ámbito. • Proyecto piloto: Universidad de Deusto • Proyecto teórico: Diputación Foral de Bizkaia.	

Av. de las Universidades 24, 48007 Bilbao
944139073, Ext. 2045.

Minutas
Reunión BIZKAILAB ENERMIA

Fecha y hora de reunión **2016-01-19**

Lugar **Oficina de Iniciativas Ambientales (Avda. Lehendakari Agirre 185-3ºD)**

Salvadas última vez

	Nombre	ID	*Afiliación*
Presentes	Ainhoa Alonso	**AA**	DeustoTech (DT)
	Oihane Kamara	**OK**	DeustoTech (DT)
	Jaione Pagazaurtundua Arbide	**JP**	Secretaría Técnica del Programa GAP Bizkaia (Actívate +)
	Eva Benito	**EB**	Responsable de Redacción de la revista Bizkaia Maitea
Ausentes			
Escrito por	Oihane Kamara	**Revisado por**	Ainhoa Alonso
Agenda	Proyecto Bizkailab ENERMÍA (AA y OK)		

Tema	**Identificador de Acción [yyyymmdd-no-ID..]**
Explicación por parte de AA de las líneas principales que trabaja la Unidad de Energía de DeustoTech: gestión energética, medio ambiente y gestión de residuos, así como las iniciativas europeas y regionales en las que ha participado.	
Explicación por parte de OK del objetivo y características del proyecto *BIZKAILAB ENERMÍA*, donde se busca conciencia a la comunidad escolar del impacto ecológico derivado del consumo de energía para introducir hábitos responsables.	
Explicación por parte de **JP** del objetivo, ámbito, área de acción y metodología del programa *Actívate+*: iniciativa que desea fomentar la participación ciudadana a favor de la sostenibilidad ambiental, desarrollada en colaboración con el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, el Consorcio de Transportes de Bizkaia (CTB), el Grupo Eroski, la Sociedad Pública Garbiker, el Gobierno Vasco y Metro Bilbao. Promueve la participación activa tanto de las familias en los hogares como del alumnado en sus centros escolares, abordando las temáticas de compra-residuos, agua, energía y movilidad.	
Discusión de posibles sinergias / colaboración entre el programa *Actívate+* y el proyecto *ENERMÍA*	
Explicación por parte del **AA** del *Proyecto Ciudades Amigables*, una iniciativa de ciencia ciudadana que implica a estudiantes de diversos niveles educativos con el objetivo de evaluar la accesibilidad urbana.	
Invitación por parte de **EB** a colaborar en Bizkaia Maitea, una revista editada por la DFB que contempla una gran variedad de temas ecológicos y medioambientales desde un punto de vista divulgativo.	

BizkaiLab

BFA DFB Bizkaiko Foru Aldundia Diputación Foral de Bizkaia

Deusto Universidad de Deusto Deustuko Unibertsitatea