



## **E2.2 Informe de despliegue de sensorización en almacenes y vehículos de transporte**

### Contenido

1	Resumen.....	2
2	Despliegue en almacenes.....	2
2.1	Consideraciones iniciales en el desarrollo de dispositivos .....	2
2.2	Requisitos a nivel hardware .....	2
2.3	Dispositivos desarrollados.....	3
2.3.1	Arquitectura.....	3
2.3.2	Nodo concentrador .....	3
2.3.3	Nodo esclavo.....	5
2.4	Comunicaciones con la plataforma.....	5
2.5	Despliegue de dispositivos .....	6
2.5.1	Vista general .....	7
2.5.2	Cuadro de la sala de máquinas.....	7
2.5.3	Cuadro del muelle.....	10
2.5.4	Estado actual de la instalación en la sala de máquinas.....	12
2.5.5	Estado actual de la instalación en el muelle .....	14
3	Despliegue en vehículos.....	14
3.1	Consideraciones iniciales en el desarrollo de dispositivos .....	14
3.2	Requisitos a nivel hardware .....	15
3.3	Dispositivos desarrollados.....	15
3.3.1	Módulo de control y entradas/salidas .....	15
3.3.2	Módulo de comunicaciones .....	15
3.4	Comunicaciones con la plataforma.....	15
3.5	Despliegue de dispositivos .....	16
4	Conclusiones.....	17



## 1 Resumen

Este documento es el encargado de analizar todos los desarrollos de los equipos que se utilizarán en el proyecto tanto para la recolección de datos de sensores como para el envío de los mismos de forma segura a la plataforma de procesamiento, donde se desplegará a su vez un conector software en el backend que es el encargado en primera instancia de recibir esos datos para su posterior almacenamiento y procesamiento. Se analizarán por separado los desarrollos relacionados con la monitorización en las instalaciones de los que se instalarán en los propios vehículos dadas las diferencias evidentes en cuanto a características y requisitos de los mismos.

También se mostrarán a nivel técnico aspectos relevantes que se han tenido en cuenta a la hora de implementar la solución en el ámbito de las comunicaciones, en cuanto a protocolos, formatos de datos, etc.

Finalmente se detalla el plan de despliegue de dispositivos en ambos escenarios conforme a los datos disponibles de la instalación. Se mostrará información del estado previo de la misma y los puntos donde se tiene previsto instalar cada dispositivo.

## 2 Despliegue en almacenes

### 2.1 Consideraciones iniciales en el desarrollo de dispositivos

A la hora de diseñar los equipos que se van a utilizar para la toma de datos en las propias instalaciones se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- ▶ El objetivo principal es buscar la eficiencia energética, por lo que la máxima prioridad es detectar dónde se están produciendo los principales consumos para, posteriormente, determinar hasta qué punto es viable reducirlos.
- ▶ A raíz de lo expuesto en el punto anterior, los dispositivos deben centrarse en la tarea de recolección de datos en tiempo real. Es importante hacer hincapié aquí en el concepto de tiempo real, especialmente en el ámbito de la temperatura, ya que los sistemas de refrigeración y climatización son los que cubren la práctica totalidad del consumo energético de las instalaciones.
- ▶ Los equipos a desarrollar deben ser robustos ante fuentes de ruido, teniendo en cuenta que se van a instalar en entornos donde hay motores, compresores, etc.
- ▶ A nivel de comunicaciones deben estar preparados para utilizar medios cableados (Ethernet) o inalámbricos (Wifi), y será en el momento del despliegue cuando se decida cuál de las dos alternativas es la más adecuada, ya no solo en base a la instalación existente, sino también conforme se vaya analizando el comportamiento y la fiabilidad de ambos en un entorno con un alto nivel de ruido.

### 2.2 Requisitos a nivel hardware

Conforme a lo expuesto anteriormente y a la información proporcionada por la propia empresa, los equipos a desarrollar deben cumplir con los siguientes requisitos:

- ▶ La toma de datos de consumos energéticos pasa por instalar múltiples analizadores de red, y el protocolo más utilizado por los principales fabricantes para ofrecer acceso a los datos de sus analizadores es *Modbus* sobre RS-485, por lo que los dispositivos deberán disponer de un interfaz RS-485.
- ▶ Se deberán realizar lecturas de sensores de temperatura en puntos estratégicos de la instalación, lo que implica disponer de múltiples entradas analógicas con las que leer dichos sensores.
- ▶ A su vez se deberá monitorizar el estado de apertura de diversas puertas (interconexión de cámaras, muelles, etc.), lo que implica disponer de múltiples entradas digitales con las que detectar en todo momento el estado de cada puerta (abierta/cerrada).

- ▶ Los dispositivos a instalar deben ser modulares y ampliables para así ajustarse a las necesidades en cada caso, teniendo en cuenta que el número de entradas (analógicas/digitales) y el número de analizadores de red variará en cada punto de medición en función de las características de la instalación.

## 2.3 Dispositivos desarrollados

### 2.3.1 Arquitectura

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

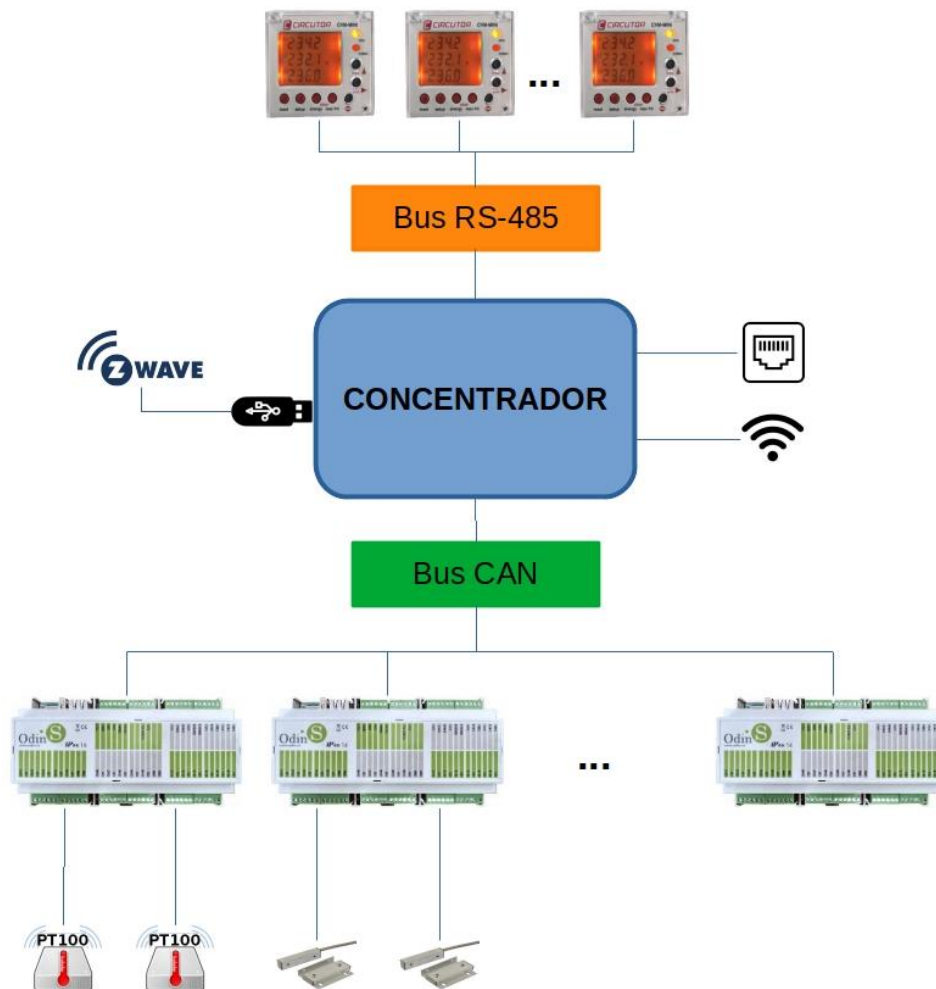


Figura 1: Arquitectura de los dispositivos de recogida de datos en las instalaciones de la empresa

### 2.3.2 Nodo concentrador

El nodo concentrador es el elemento hardware en el que se ejecuta toda la lógica asociada a la recolección de datos y al envío de los mismos a la plataforma software. Su nombre es IoT-Connector.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

Físicamente se ha diseñado como una expansión de un dispositivo existente en el mercado, concretamente una *Raspberry Pi*, tal que añade lo necesario para cubrir los requisitos impuestos a los dispositivos de monitorización.

De serie una *Raspberry Pi* ya ofrece conectividad a nivel Ethernet y Wifi, por lo que el interfaz de comunicaciones a emplear de cara a integrar el concentrador en la plataforma ya está disponible. Además dispone de múltiples puertos USB que permiten, entre otras cosas, conectarle sticks USB con los que unirse a redes Z-Wave en caso de querer comunicar con dispositivos que hagan uso de esa tecnología.

La expansión añade los siguientes elementos:

- ▶ Interfaz RS-232/RS-485 a través del que se conectará el concentrador con los analizadores de red *Modbus*.
- ▶ 4 bornas configurables como entradas/salidas en modo analógico/digital.
- ▶ Interfaz CAN.

Este último es el que se emplea para conectar el nodo concentrador con los nodos esclavos. Sobre él se hace uso del protocolo abierto *CANopen* y más concretamente mediante un subconjunto del *profile 401* de entradas y salidas. En ese sentido este nodo hace las veces de maestro.

A nivel software, el concentrador internamente está ejecutando una distribución Linux, concretamente *Raspberry OS*, que está optimizada para acceder de forma sencilla a los periféricos de la *Raspberry Pi*. Sobre dicho sistema operativo se están ejecutando dos servicios, uno encargado de toda la gestión de entradas/salidas y otro que hace el control de más alto nivel y que a su vez se comunica con el servicio de entradas/salidas cuando tiene que leer/escribir.

El primero de ellos se encarga de gestionar tanto las 4 bornas que están físicamente en el propio concentrador como las que están en los nodos esclavos, caso de tener alguno conectado. Para las bornas del concentrador, combina la (des)activación de pines directos del microprocesador con la configuración de conversores ADC/DAC y multiplexores para que se acceda de forma correcta a las entradas/salidas conforme éstas estén configuradas.

En el caso de las bornas que pertenecen a los esclavos, es también este servicio el encargado de implementar toda la parte del protocolo *CANopen* con la que el concentrador hace las veces de maestro del bus. Se encarga por tanto, entre otras cosas, de la lectura periódica de entradas, escritura de salidas cuando así es necesario, gestión de estado de los esclavos, etc.

En general este servicio unifica el acceso al sistema de entradas/salidas de forma que se muestra un mismo interfaz de lectura, escritura y configuración. Este interfaz se ofrece hacia el exterior a través de *D-Bus*, uno de los sistemas de comunicación entre procesos estándar y abierto disponible en entornos Linux.

El segundo servicio o *aplicación* es el que unifica toda la lógica de lectura de valores de dispositivos *Modbus*, formateo de valores recibidos de las entradas (adaptación de unidades si procede, por ejemplo), generación de valores históricos periódicos que faciliten el procesado a realizar a nivel de plataforma, comunicaciones, etc.

Se ha diseñado de forma modular, lo que permite que, mediante ficheros de configuración, se pueda determinar qué módulos se van a ejecutar en cada caso conforme a las necesidades de cada despliegue concreto.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

Para el caso concreto de los históricos, se dispone de una base de datos embebida que es capaz de almacenar registros en caso de una pérdida temporal de conectividad con la plataforma.

### 2.3.3 Nodo esclavo

Dentro de la arquitectura, el nodo esclavo hace las veces de extensión del nodo concentrador para añadir más entradas/salidas.

Tal y como se ha comentado anteriormente, la comunicación entre nodos concentradores y nodos esclavos utiliza el protocolo *CANopen*. Del lado de los esclavos como tal no se ha realizado ningún desarrollo hardware específico sino que en vez de eso se ha partido de un dispositivo propio ya existente de la familia *IPex* y lo que se ha hecho es programar un firmware para que este nodo pueda hacer las veces de esclavo dentro del protocolo *CANopen*.

Al igual que en el caso del concentrador, el nodo esclavo también tiene un conjunto de entradas/salidas configurables (en este caso son 16 por esclavo). Dado que el protocolo no ofrece como tal la posibilidad de configurar las bornas en tiempo real, lo que se ofrece es un interfaz web en el dispositivo donde escoger una de las plantillas disponibles (16 entradas digitales, 16 entradas analógicas, etc.). A partir de ahí es en el concentrador donde debe configurarse qué esclavos tiene conectados y la plantilla que se está usando en cada uno de ellos.

## 2.4 Comunicaciones con la plataforma

En lo referente a las comunicaciones, el nodo concentrador se comunica a través del interfaz configurado (le es indiferente que sea Ethernet o Wifi) mediante el protocolo *MQTT* (*Message Queue Telemetry Transport*), uno de los protocolos usados para *IoT*.

El protocolo tiene un formato ligero basado en colas de mensajes y gira en torno al concepto de *topic*. Para cada *topic* se tienen dos operaciones básicas:

- ▶ Suscripción.
- ▶ Publicación.

La base de *MQTT* es que todo mensaje publicado sobre un *topic* será reenviado a los clientes que estén suscritos a dicho *topic*.

El nexo de unión de los distintos clientes es un bróker *MQTT*, y en este caso concreto se trata de *mosquitto*, compatible con las últimas versiones del protocolo, de código abierto y multiplataforma. Además la comunicación se realiza de forma segura a través del protocolo *TLS* (*Transport Layer Security*) que permite, mediante el uso de certificados, establecer conexiones cifradas. Sobre ellas se envía la información de autenticación (usuario/contraseña) y a su vez se dispone de un sistema de control de autorización mediante ficheros *ACL* (*Access-Control List*) con el que filtrar qué operaciones puede realizar cada usuario sobre el bróker.

Sobre esa base, se usa la especificación en cuanto a estructura jerárquica de *topics* de *FiWARE*, plataforma europea estándar para entornos *IoT*, que define una serie de *topics* bien conocidos para aquellos dispositivos que quieran integrarse en ella usando un *Agente IoT MQTT*. En este caso se usa el formato que ofrece el agente *MQTT-JSON*.

El agente hace uso de una jerarquía de *topics* que sigue el siguiente formato:

*/ApiKey/DeviceId/TopicSuffix*



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

Los 3 elementos que se muestran tienen el siguiente significado:

- ▶ *ApiKey*. Hace las veces de un identificador de *grupo de dispositivos*.
- ▶ *DeviceId*. Es el identificador del dispositivo concreto.
- ▶ *TopicSuffix*. Es el *nombre del topic* en cuestión (realmente el nombre del topic es la ruta completa, no solo este sufijo) y hay al menos 3 que tienen un significado especial:
  - *attrs*. Es el que utiliza un concentrador/dispositivo cuando publica datos de entradas, salidas, etc.
  - *cmd*. Es el que se utiliza cuando se le envían comandos a un dispositivo.
  - *cmdexe*. Es el que se utiliza para confirmar la ejecución de comandos por parte del dispositivo.

Dado que el escenario sobre el que se va a trabajar se centra en la monitorización, solo se hará uso del primero de los 3 topics, el *attrs*.

A partir de ahí, el contenido de todas las publicaciones realizadas será un objeto JSON en el que se envíen pares *key/value* con las lecturas que se vayan obteniendo.

Se usará esta misma vía para el envío de valores históricos. Para este caso hay que tener en cuenta que no solo se debe enviar el valor, sino que además se debe enviar la marca de tiempo, en previsión de que los históricos se tengan que enviar con retraso ante una pérdida de conectividad temporal, por lo que será el propio concentrador el que establezca esa marca de tiempo en base a su reloj interno que irá actualizando periódicamente a través del protocolo *NTP (Network Time Protocol)*.

Este podría ser un ejemplo de una publicación de valores en tiempo real (se incluyen el topic destino y el contenido de la publicación):

```
/odins/device1/attrs {"temp1": "2.5", "temp2": "6.5", "puerta3": "0"}
```

Este podría ser otro ejemplo equivalente al anterior para enviar históricos con esos mismos valores generados en un instante concreto mostrado en segundos UTC desde el 01/01/1970:

```
/odins/device1/attrs {  
  "hist": [  
    {"n": "temp1", "t": "1618003925", "v": "2.5"},  
    {"n": "temp2", "t": "1618003925", "v": "6.5"},  
    {"n": "puerta3", "t": "1618003925", "v": "0"}  
  ]  
}
```

## 2.5 Despliegue de dispositivos

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

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

decidido aparcarse esa parte de forma indefinida, aunque no se descarta la posibilidad de retomarla en el futuro.

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 CO<sub>2</sub> 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.

### 2.5.1 Vistageneral

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

### 2.5.2 Cuadro de la sala de máquinas

En la sala de máquinas (en la parte central superior de la figura anterior) hay 3 cuadros eléctricos donde están accesibles los circuitos de los que cuelgan los distintos dispositivos que dan servicio a las cámaras. En cada cuadro hay circuitos de 1 o más cámaras.

Concretamente el *Cuadro 1* incluye lo siguiente:

- ▶ Compresores de la cámara Bitempera 5 (3).
- ▶ Evaporadores de la cámara Bitempera 5 (1).
- ▶ Compresores de la cámara Bitempera 6 (3).
- ▶ Evaporadores de la cámara Bitempera 6 (1).



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

El *Cuadro 2* incluye lo siguiente:

- ▶ Compresores de las cámaras de Frescos 2, 3 y 7 (3).
- ▶ Evaporadores de las cámaras de Frescos 2, 3 y 7 (9).
- ▶ Uno de los compresores de la cámara Bitempera 4.
- ▶ Uno de los evaporadores de la cámara Bitempera 4.

El *Cuadro 3* incluye lo siguiente:

- ▶ Compresores de la cámara de Congelados 1 (3).
- ▶ Evaporadores de la cámara de Congelados 1 (4).
- ▶ El otro compresor de la cámara Bitempera 4.
- ▶ El otro evaporador de la cámara Bitempera 4.

En la sala de máquinas está previsto instalar un cuadro adicional que incluya un nodo concentrador y dos nodos esclavos.

Para la lectura de valores de los analizadores de red, se desplegará un bus RS-485 al que se conectarán tanto el concentrador como todos los analizadores.

Por otro lado tanto los sensores analógicos (temperaturas) como los contactos de puerta abierta/cerrada se llevarán a los nodos esclavos.

El listado de señales preliminar (a falta de validar conforme a las indicaciones de los instaladores) se muestra en la siguiente figura.





## THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

Dispositivo	Equipo	Elemento	Descripción	ID (P&ID)	Tipo de Señal	Boma / Dirección	Observaciones	
<b>Sala de máquinas</b>								
IoT-Connector (01)				M1.01.01		01.01.01		
				M1.01.02		01.01.02		
				M1.01.03		01.01.03		
				M1.01.04		01.01.04		
Esclavo 1 (16 ED)	Evaporadores cámaras bitemperas 5 y 6	Estado evaporador bitempera 5	Estado encendido/apagado	M1.01.05	Entrada Digital	01.02.01	Normalmente Abierta	
		Estado evaporador bitempera 6	Estado encendido/apagado	M1.01.06	Entrada Digital	01.02.02	Normalmente Abierta	
	Evaporadores cámaras frescos 3 y 7	Estado evaporador frescos 3.1	Estado encendido/apagado	M1.01.07	Entrada Digital	01.02.03	Normalmente Abierta	
		Estado evaporador frescos 3.2	Estado encendido/apagado	M1.01.08	Entrada Digital	01.02.04	Normalmente Abierta	
		Estado evaporador frescos 7	Estado encendido/apagado	M1.01.09	Entrada Digital	01.02.05	Normalmente Abierta	
	Evaporadores cámara bitempera 4	Estado evaporador 4.1 (Cuadro 2)	Estado encendido/apagado	M1.01.10	Entrada Digital	01.02.06	Normalmente Abierta	
		Estado evaporador 4.2 (Cuadro 3)	Estado encendido/apagado	M1.01.11	Entrada Digital	01.02.07	Normalmente Abierta	
		Estado evaporador congelados 1.1	Estado encendido/apagado	M1.01.12	Entrada Digital	01.02.08	Normalmente Abierta	
		Estado evaporador congelados 1.2	Estado encendido/apagado	M1.01.13	Entrada Digital	01.02.09	Normalmente Abierta	
	Evaporadores cámara congelados 1	Estado evaporador congelados 1.3	Estado encendido/apagado	M1.01.14	Entrada Digital	01.02.10	Normalmente Abierta	
		Estado evaporador congelados 1.4	Estado encendido/apagado	M1.01.15	Entrada Digital	01.02.11	Normalmente Abierta	
		C.Frescos 3 a C.Frescos 7	Estado puerta abierta	M1.01.16	Entrada Digital	01.02.12	Normalmente Abierta	
		C.Frescos 7 a C.Bitempera 4	Estado puerta abierta	M1.01.17	Entrada Digital	01.02.13	Normalmente Abierta	
	Estados puertas	C.Frescos 7 a C.Frescos 2	Estado puerta abierta	M1.01.18	Entrada Digital	01.02.14	Normalmente Abierta	
		C.Frescos 2 a C.Congelados 1	Estado puerta abierta	M1.01.19	Entrada Digital	01.02.15	Normalmente Abierta	
				M1.01.20	Entrada Digital	01.02.16		
				M1.01.21	Entrada Digital	01.03.01	Normalmente Abierta	
	Esclavo 2 (8 ED + 8 EA)	Evaporadores cámara frescos 2	Estado evaporador frescos 2.1	Estado encendido/apagado	M1.01.21	Entrada Digital	01.03.01	Normalmente Abierta
			Estado evaporador frescos 2.2	Estado encendido/apagado	M1.01.22	Entrada Digital	01.03.02	Normalmente Abierta
			Estado evaporador frescos 2.3	Estado encendido/apagado	M1.01.23	Entrada Digital	01.03.03	Normalmente Abierta
Estado evaporador frescos 2.4			Estado encendido/apagado	M1.01.24	Entrada Digital	01.03.04	Normalmente Abierta	
Estado evaporador frescos 2.5			Estado encendido/apagado	M1.01.25	Entrada Digital	01.03.05	Normalmente Abierta	
Estado evaporador frescos 2.6			Estado encendido/apagado	M1.01.26	Entrada Digital	01.03.06	Normalmente Abierta	
Temperaturas cámaras					M1.01.27	Entrada Digital	01.03.07	
					M1.01.28	Entrada Digital	01.03.08	
			Cámara congelados 1	Temperatura	M1.01.29	Entrada Analógica	01.03.09	T1 (PT100 a 4-20mA)
			Cámara frescos 2	Temperatura	M1.01.30	Entrada Analógica	01.03.10	T2 (PT100 a 4-20mA)
			Cámara frescos 3	Temperatura	M1.01.31	Entrada Analógica	01.03.11	T3 (PT100 a 4-20mA)
			Cámara frescos 7	Temperatura	M1.01.32	Entrada Analógica	01.03.12	T4 (PT100 a 4-20mA)
			Cámara bitempera 4	Temperatura	M1.01.33	Entrada Analógica	01.03.13	T5 (PT100 a 4-20mA)
			Cámara bitempera 5	Temperatura	M1.01.34	Entrada Analógica	01.03.14	T6 (PT100 a 4-20mA)
			Cámara bitempera 6	Temperatura	M1.01.35	Entrada Analógica	01.03.15	T7 (PT100 a 4-20mA)
					M1.01.36	Entrada Analógica	01.03.16	
CVM-Net4 1 (Cuadro 1)	Circuito 1	Compresor 1 cámara bitempera 5		M1.02.01	Modbus RS-485	1	9600@8V1	
	Circuito 2	Compresor 2 cámara bitempera 5		M1.02.02				
	Circuito 3	Compresor 3 cámara bitempera 5		M1.02.03				
	Circuito 4	Evaporador cámara bitempera 5		M1.02.04				
CVM-Mini 1 (Cuadro 1)		Global cámaras bitemperas 5 y 6		M1.02.05	Modbus RS-485	2		
CVM-Net4 2 (Cuadro 2)	Circuito 1	Compresor 1 cámara bitempera 4		M1.02.06	Modbus RS-485	3		
	Circuito 2	Evaporador 1 cámara bitempera 4		M1.02.07				
	Circuito 3	Global cámaras bitempera 4 y frescos		M1.02.08				
	Circuito 4			M1.02.09				
CVM-Net4 3 (Cuadro 3)	Circuito 1	Compresor 2 cámara bitempera 4		M1.02.10	Modbus RS-485	4		
	Circuito 2	Evaporador 2 cámara bitempera 4		M1.02.11				
	Circuito 3	Global cámaras bitempera 4 y congelados		M1.02.12				
	Circuito 4			M1.02.13				

Figura 3: Listado de señales del cuadro de la sala de máquinas

Principalmente está pendiente de validar el número y tipo de analizadores de red que finalmente serán instalados ya que dependerá de las condiciones de la instalación.

En la siguiente figura se muestran los elementos a instalar y los existentes más en detalle. Como se ha comentado anteriormente, hay 3 cuadros eléctricos que controlan múltiples motores que físicamente están en esa misma sala, mientras que los evaporadores con sus respectivos ventiladores están dentro de las propias cámaras, en el techo. Los analizadores de red se instalarán en sus cuadros respectivos siempre que sea posible, aunque en caso contrario se utilizarán cuadros complementarios más pequeños que en cualquier caso serán interconectados con el nuevo cuadro principal mediante un bus de comunicaciones RS-485.

Dentro del nuevo cuadro habrá un bus de comunicaciones CAN que conectará el nodo concentrador con los nodos esclavos.

Para la detección del estado de encendido/apagado de los evaporadores, se conectarán las bornas correspondientes de los esclavos con los cuadros ya existentes donde estén los contactores que controlan su activación.

En el resto de casos (control de estado de puertas y sensores de temperatura de cámaras), se desplegará el cableado que sea necesario hasta llegar dentro de las cámaras a los puntos donde está instalado cada elemento.

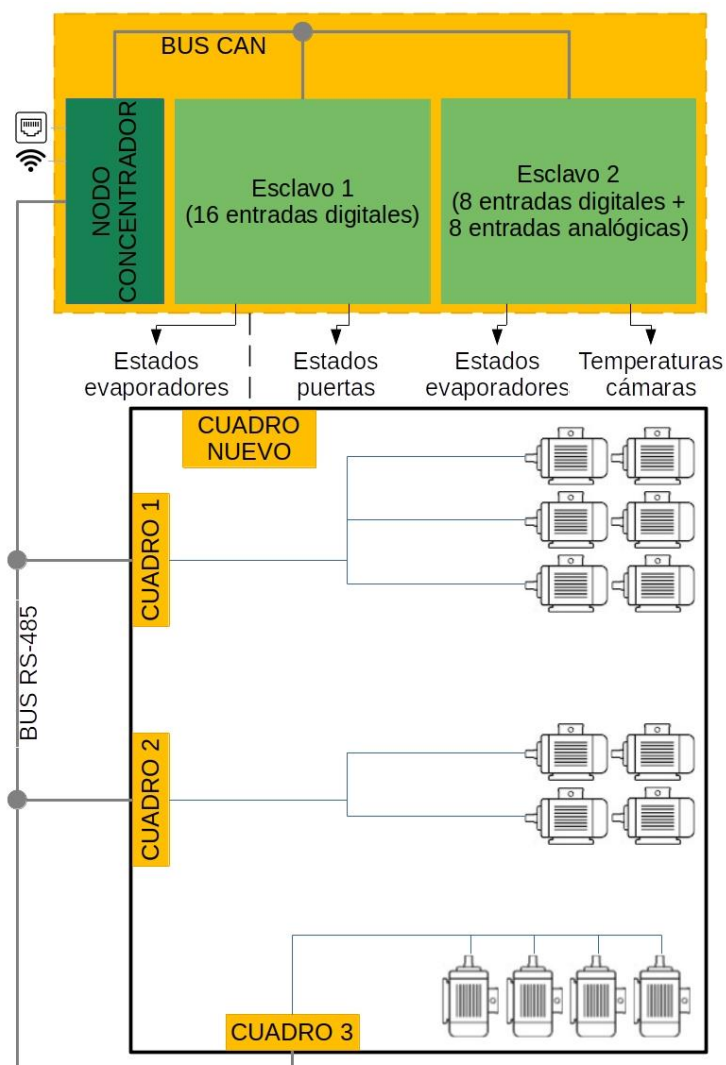


Figura 4: Diagrama instalación en sala de máquinas

### 2.5.3 Cuadro del muelle

En el caso del muelle se ha modificado la instalación para la parte de control de temperatura ya que inicialmente eran compresores de la sala de máquinas los que le daban servicio, pero posteriormente se instaló una unidad compacta en el lateral de la nave, accesible desde la puerta lateral que está junto al muelle 1. A raíz de eso, todo el consumo eléctrico de los muelles (temperatura, iluminación, etc.) pasa por un único circuito eléctrico que será controlado.

El cuadro incluirá un nodo concentrador y un nodo esclavo. Al igual que en el caso anterior el concentrador se encargará de realizar la lectura del analizador de red, pero en este caso también tendrá conectadas los 4 sensores de temperatura, incluyendo uno de temperatura exterior.

Por su parte el nodo esclavo se encargará de controlar el estado de las puertas de esa zona.

El listado de señales se muestra en la siguiente figura.

Dispositivo	Equipo	Elemento	Descripción	ID ( P&ID )	Tipo de Señal	Boma / Dirección	Observaciones		
<b>Muelle</b>									
IoT-Connector (02)	Temperaturas muelle	Exterior	Temperatura	M2.01.01	Entrada Analógica	02.01.01	T0.1 (4-20mA)		
		Puerta muelles a C.Frescos 2	Temperatura	M2.01.02	Entrada Analógica	02.01.02	T0.2 (PT100 a 4-20mA)		
		Centro muelles	Temperatura	M2.01.03	Entrada Analógica	02.01.03	T0.3 (PT100 a 4-20mA)		
		Puerta muelles a C.Frescos 3	Temperatura	M2.01.04	Entrada Analógica	02.01.04	T0.4 (PT100 a 4-20mA)		
Esclavo 1 (16 ED)	Estados puertas	Muelle 1	Estado puerta abierta	M2.01.05	Entrada Digital	02.02.01	Normalmente Abierta		
		Muelle 2	Estado puerta abierta	M2.01.06	Entrada Digital	02.02.02	Normalmente Abierta		
		Muelle 3	Estado puerta abierta	M2.01.07	Entrada Digital	02.02.03	Normalmente Abierta		
		Muelle 4	Estado puerta abierta	M2.01.08	Entrada Digital	02.02.04	Normalmente Abierta		
		Muelle 5	Estado puerta abierta	M2.01.09	Entrada Digital	02.02.05	Normalmente Abierta		
		Muelle 6	Estado puerta abierta	M2.01.10	Entrada Digital	02.02.06	Normalmente Abierta		
		Muelle 7	Estado puerta abierta	M2.01.11	Entrada Digital	02.02.07	Normalmente Abierta		
		Muelle 8	Estado puerta abierta	M2.01.12	Entrada Digital	02.02.08	Normalmente Abierta		
		Salida lateral muelle	Estado puerta abierta	M2.01.13	Entrada Digital	02.02.09	Normalmente Abierta		
		Muelles a C.Frescos 2	Estado puerta abierta	M2.01.14	Entrada Digital	02.02.10	Normalmente Abierta		
		Muelles a C.Frescos 3	Estado puerta abierta	M2.01.15	Entrada Digital	02.02.11	Normalmente Abierta		
						M2.01.16	Entrada Digital	02.02.12	
						M2.01.17	Entrada Digital	02.02.13	
						M2.01.18	Entrada Digital	02.02.14	
						M2.01.19	Entrada Digital	02.02.15	
				M2.01.20	Entrada Digital	02.02.16			
CVM-Mini 2 (Cuadro Muelle)		Global muelles		M2.02.01	Modbus RS-485	1	9600@8N1		

Figura 5: Listado de señales del cuadro de la zona de muelles

En la siguiente figura se muestran los elementos a instalar y los existentes más en detalle. Como puede verse no hay motores ni evaporadores ya que para el control de la temperatura se instaló una unidad compacta que está en el lateral de la nave, en el exterior (parte inferior de la figura).

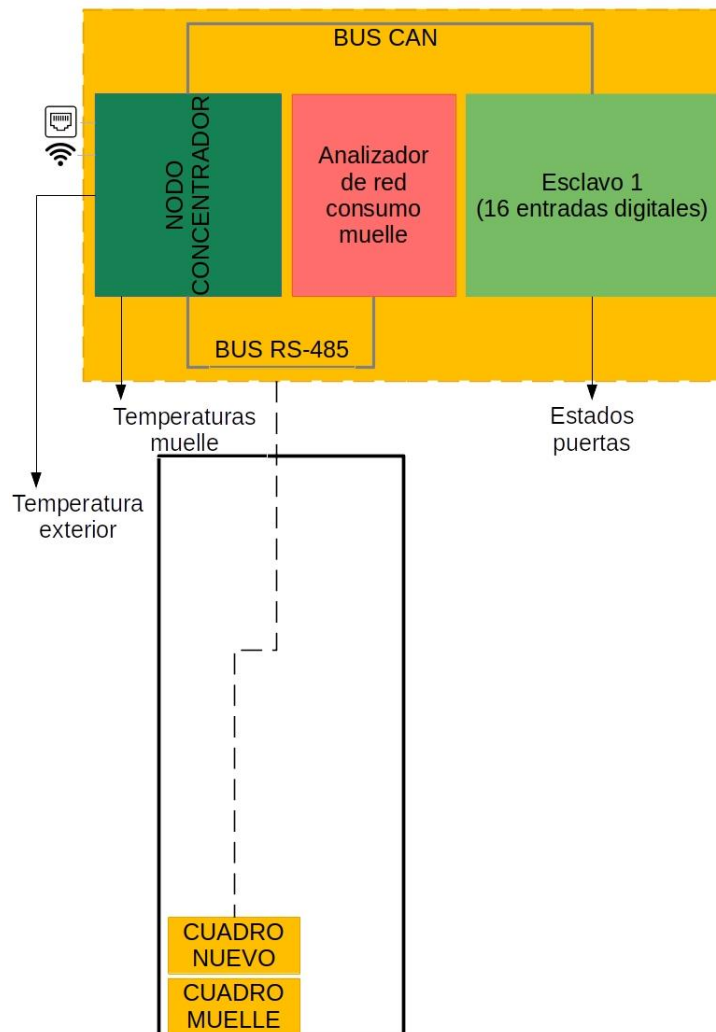


Figura 6: Diagrama instalación en muelle

### 2.5.4 Estado actual de la instalación en la sala de máquinas

A continuación se incluyen algunas fotografías donde se muestra el estado de la instalación en la sala de máquinas previo a la actuación.



Figura 7: Analizador de red que mide el consumo global de uno de los cuadros



Figura 8: Transformadores para la medición de consumo de un circuito general



Figura 9: Indicadores de sensores de temperatura existentes



Figura 10: Cuadro eléctrico con un analizador de red para una subzona



Figura 11: Otro de los cuadros al completo

### 2.5.5 Estado actual de la instalación en el muelle

En el muelle no hay ninguna instalación previa, por lo que se añadirá un nuevo cuadro donde se instalarán los elementos descritos anteriormente.

## 3 Despliegue en vehículos

### 3.1 Consideraciones iniciales en el desarrollo de dispositivos

A la hora de diseñar los equipos que se van a utilizar para la toma de datos de los vehículos se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- ▶ Pese a que en términos relativos su consumo va a ser pequeño en comparación con el de la unidad de frío del remolque, es importante reducirlo en los casos en los que el vehículo se encuentre detenido ya que éste se va a alimentar de la batería del remolque.
- ▶ Cabe la posibilidad de que la tecnología de comunicaciones cambie con el tiempo o sencillamente sea distinta dependiendo de la región donde esté operando el vehículo. Por lo tanto hay que



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

buscar algún mecanismo que permita en el futuro escoger otras alternativas distintas a la escogida.

- ▶ En la medida de lo posible se deben reutilizar a nivel de comunicaciones los desarrollos realizados en la parte de las instalaciones.

### **3.2 Requisitos a nivel hardware**

Conforme a lo expuesto anteriormente y a la información proporcionada por la propia empresa, los equipos a desarrollar deben cumplir con los siguientes requisitos:

- ▶ Como mínimo se debe disponer de una entrada analógica con la que obtener la temperatura del remolque (opcionalmente se pueden añadir más).
- ▶ Se deberá añadir una entrada digital para detectar las aperturas y los cierres de la puerta.

### **3.3 Dispositivos desarrollados**

#### **3.3.1 Módulo de control y entradas/salidas**

El dispositivo final 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 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.

#### **3.3.2 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 a día de hoy en sus sistemas en ciertas áreas específicas bajo demanda, siempre debiendo justificar la necesidad del mismo en la solicitud.

### **3.4 Comunicaciones con la plataforma**

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



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

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.

### **3.5 Despliegue de dispositivos**

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.



Figura 12: 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 desplegado el dispositivo de control de frío, junto al que se instaló el dispositivo de recolección de datos.





Figura 13: Interior de un remolque

#### 4 Conclusiones

Conforme a lo previsto, en este punto del proyecto se han desarrollado los dispositivos que se utilizarán para la recogida de datos tanto en el almacén como en los vehículos.

Tal y como se ha comentado, hay varias cuestiones que han afectado al plan de desarrollo inicial y a los dispositivos, como es el caso del interés por parte de la empresa en focalizar el esfuerzo en la parte del almacén en detrimento de las oficinas, o también la problemática que supone que los vehículos ya estuvieran siendo monitorizados, lo que ha reducido la cantidad de información que se va a poder obtener de ellos.

Finalmente se ha adelantado el primer paso de la fase de despliegue, identificando los elementos que se deben instalar y preparando un plan de instalación tanto en el almacén como en los vehículos.

La siguiente fase a nivel de despliegue se cubrirá en el entregable E4.1 de forma que, junto con este, se pueda ver el antes y el después para poder así identificar qué cambios se han llevado a cabo y en qué línea se ha centrado el trabajo realizado.