



E0.3 Segundo informe anual del proyecto

Este segundo informe incluirá todos los avances científicos y financieros correspondientes a las actividades realizadas durante el segundo año del proyecto en 2021. Se va a explicar de forma precisa las actividades del proyecto, en relación con lo expuesto en la Solicitud de Ayuda y los paquetes de trabajo definidos. No se repetirá la información general del proyecto que ya haya sido presentada en la solicitud. El informe contiene los siguientes apartados indicados en la tabla de contenidos

Contenido

2	Avances científicos y técnicos	3
2.1	Entregable E6-E2.1 EQUIPOS DESARROLLADOS DE SENSORIZACIÓN Y COMUNICACIÓN BASADOS EN IOT Y REDES 5G	3
2.1.1	Equipo de sensorización y comunicación para almacenes.....	3
2.1.2	Equipo de sensorización y comunicación para vehículos	4
2.2	Entregable E7-E2.2 INFORME DE DESPLIEGUE DE SENSORIZACIÓN EN ALMACENES Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE.....	5
2.2.1	Arquitectura de despliegue de dispositivos en almacenes	5
2.2.2	Despliegue de dispositivos en almacenes.....	5
2.2.3	Vista general del despliegue en almacenes.	6
2.2.4	Despliegue en vehículos.....	6
2.2.5	Módulo de comunicaciones	7
2.2.6	Comunicaciones con la plataforma software	7
2.2.7	Despliegue de dispositivo en los vehículos.	7
2.3	Entregable E8-E3.1 BACKEND DESARROLLADO DE COMUNICACIÓN IOT Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS	8
2.3.1	Ficha técnica - Blockchain – Hyperledger Fabric.....	8
2.3.2	Interfaz WEB – Blockchain Hyperledger.....	10
2.4	Entregable E9-E3.2 MODELOS DE DATOS Y ALGORITMOS BIGDATA.....	11
2.4.1	Algoritmos BigData para detección de anomalías en series temporales <i>en almacenes</i> ..	11
2.4.2	Algoritmos BigData para optimización de rutas de camiones	11
2.5	Entregable E10-E3.3 SERVICIOS INTELIGENTES DE EFICIENCIA ENERGETICA.....	12
2.5.1	Acceso a la plataforma.....	13
2.5.2	Servicios para almacenes y oficinas.....	13
2.5.3	Servicios para vehículos	15
2.6	Entregable E11-E4.1 INFORME DE VALIDACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SENSORIZACIÓN Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS.....	17



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

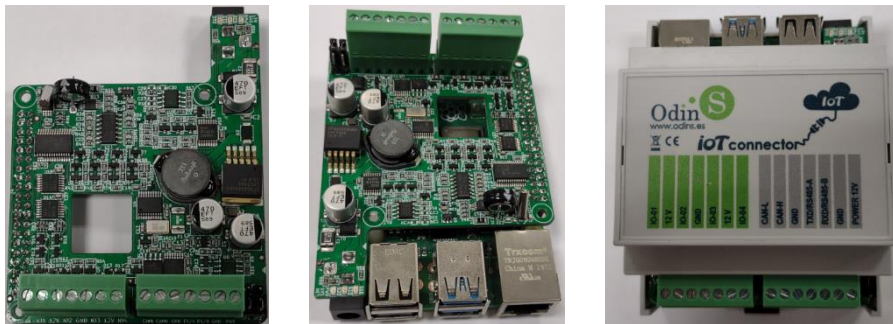
2.6.1	Validación de la infraestructura de sensorización para almacenes	17
2.6.2	Validación de infraestructura para vehículos	19
2.6.3	Plataforma software de gestión de datos segura en la nube	22
2.7	Agregación de consumos de las cámaras.....	23
2.8	Gestión segura de los datos	24
2.9	Entregable E12-E4.2 INFORME DE EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES.....	24
2.9.1	Análisis de datos y servicios inteligentes.....	25
2.9.2	Cuestionarios y respuestas de los usuarios.....	28
3	Avances financieros y presupuestarios.....	30
3.1	Justificación de los cambios en el presupuesto del proyecto que no requieren autorización previa	32
4	Conclusiones.....	33

2 Avances científicos y técnicos

2.1 Entregable E6-E2.1 EQUIPOS DESARROLLADOS DE SENSORIZACIÓN Y COMUNICACIÓN BASADOS EN IOT Y REDES 5G

2.1.1 Equipo de sensorización y comunicación para almacenes

En las siguientes fotos se muestran el equipo desarrollado de comunicación para almacenes. Dicho dispositivo se llama IoTconnector. Se ha desarrollado una solución lo más robusta posible para escenario fijos e interiores en el que hay menos restricciones de cara a instalar nuevo equipamiento asociado a la toma de datos. Se incorporan diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica y cableada para soportar el mayor abanico posible de conectividad tanto a nivel de comunicación de los equipos de sensorización y control con la plataforma en la nube (Ethernet, Wifi). Como a nivel de conexionado entre de los sensores con los concentradores, en concreto conector USB para módulos Zwave y Zigbee, así como conexiones 4-20 mA / 0-10 V, buses RS-485 o similares, etc.



Fotos del equipo IoTConnector para almacenes con y sin caja.

Para la sensorización de los almacenes, se ha desarrollado el dispositivo Wimex. Dicho Wimex permite la monitorización de la temperatura se han añadido también las de la humedad y del CO₂.



Wimex para medir temperatura, humedad y CO₂

En segundo lugar, la medición de consumo en los almacenes requiere el uso de analizadores de red eléctrica comerciales existentes. Concretamente se han instalado los siguientes analizadores:

- ▶ Círculo CVM-Net4 (4 circuitos)
- ▶ Círculo CVM-Mini (1 circuito).

2.1.2 Equipo de sensorización y comunicación para vehículos

En los dispositivos instalados en los vehículos influyen los dos factores principales.

El primero es la propia monitorización de la temperatura dentro del contexto de la trazabilidad de la distribución de los productos. Opcionalmente se permite la posibilidad de hacer una monitorización de la humedad, aunque no es el caso habitual ya que en la mayoría de los casos se trata de vehículos refrigerados, sobre todo en el transporte de alimentos, donde incluso pueden ir congelados y la humedad no aporta apenas información.

A la hora de desarrollar el equipo se ha tenido en cuenta las posibilidades de una instalación cableada dentro del propio vehículo entre los sensores y el equipo de comunicación. Con respecto a la comunicación con la plataforma en la nube, se incluye un socket de conexión múltiple que permitirá elegir entre diferentes módulos inalámbricos IoT de largo alcance (Lora, NB-IoT, Sigfox) que se analizaron y explicaron en el entregable E1.1. Aunque al final según el análisis realizado nos decantamos por la tecnología NB-IoT por sus beneficios de consumo/seguridad y su mayor cobertura a nivel internacional en los próximos años dado que se aprovecha la infraestructura existente de los operadores de 4G/5G .

El segundo es la mejora en la eficiencia energética. En los vehículos intervienen principalmente el consumo asociado a la propia conducción (velocidad, uso de marchas cortas/largas, etc.) así como las rutas empleadas para cada trayecto. Para medir el consumo, se ha evaluado la viabilidad técnica de monitorizar ese valor en tiempo real ya que no siempre se tiene acceso a dicha información al tratarse de datos propietarios de los fabricantes de vehículos. Para la parte relacionada con rutas, se recogerán los datos de las coordenadas GPS de los vehículos en paralelo con la monitorización de la temperatura. Hemos optado por un módulo del fabricante Quectel que permite tanto la comunicación NB-IoT así como la localización GPS.

A continuación, se muestra las fotos del equipo desarrollado para vehículos que tiene por separado el módulo de comunicación y localización compatible con NB-IoT y GPS. Además, se muestra la sonda PT100 de temperatura usada para controlar la trazabilidad en el transporte refrigerado.



Fotos de hardware para vehículos

2.2 Entregable E7-E2.2 INFORME DE DESPLIEGUE DE SENSORIZACIÓN EN ALMACENES Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE

2.2.1 Arquitectura de despliegue de dispositivos en almacenes

A nivel de arquitectura se ha apostado por una solución modular que se corresponde con lo mostrado en la siguiente figura. El concentrador se corresponde con el dispositivo IoTconnector.

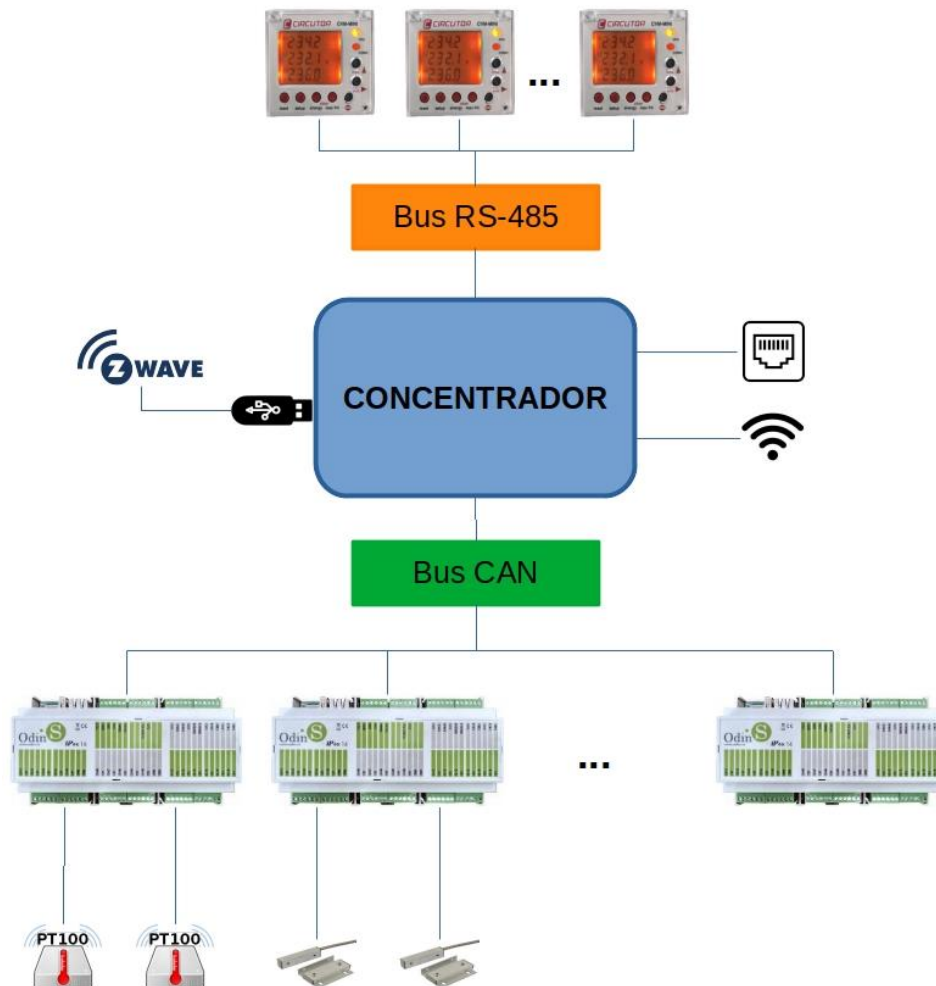


Figura 1: Arquitectura de los dispositivos de recogida de datos en las instalaciones de la empresa

2.2.2 Despliegue de dispositivos en almacenes

Tras las reuniones tenidas con la empresa, y a la vista de que el objetivo último del proyecto es mejorar la eficiencia energética en el ámbito del sector refrigerado, se ha optado por centrar los esfuerzos tanto económico como de dedicación en buscar las mejoras de rendimiento en la parte del almacén, tanto en las cámaras como en el muelle.

Del resto de puntos de mayor consumo dentro de las instalaciones, el siguiente es el de control de climatización de las oficinas. Aun así, y a la vista de la falta de interés por parte de la empresa, se ha decidido aparcar esa parte de forma indefinida, aunque no se descarta la posibilidad de retomarla en el futuro.

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

En lo referente a la monitorización de dispositivos de las cámaras y del muelle, se ha optado por no usar dispositivos *Z-Wave*. En general la idea es reducir en la medida de lo posible el número de dispositivos inalámbricos a instalar teniendo en cuenta que el alto nivel de ruido del entorno podría ocasionar un mal funcionamiento de los dispositivos.

Al margen del listado de dispositivos que se van a detallar a continuación, se está barajando la posibilidad de instalar algunos sensores de CO₂ en puntos estratégicos en primera instancia como medida de seguridad, para asegurar que el entorno de trabajo de los operarios esté en unas condiciones adecuadas en ese sentido.

2.2.3 Vista general del despliegue en almacenes.

Las instalaciones que se van a monitorizar incluyen tanto las cámaras frigoríficas como los muelles de carga y descarga.

A continuación se muestra una representación gráfica sobre plano de la ubicación de los dispositivos y de los distintos emplazamientos importantes (cámaras, muelle, etc.).



Figura 2: Instalaciones de la empresa

2.2.4 Despliegue en vehículos

2.2.4.1 Módulo de control y entradas/salidas

El dispositivo final IPex se ha desarrollado de forma modular y se compone de dos elementos, el *módulo de control* y el *módulo de comunicaciones*.

El módulo de control hace las veces de *placa base*. A él se le pueden conectar diversos tipos de dispositivos como entradas digitales o analógicas, aparte del módulo de comunicaciones, que es intercambiable. Se ha seguido esta filosofía pensando explícitamente en la posibilidad de poder usar diferentes módulos de comunicaciones en caso de ser necesario.

Un aspecto a tener en cuenta en este dispositivo es que finalmente no se ha podido obtener acceso a los datos del tacógrafo del vehículo a través del interfaz OBD-2 (consumos, patrones de conducción, etc.). Pese a que físicamente el interfaz siempre está disponible, la empresa ya lo está usando para realizar el seguimiento de sus vehículos y se corre el riesgo de ser multado en caso de



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

que se instale otro dispositivo que intente leer los datos en paralelo ante lo que podría ser considerado como un *intento de manipulación*. Es por eso que la cantidad de información a la que se tiene acceso es inferior a la que estaba prevista inicialmente.

2.2.5 Módulo de comunicaciones

El módulo de comunicaciones desarrollado incluye un módem que es compatible a nivel de datos con NB-IoT y con 3G, y además tiene soporte para GPS. En concreto se trata de un modelo del fabricante Quectel.

Se ha buscado un módem que fuese compatible con ambas tecnologías de comunicaciones dado que el soporte para NB-IoT, opción escogida, es limitado, hasta el punto de que algunos operadores lo están habilitando hoy en día en sus sistemas en ciertas áreas específicas bajo demanda, siempre debiendo justificar la necesidad del mismo en la solicitud.

2.2.6 Comunicaciones con la plataforma software

Para la comunicación con la plataforma se utiliza el mismo sistema que en el caso de los equipos concentradores desplegados en las instalaciones de la empresa, es decir, mediante el protocolo *MQTT* sobre *TLS*.

A diferencia del caso anterior, donde la comunicación se mantenía activa de forma continua, aquí sí que se debe tratar de forma especial el caso en el que el vehículo se está moviendo. De ser así, sí que es importante el envío de información con una periodicidad razonable dentro de lo que se podría entender como *tiempo real* en este contexto, ya que los algoritmos que se van a ejecutar en la plataforma necesitan tener esos datos actualizados.

En caso de que el vehículo se detenga, y tras haber enviado la parada como tal, el dispositivo puede pasar a funcionar en modo *bajo consumo*. Al margen de eso el registro de valores de temperatura y el envío de éstos siguen estando operativos, pero la frecuencia de comunicación es menor.

2.2.7 Despliegue de dispositivo en los vehículos.

El despliegue de dispositivos de control en vehículos va a estar condicionado por el número y el tipo de vehículos que estén disponibles.

En primera instancia se prevé instalar en cada vehículo un sensor de temperatura y un detector de puerta abierta para, junto con la información de posicionamiento, poder hacer un análisis de los datos que pueda combinar esa información con fuentes externas de datos meteorológicos.

Tras haber tenido sendas reuniones con los responsables del área de control de flotas de la empresa, se ha optado por no añadir un sensor de temperatura exterior dado que, según se ha indicado, no suele ser relevante teniendo en cuenta los niveles de aislamiento que tienen los remolques, en lo referente al consumo de la unidad de frío. Como segundo elemento a tener en cuenta en la optimización de consumos tras el del propio camión, la mayor pérdida de frigorías se produce cuando hay una apertura de la puerta (carga o descarga), y ese evento ya se está monitorizando, por lo que, siguiendo con la recomendación que se recibió por parte de la empresa, los datos de temperatura exterior han sido descartados.

En la siguiente fotografía se muestra uno de los vehículos que se han usado para la toma de datos.



Figura 3: Uno de los camiones que ha participado en la recolección de datos

2.3 Entregable E8-E3.1 BACKEND DESARROLLADO DE COMUNICACIÓN IOT Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS

Esta sección correspondiente al entregable E3.1 “Backend desarrollado de comunicación IoT y gestión segura de datos” dentro de la categoría de entregables de tipo software, abarca los componentes software que forman el backend desarrollado en de la actividad A3.1 “Desarrollo del backend de comunicación IoT y gestión segura de datos basado en blockchain” para la plataforma, para la recogida de datos de los equipos sensores, así como la gestión de los datos de forma segura implementando blockchain Smartcontracts. En este documento se incluye también un manual de usuario para dichos componentes.

Todos los desarrollos software realizados a nivel de plataforma sobre su backend y que conforman los diferentes componentes software descritos, serán aportados en un fichero aparte.

2.3.1 Ficha técnica - Blockchain – Hyperledger Fabric

NOMBRE	GUARDIAN
CLASIFICACIÓN	Plataforma DLT enfocado al entorno empresarial.
APLICACIÓN/FUNCIONES	Base de datos, descentralización, trazabilidad, auditoría de datos.
DESCRIPCIÓN	Plataforma de tecnología de libro mayor distribuido (DLT) de permisos/autorización para empresas que ofrece el desarrollo y despliegue de smartcontracts.
REQUISITOS SOFTWARE Y HARDWARE	
CONEXIÓN A INTERNET	Sí
SERVIDOR	
SISTEMA OPERATIVO	Debian GNU/Linux 10 (buster)
ESPACIO EN DISCO	35GB

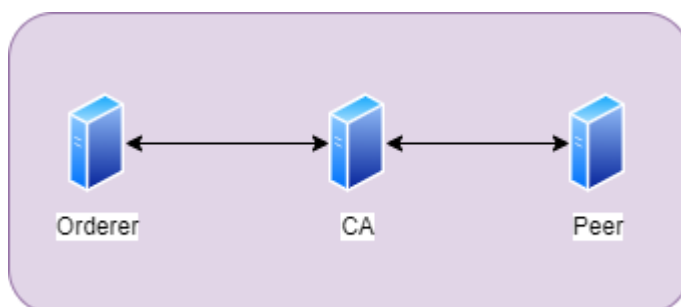


THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

	CPU	4 cores
	MEMORIA RAM	4GB
	CONEXIÓN A INTERNET	Ethernet 100 Mbps
USUARIO		
	SISTEMA	

Hyperledger Fabric se compone de 3 entidades básicas:

- Orderer: Encargado del consenso de las transacciones y la difusión de bloques a los peers.
- CA: Encargado de generar Wallets (identidades basadas en certificados) para los clientes del blockchain.
- Peer: Encargado de guardar el DLT (transacciones y bloques) y los smartcontracts.



Para lanzarlo usamos docker-compose:

Orderer:

```
docker-compose -f docker-compose-orderer-1.yml up -d
```

CA:

```
docker-compose -f docker-compose-ca-org1.yml up -d
```

Peer + CLI del peer:

```
docker-compose -f docker-compose-peer0-org1.yml up -d
```

```
docker-compose -f docker-compose-cli-peer0.yml up -d
```


Para instalar un smartcontract:

```
ID=$(docker ps -fname=cli -q)
docker exec -it $ID bash
#sh scripts/installSC.sh NombreDelSmartContract Version
sh scripts/installSC.sh GuardianSC 1
```



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

2.3.2 Interfaz WEB – Blockchain Hyperledger

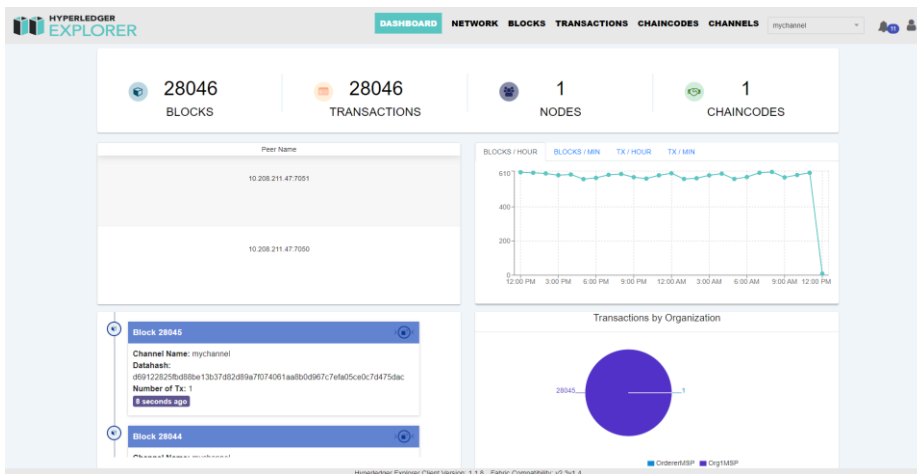

Sign in

Network*
odins.fabric

User*
bexplorer

Password*

SIGN IN



Transaction Details

Transaction ID: fa0acdcb51a5430791ee8c67b330989c7d2f0516a738b26ad862abe1813240a

Validation Code: VALID

Payload Hash: 6e11584a078232e04d94632f0b0cb5ca7ebda9ed308203f58daefea3ffc14d

Proposal Hash:

Creator MSP: Org1MSP

Endorser: ("Org1MSP")

Chaincode Name: GuardianSC

Type: ENDORSER_TRANSACTION

Time: 2022-03-09T11:01:12.875Z

Direct Link: http://10.208.211.47:8080/?tab=transactions&transid=fa0acdcb51a5430791ee8c67b330989c7d2f0516a738b26ad862abe1813240a

Reads:

- root: 2 items
 - 0: 2 keys
 - 1: 2 keys

Writes:

- root: 2 items
 - 0: 2 keys
 - chaincode: "GuardianSC"
 - set: 49 items
 - 0: 3 keys
 - 1: 3 keys
 - 2: 3 keys
 - 3: 3 keys
 - 4: 3 keys
 - 5: 3 keys
 - key: "IoTConnector:00027analogInput_614c6767bcfae158886217b02022-03-07T06:00:00.000Z"
 - is_delete: false
 - value: "[\"YrecvTime\":\"2022-03-07T06:00:00.000Z\",\"entityId\":\"IoTConnector:00027\",\"attrName\":\"analogInput_614c6767bcfae158886217b0\",\"attrvalue\":\"0\"]"
 - 6: 3 keys
 - 7: 3 keys

Hyperledger Explorer Client Version: 1.1.0 - Fabric Compatibility: v2.3v1.4



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

2.4 Entregable E9-E3.2 MODELOS DE DATOS Y ALGORITMOS BIGDATA

Esta sección correspondiente al entregable E3.2 “Modelos de datos y algoritmos BigData” dentro de la categoría de entregables de tipo software, abarca las librerías software (ej. lenguaje R) que implementen los modelos de datos y los algoritmos BigData (ej. Machine Learning) desarrollados en la actividad A3.2 “Desarrollo de modelos de datos y algoritmos de BigData” que proporcionarán el conocimiento y las predicciones necesarias para los servicios inteligentes. En este documento se incluye también un manual de usuario para dichas librerías.

Todos los desarrollos software realizados a nivel de plataforma sobre su backend y que conforman las diferentes librerías software descritas, serán aportados en un fichero aparte.

2.4.1 Algoritmos BigData para detección de anomalías en series temporales en almacenes

NOMBRE	GUARDIAN
CLASIFICACIÓN	Librería de tipo software para la detección de anomalías energéticas.
APLICACIÓN/FUNCIONES	Monitorización, optimización de energía, análisis de datos.
DESCRIPCIÓN	Software basado en aprendizaje automático con modelos agregados, concretamente Time Series Outliers (TSO) y Meta Prophet. Los algoritmos analizan una serie de tiempo con observaciones energéticas de cámaras frigoríficas y devuelven las marcas de tiempo en las que se han detectados anomalías.
TECNOLOGÍAS	Desarrollado en el lenguaje R y desplegado como servicio REST con la librería OPENCPU. El servicio final esta dockerizado.
CONEXIÓN A INTERNET	Sí
SERVIDOR	
SISTEMA OPERATIVO	Ubuntu 20.04
ESPACIO EN DISCO	10 GB
CPU	
MEMORIA RAM	8 GB
CONEXIÓN A INTERNET	Ethernet 100 Mbps

2.4.2 Algoritmos BigData para optimización de rutas de camiones

NOMBRE	GUARDIAN
CLASIFICACIÓN	Librería de software para la detección de anomalías energéticas.
APLICACIÓN/FUNCIONES	En este servicio hemos utilizado un modelo basado en grafos para trazar una ruta óptima entre 2 localizaciones. El mapa de carreteras utilizado se ha obtenido de openStreetMaps (OSM), creando una representación de la zona de estudio en la que se han incluido todas las



	autovías, autopistas, carreteras principales, secundarias y residenciales, así como sus enlaces. El proceso de resolución de rutas se basa esencialmente en calcular la ruta en un grafo dirigido y pesado, optimizando por tiempo o por distancia con el algoritmo heurístico A*.
DESCRIPCIÓN	Software basado en un modelo basado en grafos optimizando por tiempo o por distancia con el algoritmo heurístico A*.
TECNOLOGÍAS	Desarrollado en python y desplegado como servicio REST con la librería Flask. El servicio final esta dockerizado.
CONEXIÓN A INTERNET	Sí
SERVIDOR	
SISTEMA OPERATIVO	Ubuntu 20.04
ESPACIO EN DISCO	10 GB
CPU	~ Ryzen 5 2600
MEMORIA RAM	16 GB
CONEXIÓN A INTERNET	Ethernet 100 Mbps

2.5 Entregable E10-E3.3 SERVICIOS INTELIGENTES DE EFICIENCIA ENERGETICA

Esta sección correspondiente al entregable E3.3 “Servicios inteligentes de eficiencia energética” dentro de la categoría de entregables de tipo software, lo componen las interfaces software de usuario que ofrecen los servicios inteligentes desarrollados en la actividad A3.3 “Desarrollo de servicios inteligentes de eficiencia energética” para ayuda a la toma de decisiones en la optimización energética tanto de almacenes como vehículos. En este documento se incluye también un manual de usuario.

Todos los desarrollos software realizados a nivel de plataforma sobre su frontend y que conforman los diferentes interfaces de usuario que se muestran en este documento, serán aportados en un fichero aparte.

NOMBRE DEL PRODUCTO	GUARDIAN
CLASIFICACIÓN	Software para gestión segura de mercancías.
APLICACIÓN/FUNCIONES	Usuario final, monitorización, logística, optimización de energía, análisis de datos, seguridad.
DESCRIPCIÓN	Software basado en tecnología Web para la gestión segura e inteligente de mercancías refrigeradas mediante sensorización avanzada y analítica de datos, basado en optimización de recursos energéticos y certificación en el proceso logístico refrigerado.
CONEXIÓN A INTERNET	Sí
SERVIDOR	
SISTEMA OPERATIVO	Ubuntu 20.04
ESPACIO EN DISCO	10 GB
CPU	~ Ryzen 5 2600
MEMORIA RAM	16 GB



CONEXIÓN A INTERNET	Ethernet 100 Mbps
USUARIO	
SISTEMA	PC o dispositivo móvil con conexión a Internet y con navegador Web

Se trata de un desarrollo de una plataforma con tecnología Web. El frontend realiza llamadas a los servicios de las funcionalidades ofrecidas, desplegados en el backend de la plataforma, mediante el uso de una REST API.

La plataforma ofrece servicios para control de almacenes, rutas de vehículos, y visualización gráfica de los históricos de los datos registrados por los sensores desplegados. Estas opciones están siempre accesibles desde un menú visible en la parte superior de la pantalla.



Figura 4 - Menú de la aplicación

A continuación, se describe un breve manual del usuario de la aplicación y las diferentes opciones disponibles en la plataforma accesibles desde el interfaz de usuario.

2.5.1 Acceso a la plataforma

El registro de los usuarios autorizados lo realiza el administrador. Estos pueden acceder a la plataforma utilizando sus credenciales desde la página principal en:

<http://guardian.odins.es/login.html>

Figura 5 - Acceso de usuarios

La aplicación Web se ha diseñado para que pueda accederse desde un PC con un navegador Web o desde un dispositivo móvil.

2.5.2 Servicios para almacenes y oficinas



Figura 6 - Acceso a menú de almacenes

En la pantalla para almacenes se visualiza un plano interactivo a escala, reflejando las cámaras y sus puertas, y donde un servicio visualiza los datos de los sensores desplegados (temperatura, humedad, CO2) y los estados de las puertas mediante un icono de puerta abierta/cerrada.

Sobre el plano, el usuario puede seleccionar las cámaras, sensibles visualmente al paso del ratón tomando un fondo gris, cuando estas dispongan de información más detallada, por ejemplo, de

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

potencias (i.e. activa, inductiva, aparente), energías (i.e. activa, inductiva, capacitiva, y aparente), temperaturas, etc. Un servicio mostrará esta información en una nueva pantalla y la mantendrá actualizada.

La frecuencia de actualización de los datos se ha prefijado en períodos de 1 minuto para todos los casos.

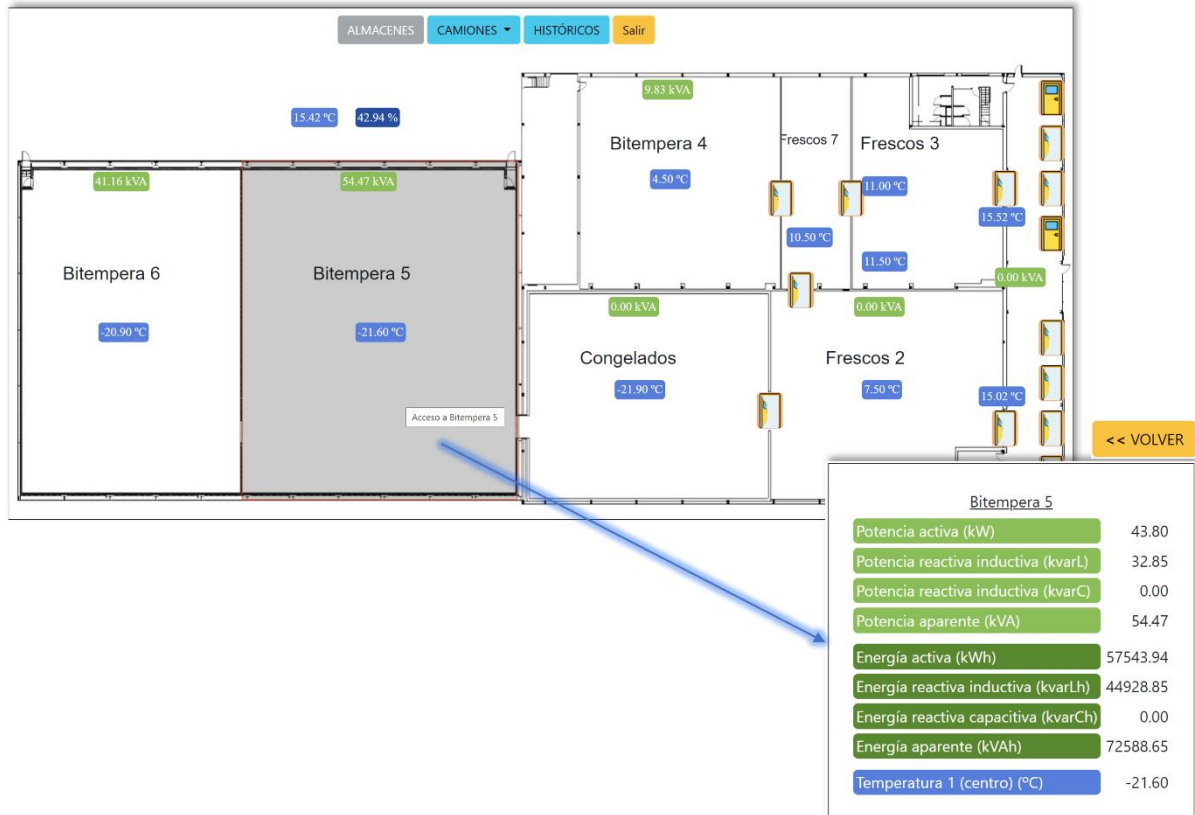


Figura 7 - Sensorización de almacenes

En la parte inferior se muestran las posibles alertas y anomalías con las posibles recomendaciones generadas. En caso de existir alguna, el texto parpadea, y al acercar el cursor al ítem en cuestión, se despliega la ventana mostrando las alerta o anomalías.

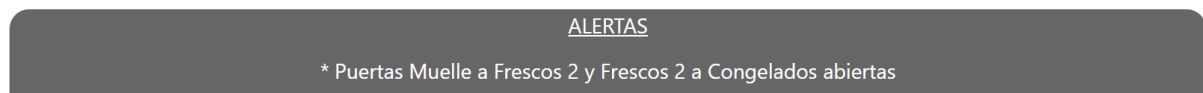


Figura 8 - Visualización de alertas en almacenes

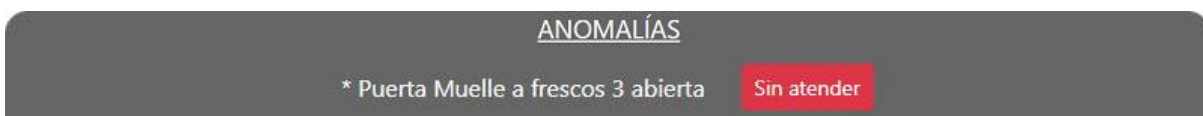


Figura 9 - Visualización de anomalías en almacenes

2.5.3 Servicios para vehículos

La opción del menú para control de rutas de vehículos ofrece dos funcionalidades: histórico de rutas y recomendación de rutas.

2.5.3.1 Histórico de rutas

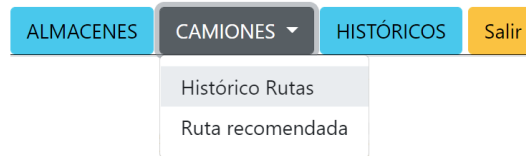


Figura 10 - Acceso a menú de histórico de rutas de vehículos

Desde esta opción del menú se accede al servicio que permite mostrar sobre un mapa los puntos de una ruta realizada por un vehículo determinado, seleccionada de su histórico disponible:

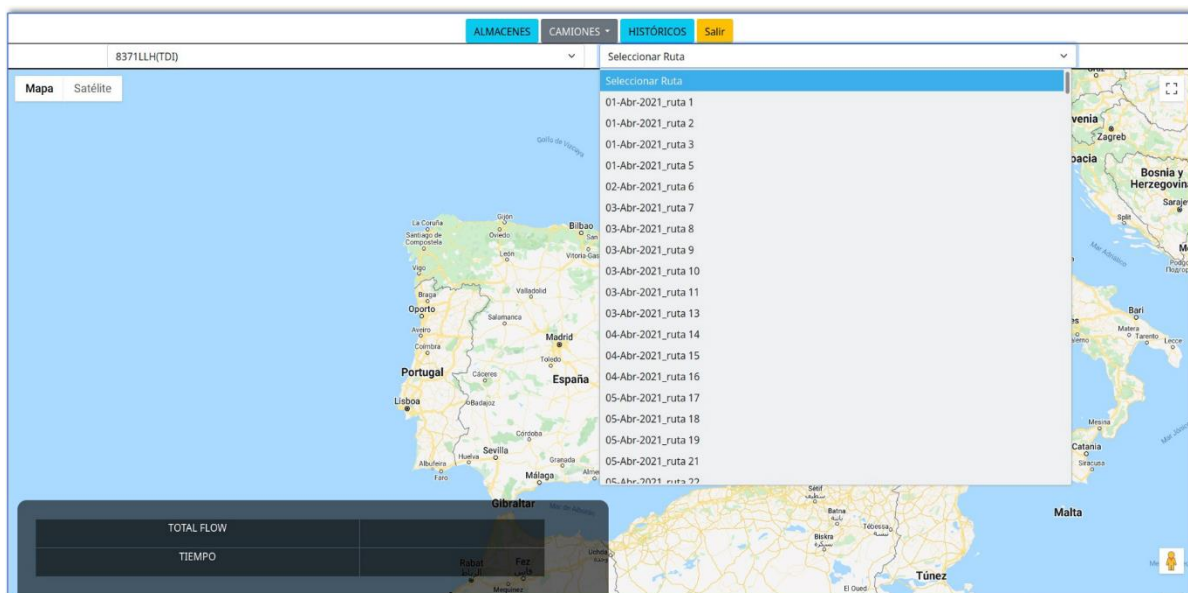


Figura 11 - Ejemplo de selección de vehículo y una de sus rutas

2.5.3.2 Rutas recomendadas

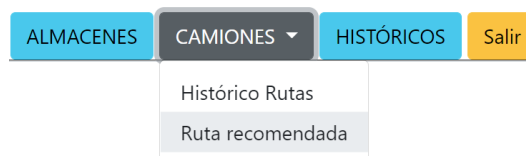


Figura 12 - Acceso a menú de recomendación de rutas para vehículos

Desde esta opción del menú se accede al servicio que mostrar la ruta recomendada para un vehículo seleccionado, indicando para ello el punto de inicio y final de la ruta, así como la fecha en la que se va a realizar el recorrido.

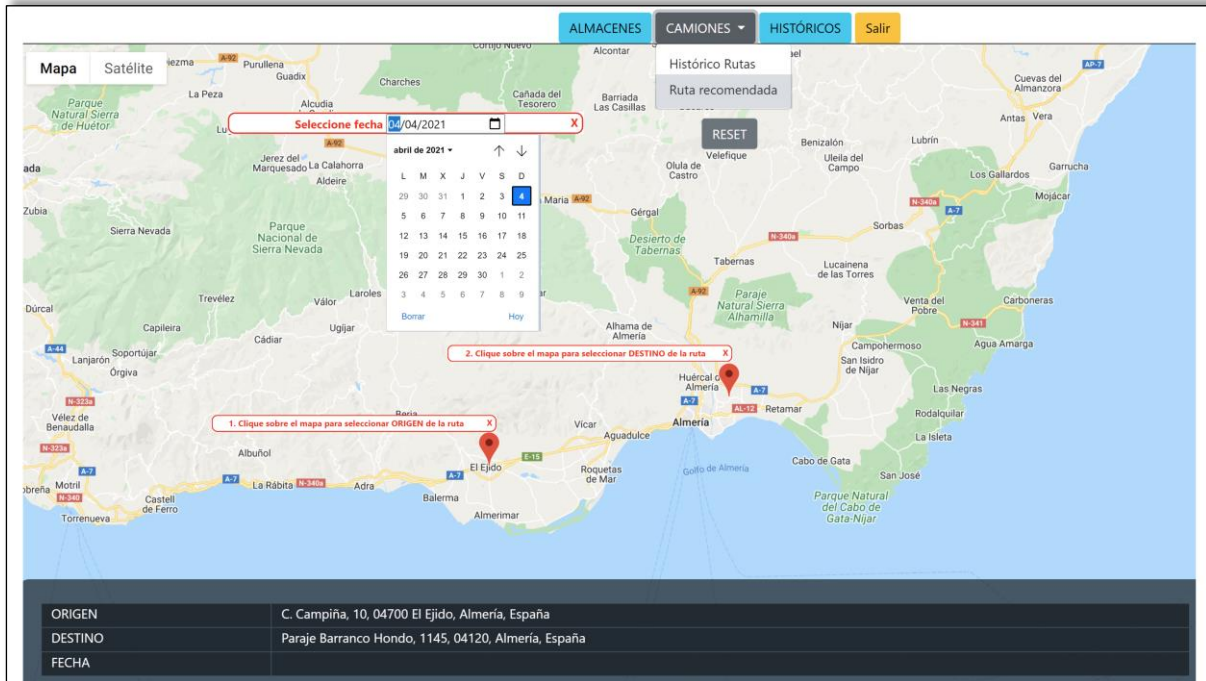


Figura 13 - Ejemplo de selección de opciones para estimar una ruta

Como resultado se genera y se muestra el itinerario sobre la ruta calculada:

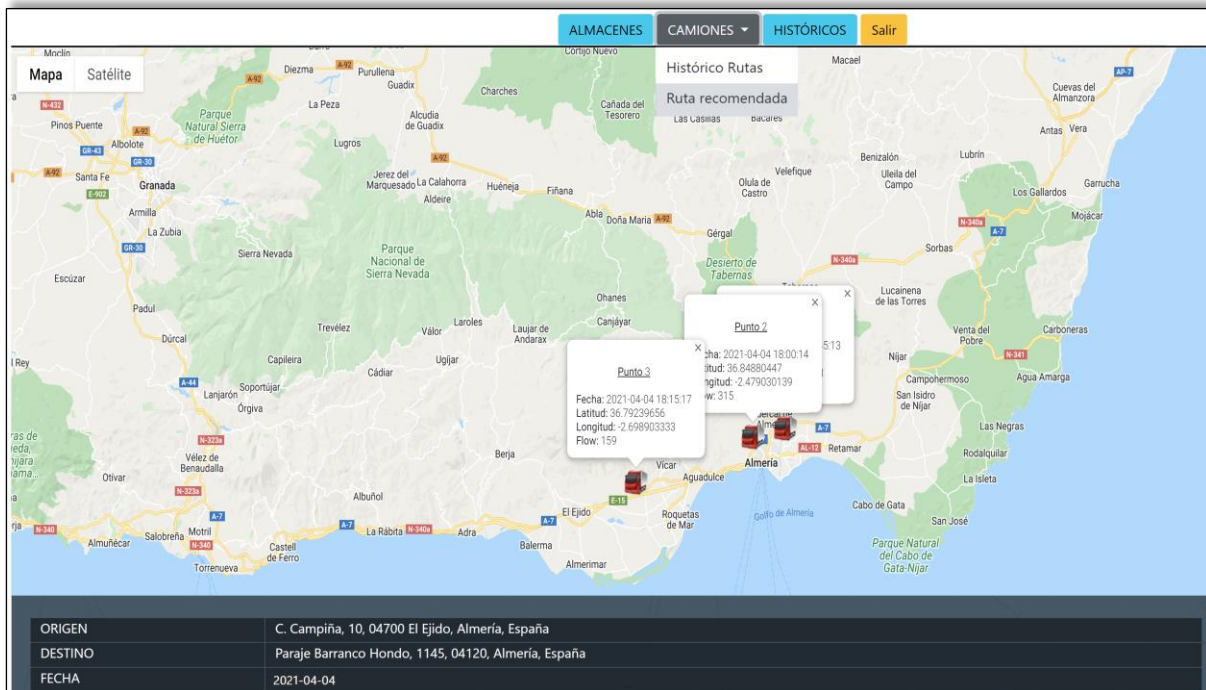


Figura 14 - Ejemplo de ruta recomendada



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

2.6 Entregable E11-E4.1 INFORME DE VALIDACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SENSORIZACIÓN Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS

En esta sección, se detalla cómo se ha realizado y validado el despliegue de los dispositivos tanto en las instalaciones de almacenes como en los vehículos usando como punto de partida el plan elaborado en el entregable E2.2.

En concreto en E4.1 se detallan los cambios realizados respecto al plan inicial y se describen los problemas detectados durante la fase de despliegue, así como las soluciones que se han adoptado en cada caso en función de las posibilidades existentes, ya fuera por limitaciones de costes, por condicionantes de la propia instalación o por prioridades que se hayan establecido en las reuniones que se han mantenido con la empresa.

Por otro lado, se detalla toda la arquitectura desarrollada a nivel de plataforma para recoger, procesar y almacenar los datos de forma segura utilizando en este último caso la tecnología Blockchain.

2.6.1 Validación de la infraestructura de sensorización para almacenes

A continuación, se muestra el listado actualizado con las señales que se están controlando desde el nodo IoTconnector de la sala de máquinas de los almacenes.



Dispositivo	Equipo	Elemento	Descripción	ID (P&ID)	Tipo de Señal	Borna / Dirección	Observaciones	
Sala de máquinas								
IoT-Connector (01)	Estados puertas	C.Frescos 3 a C.Frescos 7	Estado puerta abierta	M1.01.01	Entrada Digital	01.01.01	Normalmente Cerrada	
		C.Frescos 7 a C.Bitemper 4	Estado puerta abierta	M1.01.02	Entrada Digital	01.01.02	Normalmente Cerrada	
		C.Frescos 7 a C.Frescos 2	Estado puerta abierta	M1.01.03	Entrada Digital	01.01.03	Normalmente Cerrada	
		C.Frescos 2 a C.Congelados 1	Estado puerta abierta	M1.01.04	Entrada Digital	01.01.04	Normalmente Cerrada	
Esclavo 1 (16 EA)	Temperaturas cámaras	Cámara congelados 1	Temperatura	M1.01.05	Entrada Analógica	01.02.01	T1 (PT100 a 4-20mA) (-50 a 150)	
		Cámara frescos 2	Temperatura	M1.01.06	Entrada Analógica	01.02.02	T1 (PT100 a 4-20mA) (-50 a 150)	
		Cámara frescos 3	Temperatura	M1.01.07	Entrada Analógica	01.02.03	T1 (PT100 a 4-20mA) (-50 a 150)	
		Cámara frescos 7	Temperatura	M1.01.08	Entrada Analógica	01.02.04	T1 (PT100 a 4-20mA) (-50 a 150)	
		Cámara bitemper 4	Temperatura	M1.01.09	Entrada Analógica	01.02.05	T1 (PT100 a 4-20mA) (-50 a 150)	
		Cámara bitemper 5	Temperatura	M1.01.10	Entrada Analógica	01.02.06	T1 (PT100 a 4-20mA) (-50 a 150)	
		Cámara bitemper 6	Temperatura	M1.01.11	Entrada Analógica	01.02.07	T1 (PT100 a 4-20mA) (-50 a 150)	
		Cámara frescos 3.2	Temperatura	M1.01.12	Entrada Analógica	01.02.08	T1 (PT100 a 4-20mA) (-50 a 150)	
					M1.01.13	Entrada Analógica	01.02.09	
					M1.01.14	Entrada Analógica	01.02.10	
					M1.01.15	Entrada Analógica	01.02.11	
					M1.01.16	Entrada Analógica	01.02.12	
					M1.01.17	Entrada Analógica	01.02.13	
					M1.01.18	Entrada Analógica	01.02.14	
					M1.01.19	Entrada Analógica	01.02.15	
					M1.01.20	Entrada Analógica	01.02.16	
CVM-Net4 1 (Cuadro 3)	Circuito 1	Compresor 1 cámara congelados		M1.02.01	Modbus RS-485	1	9600@8N1	
	Circuito 2	Compresor 2 cámara congelados		M1.02.02				
	Circuito 3	Compresor 3 cámara congelados		M1.02.03				
	Circuito 4	Compresor 1 cámara bitemper 4		M1.02.04				
CVM-Mini 1 (Cuadro 3)		Global cuadro interior		M1.02.05	Modbus RS-485	2		
CVM-Net4 2 (Cuadro 2)	Circuito 1	Compresor 1 cámara frescos 2		M1.02.06	Modbus RS-485	3		
	Circuito 2	Compresor 2 cámara frescos 2		M1.02.07				
	Circuito 3	Compresor 3 cámara frescos 2		M1.02.08				
	Circuito 4	Compresor 2 cámara bitemper 4		M1.02.09				
CVM-Mini 2 (Cuadro 2)		Global cuadro centro		M1.02.10	Modbus RS-485	4		
CVM-Net4 3 (Cuadro 1)	Circuito 1	Compresor 1 cámara bitemper 5		M1.02.11	Modbus RS-485	5		
	Circuito 2	Compresor 2 cámara bitemper 5		M1.02.12				
	Circuito 3	Compresor 3 cámara bitemper 5		M1.02.13				
	Circuito 4			M1.02.14				
CVM-Net4 4 (Cuadro 1)	Circuito 1	Compresor 1 cámara bitemper 6		M1.02.15	Modbus RS-485	6		
	Circuito 2	Compresor 2 cámara bitemper 6		M1.02.16				
	Circuito 3	Compresor 3 cámara bitemper 6		M1.02.17				
	Circuito 4			M1.02.18				
CVM-Mini 3 (Cuadro 1)		Global cuadro exterior		M1.02.19	Modbus RS-485	7		

Figura 15: Listado de señales del cuadro de la sala de máquinas

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

En la parte de comunicaciones, la posibilidad de utilizar el interfaz Ethernet se descartó tras la primera visita a la vista de la gran distancia existente entre el nodo IoT y el punto de red (o switch) más cercano. Una vez confirmado que se iba a utilizar el interfaz WiFi, el equipo estuvo funcionando temporalmente conectado directamente a la red existente.

Pasado cierto tiempo se detectaron pérdidas de comunicación aleatorias y de duración variable, aparentemente relacionadas con problemas de cobertura que se veían acrecentados en los momentos de mayor actividad de los compresores, lo que apuntaba a que éstos estaban generando un ruido que le estaba afectando a las comunicaciones.

La forma de solucionar este problema fue mediante la instalación de un extensor de WiFi. Para encontrar un punto de la instalación en el que el extensor funcionase correctamente y ofreciera los resultados esperados, y dado que se descartó directamente la opción de instalarlo dentro de las propias cámaras por las condiciones de funcionamiento (temperatura y humedad), las únicas soluciones viables eran:

- ▶ Instalarlo en el falso techo de las cámaras, en la zona de mantenimiento de estas.
- ▶ Crear una red de repetidores enlazados entre ellos por el exterior de las instalaciones.

A la vista de las restricciones anteriormente descritas, se optó por instalar el extensor en una parte de la instalación que se encuentra justo encima del cuadro donde está instalado el nodo IoT, en la zona de mantenimiento. En horizontal tiene visión casi directa con los puntos de acceso de la red existente, que están instalados en los techos de las cámaras, y en la vertical está justo encima del nodo IoT, por lo que la distancia entre ambos es de apenas 5 o 6 metros. Una vez hecho esto, los problemas de comunicación desaparecieron.



Figura 16: Caja de pared donde está instalado el extensor WiFi

2.6.2 Validación de infraestructura para vehículos

La instalación de dispositivos en los vehículos se ha realizado instalando el dispositivo que obtiene la información de posicionamiento, temperatura del interior del remolque y estado de apertura de puerta, dentro del propio remolque.

En la siguiente fotografía se muestra uno de los vehículos que se han usado para la toma de datos.



Figura 17: Uno de los camiones que ha participado en la recolección de datos

La siguiente fotografía muestra el interior de un remolque donde se ofrece una vista del fondo del mismo, que es donde está la salida del dispositivo de control de frío, junto al que se instaló el dispositivo de recolección de datos.



Figura 18: Interior de un remolque

La siguiente fotografía muestra la ubicación concreta en la que se instaló la caja donde está el dispositivo de recogida de datos en uno de los remolques. A través de un cable que va empotrado en una canaleta existente, se conectó con la batería del remolque para recibir alimentación, con el sensor de temperatura que está instalado en la parte superior (en torno al retorno de aire del dispositivo de control de clima) y con el contacto magnético de control de estado de apertura de puerta (ver más adelante).



Figura 19: Dispositivo de recogida de datos

En la siguiente fotografía se muestra el contacto magnético que se instaló en la puerta del remolque y que se conectó al dispositivo de recogida de datos de forma de datos a través de un cable que está dentro de una canaleta que se instaló en la parte inferior del remolque.



Figura 20: Contacto magnético para detección de apertura de puerta

2.6.3 Plataforma software de gestión de datos segura en la nube

A nivel global, pero especialmente dentro de la plataforma, la arquitectura del sistema se descompone en una serie de bloques que se interconectan entre ellos para, entre otras, realizar tareas de recolección de datos, agregación de consumos, almacenamiento seguro, etc.

A continuación, se muestra un diagrama de bloques con todos los módulos implicados.

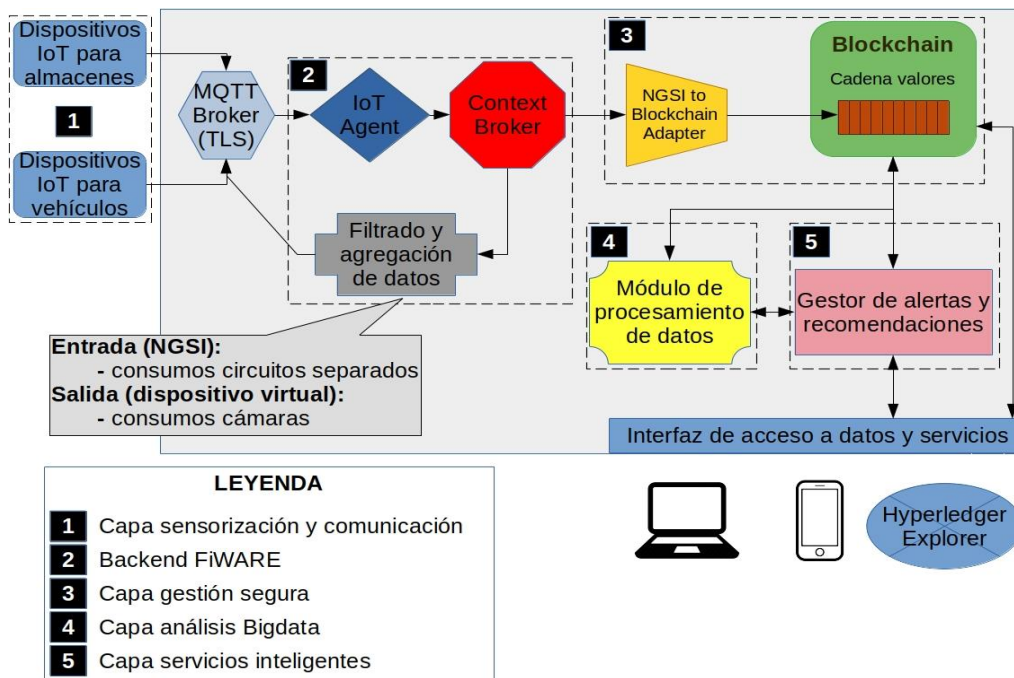


Figura 21: Arquitectura del sistema de recogida y procesamiento de datos

A continuación, se muestra un ejemplo de solicitud de suscripción para recibir una notificación cada vez que se actualice algún atributo del nodo IoT de la sala de máquinas.

```
POST /v2/subscriptions
Content-Type: application/json

{
  "description": "IoT-Connector sala de máquinas",
  "subject": {
    "entities": [
      {
        "id": "IoTConnector:00027",
        "type": "Device"
      }
    ]
  },
  "notification": {
    "http": {
      "url": "http://127.0.0.1:5000/notificaciones"
    }
  },
  "expires": "2040-12-13T22:59:50.00Z"
}
```

Y un ejemplo de notificación podría ser el siguiente.

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

POST http://127.0.0.1:5000/notifications
 Host: 127.0.0.1:5000
 Accept: application/json
 Content-Type: application/json; charset=utf-8

```
{
  "data": [
    {
      "id": " IoTConnector:00027",
      "analogInput_124312343124": {
        "metadata": {},
        "type": "Float",
        "value": 28.5
      },
      "type": "Device"
    }
  ],
  "subscriptionId": "ac345fcca1243"
}
```

2.7 Agregación de consumos de las cámaras

El módulo de agregación de consumos es un añadido a la recolección de datos de sensores (temperatura, consumos de cada circuito, etc.) tal que, teniendo en cuenta las características de la instalación a nivel eléctrico, combina las lecturas a nivel unitario de consumos de compresores para poder así calcular los consumos de cada cámara.

A continuación, se muestra el diagrama de configuración de módulo de agregación de consumos que se está ejecutando en la plataforma y que está haciendo uso de la herramienta *node-RED*.

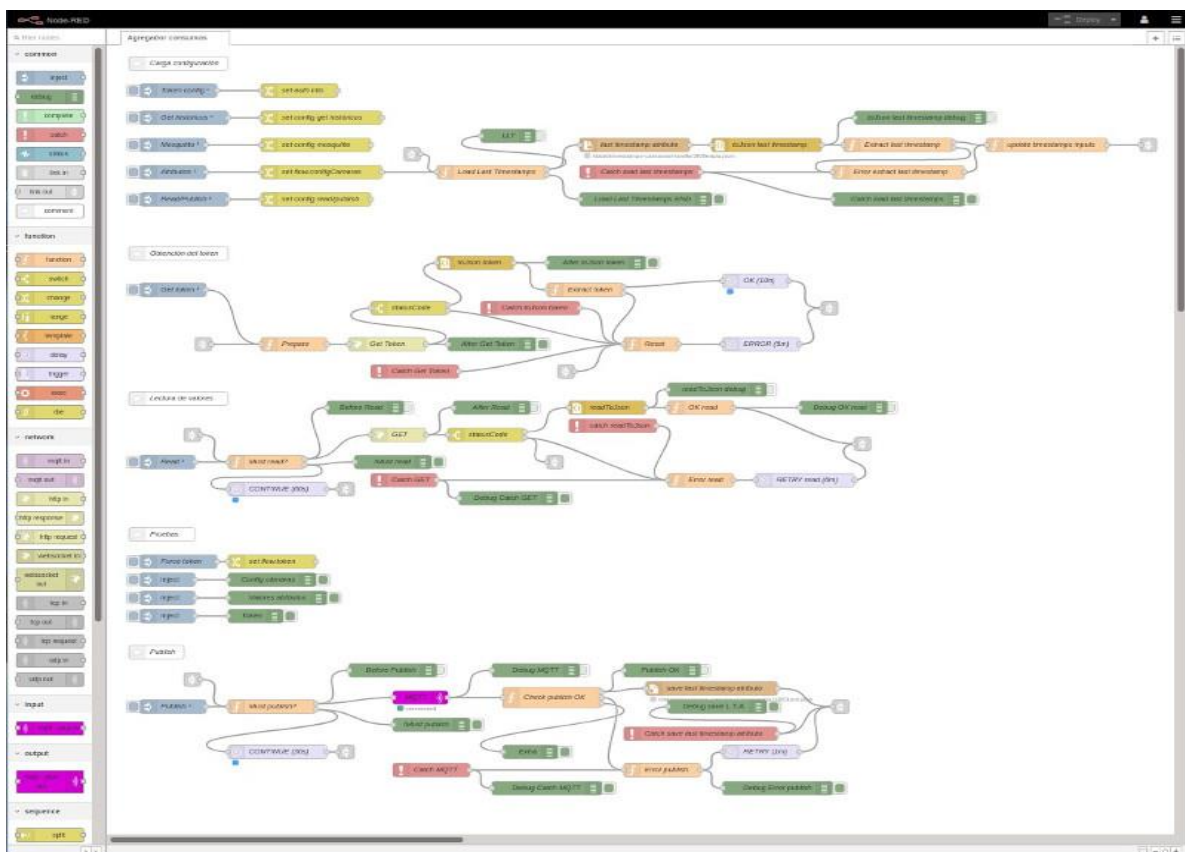


Figura 22: Módulo de agregación de consumos

Tal y como se muestra en el diagrama de descripción de la arquitectura, este módulo obtiene los datos de lecturas provenientes de los analizadores de red del Context Broker y vuelve a reinyectar las lecturas combinadas, una vez agregados los valores, a través de MQTT, haciendo uso de una serie de entidades virtuales definidas explícitamente para almacenar esos valores.

2.8 Gestión segura de los datos

En la parte de gestión segura de los datos (una vez que éstos han llegado al Context Broker a través del Broker MQTT, que a su vez utiliza TLS como protocolo de seguridad), se ha diseñado un módulo que se encarga de consumir los valores recibidos, tanto los que llegan de forma directa de los sensores como los que llegan a las entidades virtuales de agregación de consumos de cámaras. Esos datos son almacenados en un sistema Blockchain *Hyperledger*.

A continuación, se muestra un esquema de los elementos que intervienen en el despliegue de componentes dentro del sistema Blockchain.

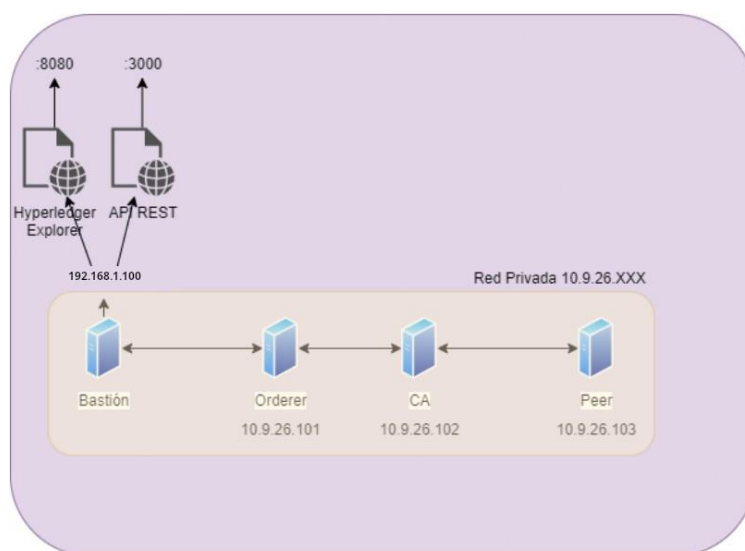


Figura 23: Elementos del sistema Blockchain

2.9 Entregable E12-E4.2 INFORME DE EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES

Esta sección proporciona la descripción de todos los desarrollos realizados a nivel de plataforma en los que, partiendo de los datos que se están recopilando conforme a lo descrito en las secciones anteriores, se realiza el procesamiento de la información de cara identificar puntos de mejora de la eficiencia energética tanto en el ámbito de los vehículos como en los almacenes refrigerados. Como punto de partida se mostrará parte de la funcionalidad básica que se ha desarrollado orientada a la detección de alertas, aplicables tanto para la detección de situaciones puntuales en las que se detecta un exceso de consumo (eficiencia energética como tal) como a otras situaciones de ámbito más general en las que se requiera detectar y notificar de un problema. El siguiente nivel, ligado de forma más explícita a los algoritmos de análisis de datos, tiene que ver con la detección de situaciones anómalas que también serán descritas. Por otro lado, desde una perspectiva de interacción con los usuarios, se describirá el frontend desarrollado que permite acceder a la información, incluyendo valores actuales, históricos, alertas, rutas, etc.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

Finalmente se han definido una serie de cuestionarios con los que intentar determinar la visión que tienen los usuarios del producto desarrollado a nivel de utilidad, facilidad de uso, etc.

2.9.1 Análisis de datos y servicios inteligentes

2.9.1.1 Detección de alertas

El módulo de detección de alertas está ligado directamente a la monitorización de valores *en tiempo real*. En la práctica, y a la vista de las alertas que se han definido, se ha optado por usar un mecanismo de polling con una periodicidad baja para reducir así el número de suscripciones activas hacia el Context Broker.

Se ha definido un conjunto de elementos que son susceptibles de generar alerta de tal forma que, para cada uno de ellos, se comprueba si todos los valores de entrada (temperatura, consumos, etc.) están demasiado tiempo fuera de un rango preconfigurado para detectar alerta y, posteriormente, si esos valores vuelven a estar dentro de un rango normal durante el tiempo suficiente como para indicar que la alerta ha finalizado.

En definitiva es un módulo basado en reglas con filtrado de detección de alertas y de fin de detección de alertas mediante un factor temporal para intentar ignorar los falsos positivos.

2.9.1.2 Detección de anomalías

Los datos de las series temporales suelen sufrir cambios repentinos que alteran su dinámica de forma transitoria o permanente. Estos cambios suelen ser no sistemáticos y no se pueden captar por los modelos de series temporales estándar. Por eso se conocen como efectos atípicos o anomalías. La detección de anomalías es importante porque éstas influyen en la selección del modelo, la estimación de los parámetros y en consecuencia, en la precisión de los algoritmos y los servicios basados en datos.

Empíricamente se ha demostrado que la combinación de modelos incrementa la precisión de las predicciones, para este servicio hemos desarrollado un modelo consistente en una combinación de modelos [Bates & Granger, 1969], que clasifica como anomalías aquellas observaciones que la mayoría de los modelos detecten como tal. De acuerdo a los datos con los que contamos, hemos utilizado dos submodelos, utilizando detección automática de anomalías con una derivación del modelo ARIMA mediante el algoritmo tso del paquete de computación R tsoutliers [López-de-Lacalle, J. (2016). tsoutliers R Package for Detection of Outliers in Time Series.] y el algoritmo PROPHET [Sean J. Taylor & Benjamin Letham (2018) Forecasting at Scale, The American Statistician] desarrollado por los científicos de datos de Facebook.

Mediante la primera metodología (tso) se pueden detectar 5 tipos de outliers de forma iterativa en las series temporales:

- ▶ Additive outliers (AO): Un AO afecta el nivel de la serie observada sólo en el punto donde ha ocurrido.
- ▶ Innovational outliers (IO): Un IO se caracteriza por un impacto extraordinario cuyo efecto persiste en algunas observaciones siguientes.
- ▶ Level shifts (LS): En un LS todas las observaciones que aparecen después del outlier se han movido a un nuevo nivel. Es permanente.
- ▶ Temporary change (TC): Los outliers TC son similares a los IO pero el efecto disminuye exponencialmente en las siguientes observaciones hasta volver a su comportamiento habitual.

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

► Seasonal Level Shifts (SLS): Un SLS aparece como un valor sorprendentemente alto o bajo que se repite en intervalos regulares.

Prophet es un procedimiento de predicción de series de datos basado en un modelo aditivo en el que las tendencias no lineales se ajustan a la estacionalidad anual, semanal y diaria, además de los efectos de las vacaciones. Funciona mejor con series temporales que tienen fuertes efectos estacionales y varias temporadas de datos históricos. Prophet es robusto frente a los datos faltantes y a los cambios de tendencia, y suele manejar bien los valores atípicos.

Prophet usa un modelo de series temporales *decomponible* con tres componentes principales, concretamente tendencia, estacionalidad y vacaciones. Estos componentes se combinan en la siguiente ecuación:

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + e_t$$

En esta fórmula, $g(t)$ es la función de tendencia que modela los cambios no periódicos en el valor de la serie temporal, $s(t)$ representa los cambios periódicos (por ejemplo, la estacionalidad semanal y anual) y $h(t)$ representa los efectos de las vacaciones que se producen en horarios potencialmente irregulares durante uno o más días. El término de error e_t representa cualquier cambio idiosincrásico que no es tenido en cuenta por el modelo y se asume que e_t sigue una distribución normal.

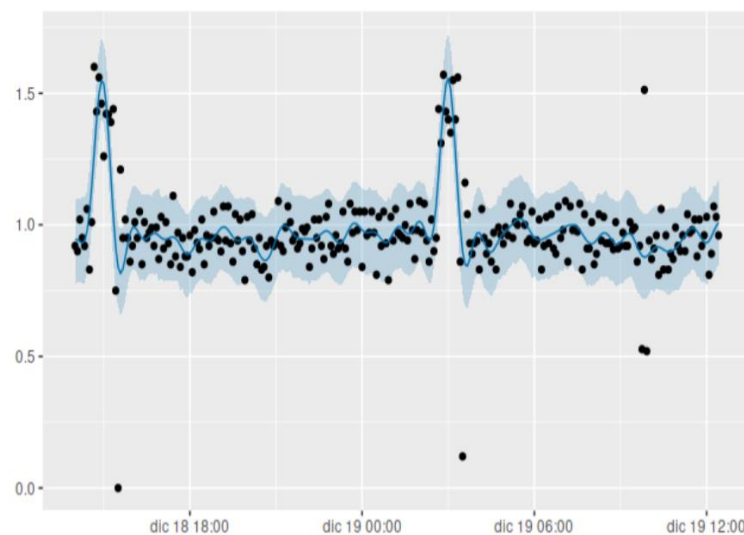


Figura 24 – Ajuste de Prophet a los datos de Energía Aparente de la cámara Bitempera 4.

Para la previsión del crecimiento, $g(t)$, el componente central del proceso de generación de datos es un modelo de cómo ha crecido los datos y cómo se espera que siga creciendo. Este tipo de crecimiento se suele modelar mediante el crecimiento logístico.

Pese a todo, Prophet no está diseñado para detectar outliers directamente, para ello son necesarias varias operaciones adicionales. Después de conseguir un buen ajuste del modelo (Figura 24), realizamos una diferencia entre los valores predichos por prophet y los reales, obteniendo lo que se conoce como residuos del ajuste, es con estos residuos como clasificamos como anomalías aquellos que se separan más de dos desviaciones estándar de la media, asumiendo que valores con una desviación de tal calibre no obedecen al patrón subyacente capturado por Prophet.

Para generar el resultado final se calculan las anomalías de tso y Prophet de forma independiente para una serie de tiempo y solo se computan como anomalías finales aquellas presentes en ambos modelos, en la figura 25 se muestra un ejemplo de este resultado.

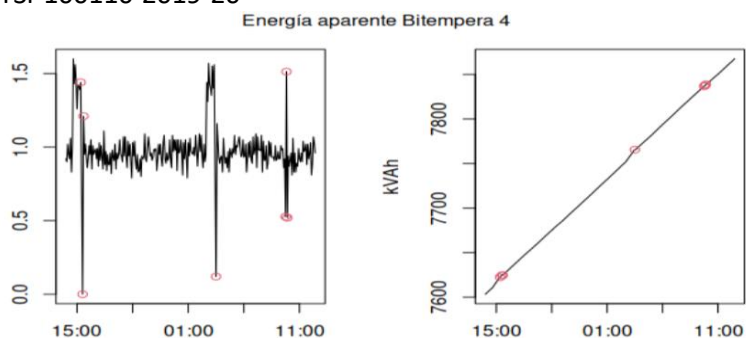


Figura 25 – Izquierda: Serie de tiempo diferenciada (1 lag), Derecha: Serie de tiempo original de incrementos en el consumo energético. En ambas figuras se marcan las anomalías obtenidas con el modelo final.

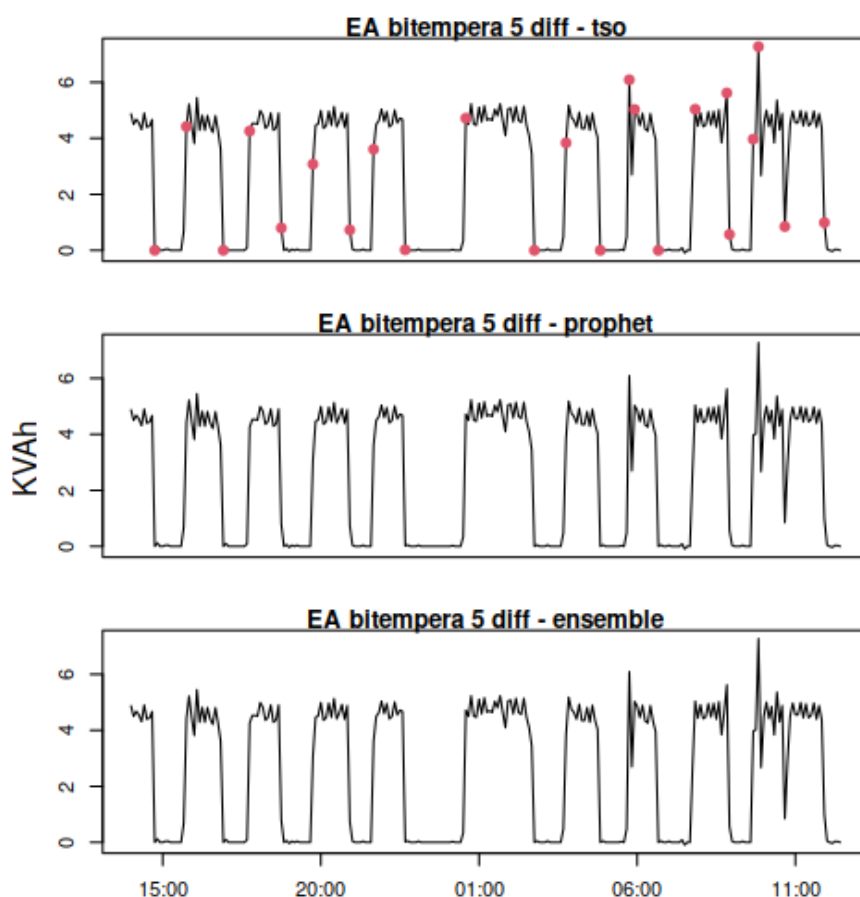


Figura 26: Anomalías detectadas por los modelos tso, prophet y ensemble en la cámara Bitempera 5.

Para mejorar la precisión en la detección de anomalías, se ha desarrollado un modelo llamado “ensemble” que combina los resultados de los modelos tso y prophet. En las figuras 26 se marcan las anomalías obtenidas por cada uno de los modelos con los datos recogidos de la cámara Bitempera5. Debido a que tso es muy sensible a las alteraciones detecta múltiples valores anormales, sin embargo, Prophet no detecta ninguno. Finalmente, el modelo combinado final “ensemble” presenta un resultado vacío, dado que una misma anomalía no se detecta con los dos modelos tso y prophet.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

2.9.2 Cuestionarios y respuestas de los usuarios

Los siguientes cuestionarios para usuarios finales permiten evaluar la plataforma GUARDIAN de acuerdo con los diferentes casos de uso en los dos ámbitos ofrecidos en la solución, almacenes y vehículos. Se contemplan además las dos opciones disponibles de acceso, desde PC vía Web y desde dispositivos móviles.

Después de la validación de los casos de uso, los usuarios evalúan los resultados y dan sus comentarios. En este documento se proporciona un cuestionario de usuario genérico para cada caso de uso para validar los resultados, donde cada pregunta se califica de acuerdo con una escala de Likert, utilizada para obtener respuestas de una persona sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo sobre una cuestión, en nuestro caso con valoraciones de 1 (menos valorada) a 5 (mejor valorada).

2.9.2.1 Preguntas generales

N.º de pregunta	Preguntas (Valorar las respuestas de 1 a 5, donde 1 es "menos valorada" y 5 es "mejor valorada")
1	La navegación con la interfaz Web resulta intuitiva
2	La navegación con la interfaz para dispositivos móviles resulta intuitiva
3	La solución responde con fluidez a mis actuaciones
4	La solución me resulta útil en mi trabajo
5	La solución proporciona servicios inteligentes y funcionalidades innovadoras para que me resulte útil

2.9.2.2 Preguntas específicas para usuarios de almacenes

N.º de pregunta	Preguntas (Valorar las respuestas de 1 a 5, donde 1 es "menos valorada" y 5 es "mejor valorada")
1	Se ofrece un interfaz Web intuitivo en el marco del control de almacenes
2	El interfaz Web responde con fluidez
3	Se ofrece un interfaz para dispositivos móviles intuitivo en el marco del control de almacenes
4	El interfaz para dispositivos móviles responde con fluidez
5	El número/tipo de alertas considerado en el marco de control de almacenes es adecuado
6	La información mostrada sobre estas alertas es adecuada
7	La información sobre alertas es clara y fácil de entender
8	La solución me resulta útil para gestionar estas alertas
9	El número/tipo de anomalías considerado en el marco de control de almacenes es adecuado
10	La información mostrada sobre estas anomalías es adecuada
11	La información sobre anomalías es clara y fácil de entender
12	La solución ofrecida me resulta útil para gestionar estas anomalías
13	La información sobre recomendaciones es clara y fácil de entender
14	Las recomendaciones generadas se corresponden con las que yo haría
15	El tiempo de actualización en pantalla de los datos de sensores es adecuado
16	El uso de las gráficas para representar datos registrados resulta intuitivo

2.9.2.3 Preguntas específicas para usuarios de vehículos

N.º de pregunta	Preguntas (Valorar las respuestas de 1 a 5, donde 1 es "menos valorada" y 5 es "mejor valorada")
-----------------	---



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

1	Se ofrece un interfaz Web intuitivo en el marco del análisis de vehículos y rutas
2	El interfaz Web responde con fluidez
3	Se ofrece un interfaz para dispositivos móviles intuitivo en el marco del análisis de vehículos y rutas
4	El interfaz para dispositivos móviles responde con fluidez
5	La información mostrada sobre estas alertas es adecuada
6	La información sobre alertas es clara y fácil de entender
7	La solución me resulta útil para gestionar estas alertas
8	El número/tipo de recomendaciones consideradas en el marco de gestión de vehículos y rutas es adecuado
9	La información mostrada sobre estas recomendaciones es suficiente
10	La información sobre recomendaciones es clara y fácil de entender
11	Las recomendaciones generadas se corresponden con las que yo haría

2.9.2.4 Respuestas de los usuarios a la encuesta

(Valorar las respuestas de 1 a 5, donde 1 es "menos valorada" y 5 es "mejor valorada")										
Nº de preguntas	Entrevistado				MEDIA	Desviación estandar	MIN	MAX	Nº de pregunta	Preguntas generales sobre la solución de GUARDIAN
	1	2	3	4						
	1	5	5	5						
2	5	5	5	5	5,00	0,00	5	5	2	La navegación con la interfaz para dispositivos móviles resulta intuitiva
3	5	5	4	4	4,50	0,58	4	5	3	La solución responde con fluidez a mis actuaciones
4	5	5	5	5	5,00	0,00	5	5	4	La solución me resulta útil en mi trabajo
5	5	5	5	5	5,00	0,00	5	5	5	La solución necesita mejorarse ampliando o mejorando sus funcionalidades actuales para que me resulte útil

Figura 27 – Respuestas sobre la solución GUARDIAN

(Valorar las respuestas de 1 a 5, donde 1 es "menos valorada" y 5 es "mejor valorada")										
Nº de preguntas	Entrevistado				MEDIA	Desviación estandar	MIN	MAX	Nº de pregunta	Preguntas específicas para vehículos y rutas
	1	2	3	4						
	1	5	5	5						
2	5	5	5	5	5,00	0	5	5	2	El interfaz Web responde con fluidez
3	5	5	5	5	5,00	0	5	5	3	Se ofrece un interfaz para dispositivos móviles intuitivo en el marco del análisis de vehículos y rutas
4	5	5	5	5	5,00	0	5	5	4	El interfaz para dispositivos móviles responde con fluidez
6	5	5	5	5	5,00	0	5	5	5	La información mostrada sobre estas alertas es adecuada
7	5	5	5	5	5,00	0	5	5	6	La información sobre alertas es clara y fácil de entender
8	5	5	5	5	5,00	0	5	5	7	La solución me resulta útil para gestionar estas alertas
13	5	5	5	5	5,00	0	5	5	8	El número/tipo de recomendaciones consideradas en el marco de gestión de vehículos y rutas es adecuado
14	5	5	5	5	5,00	0	5	5	9	La información mostrada sobre estas recomendaciones es suficiente
15	5	5	5	5	5,00	0	5	5	10	La información sobre recomendaciones es clara y fácil de entender
16	5	5	5	5	5,00	0	5	5	11	Las recomendaciones generadas se corresponden con las que yo haría

Figura 28 – Respuestas sobre servicios para vehículos y rutas

Nº de preguntas	Entrevistado				MEDIA	Desviación estándar	MIN	MAX	Nº de pregunta	Preguntas específicas para control de almacenes
	1	2	3	4						
1	4	5	5	5	4,75	0,5	4	5	1	Se ofrece un interfaz Web intuitivo en el marco del control de almacenes
2	5	5	5	5	5,00	0	5	5	2	El interfaz Web responde con fluidez
3	5	5	5	5	5,00	0	5	5	3	Se ofrece un interfaz para dispositivos móviles intuitivo en el marco del control de almacenes
4	5	5	5	5	5,00	0	5	5	4	El interfaz para dispositivos móviles responde con fluidez
5	5	5	4	5	4,75	0,5	4	5	5	El número/tipo de alertas considerado en el marco de control de almacenes es adecuado
6	4	5	5	5	4,75	0,5	4	5	6	La información mostrada sobre estas alertas es adecuada
7	5	5	5	5	5,00	0	5	5	7	La información sobre alertas es clara y fácil de entender
8	5	5	5	5	5,00	0	5	5	8	La solución me resulta útil para gestionar estas alertas
9	5	5	4	5	4,75	0,5	4	5	9	El número/tipo de anomalías considerado en el marco de control de almacenes es adecuado
10	4	5	4	4	4,25	0,5	4	5	10	La información mostrada sobre estas anomalías es adecuada
11	4	5	4	4	4,25	0,5	4	5	11	La información sobre anomalías es clara y fácil de entender
12	5	5	5	5	5,00	0	5	5	12	La solución ofrecida me resulta útil para gestionar estas anomalías
15	5	5	5	5	5,00	0	5	5	13	La información sobre recomendaciones es clara y fácil de entender
16	4	5	5	5	4,75	0,5	4	5	14	Las recomendaciones generadas se corresponden con las que yo haría
17	5	5	5	5	5,00	0	5	5	15	El tiempo de actualización en pantalla de los datos de sensores es adecuado
18	5	5	5	5	5,00	0	5	5	16	El uso de las gráficas para representar datos registrados resulta intuitivo

Figura 29 – Respuestas sobre servicios para almacenes

3 Avances financieros y presupuestarios

Respecto al presupuesto por paquetes de trabajo y por actividades, no se ha producido cambios significativos durante el 2021 con respecto al coste estimado inicialmente en la solicitud. A continuación, se muestra la versión inicial del presupuesto por paquetes de trabajo y por actividades.

Como se indicó en la justificación de la anualidad de 2020, el coste de las actividades A2.2 y A4.1, y sus correspondientes entregables E2.2 y E4.1 se mantuvo igual, aunque se movió unos meses adelante para ser justificados durante la justificación de la anualidad 2021.

Cod.	Paquete de trabajo	Costes de Instrumental y Material	Otros gastos de funcionamiento	GASTOS DE PERSONAL TITULADO	GASTOS DE OTRO PERSONAL	Costes contractual, conocimientos técnicos y patentes adquiridas	Gastos generales	Total
PT0	GESTIÓN DE PROYECTOS	0	0	11.533	0	0	1.729	13.262
PT1	DEFINICIÓN DE REQUISITOS EN EL PROCESO LOGÍSTICO REFRIGERADO	0	6.000	10.473	0	0	1.569	18.042
PT2	DESARROLLO Y DESPLIEGUE DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE SENSORIZACIÓN Y COMUNICACIONES	0	12.000	42.518	0	0	6.376	60.894
PT3	DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA	0	0	42.317	0	30.000	6.345	78.662



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

	SOFTWARE PARA GESTIÓN SEGURA Y PROCESAMIENTO DE DATOS							
PT4	VALIDACION Y EVALUACIÓN EN ENTORNOS REALES	0	0	40.165	0	20.000	6.023	66.188

Cod.	Actividad	Cod. Paq.	Costes de instrumento	Otros gastos de funcionamiento	Gastos de personal titulado	Gastos de otro personal	Costes contractuales	Gastos generales	Total
A1	A0.1: GESTIÓN ADMINISTRATIVA	PT0	0	0	4.249	0	0	637	4.886
A2	A0.2: GESTIÓN DE INNOVACIÓN Y TÉCNICA	PT0	0	0	3.642	0	0	546	4.188
A3	A0.3 GESTIÓN DE CALIDAD CIENTÍFICA Y ASPECTOS LEGALES	PT0	0	0	3.642	0	0	546	4.188
A4	A1.1: ANÁLISIS DE REQUISITOS DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS EN EL SECTOR LOGÍSTICO REFRIGERADO	PT1	0	0	2.670	0	0	400	3.070
A5	A1.2 DISEÑO DE NUEVOS EQUIPOS DE SENSORIZACIÓN PARA ALMACENES Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE	PT1	0	6.000	3.919	0	0	587	10.506
A6	A1.3 ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS PARA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO LOGÍSTICO	PT1	0	0	3.884	0	0	582	4.466
A7	A2.1 DESARROLLO DE EQUIPOS DE SENSORIZACIÓN Y COMUNICACIÓN BASADOS EN IOT Y REDES 5G	PT2	0	6.000	26.094	0	0	3.913	36.007
A8	A2.2 DESPLIEGUE DE SENSORIZACIÓN EN ALMACENES Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE	PT2	0	6.000	16.424	0	0	2.463	24.887
A9	A3.1 DESARROLLO DEL BACKEND DE	PT3	0	0	28.742	0	0	4.310	33.052



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

	COMUNICACIÓN IOT Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS BASADO EN BLOCKCHAIN								
A10	A3.2 DESARROLLO DE MODELOS DE DATOS Y ALGORITMOS DE BIGDATA	PT3	0	0	0	0	30.000	0	30.000
A11	A3.3 DESARROLLO DE SERVICIOS INTELIGENTES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	PT3	0	0	13.575	0	0	2.035	15.610
A12	A4.1 VALIDACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SENSORIZACIÓN Y COMUNICACIÓN DE DATOS	PT4	0	0	17.711	0	0	2.656	20.367
A13	A4.2 VALIDACIÓN DE GESTIÓN SEGURA DE DATOS BASADO EN BLOCKCHAIN SMART CONTRACTS	PT4	0	0	22.454	0	0	3.367	25.821
A14	A4.3 EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA	PT4	0	0	0	0	Antes 20.000 Nuevo 16.000€	0	Antes 20.000 Nuevo 16.000€

3.1 Justificación de los cambios en el presupuesto del proyecto que no requieren autorización previa

En el presupuesto de la anualidad 2021, hubo una reducción esperada en el coste de la actividad A4.3 EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA, que inicialmente se estimó en 20.000€ pero que después de solicitar múltiples ofertas a las empresas murcianas (TLX, Murfrigo y Disfrimur) del sector de la distribución refrigerada, se ha seleccionado la empresa DISFRIMUR LOGISTICA SL. - B73051427, con un coste de 16000€ dado que se trata de la mejor oferta calidad-precio.

Con respecto al cambio nominal de los trabajadores, hubo pequeñas variaciones al alza en las nóminas de los trabajadores debido a incentivos por rendimiento individual y de la empresa en su conjunto. Estas pequeñas variaciones no requieren medidas de correctivas significativas.

Otros cambios nominales de los trabajadores afectan a Francisco Guardiola que se marchó de la empresa OdinS en Marzo 2020 y Dan García que también se marchó de la empresa en Septiembre de 2020 y Juan Antonio Martínez que también se marchó de la empresa en Agosto de 2021, que formaban parte de los trabajadores asignados para el desarrollo del proyecto GUARDIAN. Las horas



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

asignadas a dichos trabajadores después de su marcha han sido realizadas por personal propio del OdinS de forma similar a como se indicó en la justificación económica de 2020 en la sede electrónica.

Por último, no ha habido cambios significativos en cuanto a otros costes como la estimación de horas y recursos materiales necesarios en la ejecución del proyecto durante 2021.

4 Conclusiones

En la anualidad 2021, se ha seguido el plan de trabajo establecido en la solicitud del proyecto sin que haya incidencias o cambios significativos en cuanto al alcance y presupuesto. El objetivo principal ha sido completar el alcance, cronograma y presupuesto según lo descrito en la memoria del proyecto. En particular, se han completado las siguientes actividades.

- Gestión de proyectos
- Gestión administrativa
- Gestión de innovación y técnica
- Gestión de calidad científica y aspectos legales
- Desarrollo y despliegue de las infraestructuras de sensorización y comunicaciones
- Desarrollo de equipos de sensorización y comunicación basados en IoT y redes 5G
- Despliegue de sensorización en almacenes y vehículos de transporte
- Desarrollo de una plataforma software para gestión segura y procesamiento de datos
- Desarrollo del backend de comunicación IoT y gestión segura de datos basado en Blockchain
- Desarrollo de modelos de datos y algoritmos de Bigdata
- Desarrollo de servicios inteligentes de eficiencia energética
- Validación y evaluación en entornos reales
- Validación de la infraestructura de sensorización y comunicación de datos
- Validación de gestión segura de datos basado en Blockchain Smart Contracts
- Evaluación de algoritmos Bigdata y servicios inteligentes de optimización energética

Para evitar posibles incidencias durante la anualidad, se ha realizado un seguimiento semanal de todas las actividades en ejecución de los diferentes paquetes de trabajo PT establecidos en la estructura de desglose de trabajo (EDT).

Los resultados completados más significativos de la anualidad 2021 han sido los entregables, hitos y actividades relacionados con los paquetes de trabajo:

- PT2 “Desarrollo y despliegue de las infraestructuras de sensorización y comunicaciones”;
- PT3 “Desarrollo de una plataforma software para gestión segura y procesamiento de datos”;
- PT4 “Validación y evaluación en entornos reales”.

Se han completado los siguientes hitos y entregables en formato documento, software y hardware que se han presentado en la sede electrónica para la justificación de 2021:



- H2 - E2-E0.2 PRIMER INFORME ANUAL DEL PROYECTO
- H3 - E3-E0.3 SEGUNDO INFORME ANUAL DEL PROYECTO
- H6 - E6-E2.1 EQUIPOS DESARROLLADOS DE SENSORIZACIÓN Y COMUNICACIÓN BASADOS EN IOT Y REDES 5G
- H7 - E7-E2.2 INFORME DE DESPLIEGUE DE SENSORIZACIÓN EN ALMACENES Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE
- H8 - E8-E3.1 BACKEND DESARROLLADO DE COMUNICACIÓN IOT Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS
- H9 - E9-E3.2 MODELOS DE DATOS Y ALGORITMOS BIGDATA
- H10 - E10-E3.3 SERVICIOS INTELIGENTES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
- H11 - E11-E4.1 INFORME DE VALIDACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SENSORIZACIÓN Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS
- H12 - E12-E4.2 INFORME DE EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES
- H13 - E13-E5.1 INFORME DE COMUNICACIÓN/DISEMINACIÓN Y PLAN DE EXPLOTACIÓN DE RESULTADOS

Entregables del 2021:

- E2-E0.2 PRIMER INFORME ANUAL DEL PROYECTO
- E3-E0.3 SEGUNDO INFORME ANUAL DEL PROYECTO
- E6-E2.1 EQUIPOS DESARROLLADOS DE SENSORIZACIÓN Y COMUNICACIÓN BASADOS EN IOT Y REDES 5G
- E7-E2.2 INFORME DE DESPLIEGUE DE SENSORIZACIÓN EN ALMACENES Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE
- E8-E3.1 BACKEND DESARROLLADO DE COMUNICACIÓN IOT Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS
- E9-E3.2 MODELOS DE DATOS Y ALGORITMOS BIGDATA
- E10-E3.3 SERVICIOS INTELIGENTES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
- E11-E4.1 INFORME DE VALIDACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SENSORIZACIÓN Y GESTIÓN SEGURA DE DATOS
- E12-E4.2 INFORME DE EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES

Con respecto al cronograma en 2021, no se ha producido ningún cambio significativo. Solo hay que mencionar que las medidas correctivas aplicadas en 2020, como ya se describió en la Memoria Técnico-Económica de 2020, afectaron a la anualidad 2021 en el retraso de las actividades A2.2 y A4.1 y de sus respectivos entregables E2.2 y E4.1, sin que afectara a ninguna otra tarea, así como en sus costes que se mantuvieron igual pero que se movieron para justificarse durante 2021.

En la sede electrónica se ha indicado todos los gastos económicos realizados en el proyecto GUARDIAN durante la anualidad 2021 excepto para el paquete PT5 sobre comunicación y



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

diseminación que no tiene presupuesto financiable, y por eso no se han indicado los gastos de las actividades de publicidad.

En el presupuesto de la anualidad 2021, hay una reducción en el coste de la actividad A4.3 EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA inicialmente estimada en 20.000 €, debido a que después de estudiar múltiples ofertas a empresas murcianas (TLX, Murfrigo y Disfrimur) del sector de la distribución refrigerada, se seleccionó a la empresa DISFRIMUR LOGISTICA SL. - B73051427 por un coste de 16000 € (mejor opción calidad-precio). Tampoco ha habido cambios significativos en cuanto a otros costes como la estimación de horas y recursos materiales necesarios para la ejecución del proyecto durante 2021.

En 2021 hubo pequeñas variaciones al alza en las nóminas de los trabajadores debido a incentivos por rendimiento individual y de la empresa en su conjunto. Estas pequeñas variaciones no requieren medidas de correctivas significativas.

Respecto a la diseminación, fue un año afectado por la pandemia del COVID donde la mayoría de los eventos nacionales e internacionales fueron cancelados o retrasados, y la diseminación se ha centrado en la Web y en las redes sociales.