



PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

AM-13: INSTALACIONES TÉRMICAS Y CONTROL

Abril 2025



ÍNDICE

1.	MEMORIA CALEFACCIÓN Y CONTROL.....	1
1.1.	Normativa de aplicación	1
1.2.	Objeto	2
2.	CONDICIONES EXTERIORES DE PROYECTO.....	2
3.	CARGAS TÉRMICAS POR ESPACIO	3
4.	CÁLCULO DEL DIMENSIONADO DE TUBERÍAS	3
4.1.	Calefacción.....	3
4.1.1.	Dimensionado de los circuitos hidráulicos	3
4.1.2.	Cálculos de pérdidas de presión	4
4.1.3.	Aislamiento y pérdidas térmicas	5
5.	INSTALACIÓN DE CONTROL Y GESTIÓN	8
5.1.	Sistema	8
5.1.1.	Controladores Centrales:	8
5.1.2.	Controladores Distribuidos	8
5.1.3.	Plataforma (Software)	9
5.2.	Arquitectura del sistema.....	9
5.3.	Descripción de la solución	9
5.3.1.	Subestaciones de control	9
5.3.2.	Operaciones del sistema:	10
5.4.	Especificaciones.....	10
5.4.1.	Controladores locales	10
5.4.2.	Pantalla Active Display	11
5.4.3.	Estación central	12
5.5.	Formación	13
6.	PUNTOS DE CONTROL.....	14
7.	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN A SUSTITUIR.....	19
7.1.	Radiadores	19
7.2.	Bombas de impulsión	19

1. MEMORIA CALEFACCIÓN Y CONTROL

1.1. Normativa de aplicación

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados, así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios e instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, publicada en el B.O.E. del 28 de febrero de 2008.
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicado en el B.O.E. del 11 de diciembre de 2009.
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicada en el B.O.E. del 12 de febrero de 2010.
- Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, publicado en el B.O.E. del 18 de marzo de 2010.
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicada en el B.O.E. del 25 de mayo de 2010.
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicado el 13 de abril de 2013.
- Corrección de errores Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicado el 5 de septiembre de 2013.
- Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Documento Básico HE Ahorro Energético del Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.
- Normas UNE (Calefacción, Climatización, Equipos, conductos, Tuberías, Protección Contra Incendios, etc.).
- Normas UNE de obligado cumplimiento referenciadas en el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios e instrucciones técnicas complementarias, y posteriores correcciones y/o actualizaciones.
- Norma UNE-EN ISO 7730:2006, Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD.
- Ordenanzas municipales

1.2. Objeto

El objetivo de la renovación de la instalación de calefacción existente en el edificio. Actualmente existe un sistema de producción mediante calderas de condensación renovado en 2019 y, por tanto, toda esta parte quedaría fuera del alcance del proyecto. Solamente se intervendrá en la sectorización de la instalación buscando el mayor grado de eficiencia.

Con la modificación propuesta se conseguirá un beneficio económico contribuyendo a una disminución de emisiones contaminantes al medioambiente. Ya que, se podrá ir adaptando la producción a las necesidades reales del Instituto durante sus diferentes horarios.

La actuación consistirá en la instalación de válvulas motorizadas que permitan abrir y cerrar circuitos de forma independiente. Sustitución de radiadores en mal estado por unos de las mismas características de forma que no quede mermada la capacidad de la caldera y la realización de by-pass que faciliten la independización de circuitos.

2. CONDICIONES EXTERIORES DE PROYECTO

Se utilizan dos juegos de condiciones climáticas diferentes, uno con datos para un día tipo de cada mes, que representa las condiciones climáticas extremas y que será utilizado para el cálculo de las cargas térmicas máximas y mínimas; y otro con la evolución anual hora a hora (8.760 registros) de las principales variables climáticas, y que será utilizado en el cómputo de la demanda energética anual.

Las condiciones exteriores para cálculos de potencia térmica se obtienen de la Guía técnica de IDAE "Condiciones climáticas exteriores de proyecto" a partir de las condiciones exteriores para el día tipo de Julio a las 15 hora solar:

- Percentil condiciones de verano 1,0 %
- Temperatura seca verano 33,6 °C
- Temperatura húmeda verano 21,1 °C
- Humedad relativa de verano 32,3 %

Las condiciones exteriores extremas para cálculos de calefacción serán las mismas para cualquier hora y mes de invierno:

- Percentil condiciones de invierno 99,0 %
- Temperatura seca invierno 0,3 °C
- Temperatura húmeda invierno -0,3 °C
- Humedad relativa de invierno 90,0 %

Las condiciones climáticas para el resto de los días del año se obtienen aplicando las tablas de correcciones de la norma UNE 100014-2004 "Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo" según los parámetros siguientes:

- Variación diurna de temperaturas 13,9 °C
- Variación anual de temperaturas 33,3 °C

Para estimar la radiación solar máxima incidente se utilizará el modelo no espectral desarrollado por Bird y Hulstrom considerando una atmósfera Limpia de polvo (campo).

Se considera que la temperatura del terreno es 14,3 °C, obtenida como la media anual de las temperaturas secas exteriores.

El cálculo de la demanda de energía se realizará en base a los datos meteorológicos sintéticos, generados con el programa CLIMED 1.3 a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología. Estos datos están disponibles para todas las capitales de provincia, ciudades autónomas y localidades tipo de cada zona climática y se suministran junto a los programas informáticos oficiales LIDER y CALENER.

El archivo de datos climáticos utilizado es "madrid.met".

3. CARGAS TÉRMICAS POR ESPACIO

Dado que se trata de una reforma en un edificio antiguo, y tras la reforma y la actualización de la envolvente térmica del mismo, se presume que las condiciones interiores resultan favorables. Por esta razón, se ha optado por suponer una carga térmica de 50 W/m² para las zonas en las que se procederá a sustituir los radiadores.

4. CÁLCULO DEL DIMENSIONADO DE TUBERÍAS

4.1. Calefacción

4.1.1. Dimensionado de los circuitos hidráulicos

A continuación, se describen los métodos de cálculo empleados para el dimensionado y la comprobación de los distintos tipos de dispositivos que componen los circuitos hidráulicos.

4.1.1.1. Método de cálculo para tuberías

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- Determinación del caudal de cada tramo en función de la potencia y salto térmico de los emisores o baterías a las que alimenta:

$$Q = \frac{P}{C_e \cdot \gamma \cdot \Delta T}$$

Siendo:

- Q = Caudal, en dm³/s;
- P = Potencia térmica en Kw;
- DT = Salto térmico entrada-salida, en K ó °C;
- g = Peso específico del fluido portador, en Kg/dm³;
- Ce = Calor específico del fluido portador, en Kj/(Kg·K); Calor específico del agua a 15°C: 4,186 Kj/(Kg·K);

Elección de los parámetros para el dimensionado de los tramos:

- Velocidad máxima del fluido 3,00 m/s.
- Pérdida de carga lineal máxima admisible en las tuberías 40,0 mmca/m.
- Diámetro inferior 10,00 mm.

Cálculo del diámetro interior necesario, en base a los parámetros de dimensionado definidos previamente, y selección del diámetro nominal correspondiente según el material utilizado en cada tramo.

4.1.2. Cálculos de pérdidas de presión

Las pérdidas de carga a lo largo de cada circuito hidráulico se calculan sumando las pérdidas individuales que se producen en cada uno de los dispositivos por donde circula fluido portante, de acuerdo con las siguientes expresiones:

4.1.2.1. Pérdidas de carga por fricción según la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$V = -2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J} \cdot \log_{10} \left(\frac{k_a}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J}} \right)$$

Siendo:

- J = Pérdida de carga, en m.c.a./m
- D = Diámetro interior de la tubería, en m; V = Velocidad media del agua, en m/s
- ka = Rugosidad uniforme equivalente, en m.
- u = Viscosidad cinemática del fluido, (1'31x10⁻⁶ m²/s para agua a 10°C)
- g = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s²

Pérdidas de carga en los accesorios, teniendo en cuenta un 25,0% de la longitud de cada tramo.

Las caídas de presión en las válvulas y en los restantes dispositivos de la instalación se calculan por medio de los gráficos del fabricante. En los casos en que es conocido el coeficiente Kvs se aplica de la siguiente forma:

$$J = \left(\frac{Q}{Kvs} \right)^2$$

Siendo:

- J = Pérdida de carga en válvulas, en bar;
- Q = Caudal, en m³/h;

4.1.3. Aislamiento y pérdidas térmicas

El cálculo de los niveles de aislamiento térmico en tuberías se realiza por el procedimiento alternativo descrito en el RITE, IT 1.2.4.2.1.3. tomando como espesores mínimos los indicados en las tablas de la IT 1.2.4.2.1.2. Posteriormente se comprueba que las pérdidas térmicas no superen los niveles máximos admitidos en la IT 1.2.4.2.1.1.

Cuando se utilicen materiales de aislamiento térmico de conductividad distinta a $\lambda_{ref} = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ a 10°C , se modificará el espesor mínimo λ_{ref} obtenido en las tablas según la siguiente ecuación:

$$d = \frac{D}{2} \cdot \left[\text{EXP} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{D + 2 \cdot d_{ref}}{D} \right) - 1 \right]$$

Donde:

- λ = Conductividad térmica del material aislante, en $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$
- D = Diámetro exterior de la tubería, en m

Las pérdidas térmicas en las tuberías se calculan según las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 12241 tomando las condiciones de contorno expuestas en la publicación del IDAE “Comentarios al RITE 2007”.

4.1.3.1. Cálculo de pérdidas térmicas en tuberías

El flujo de pérdidas de calor lineales q en una tubería viene dado por la expresión:

$$q = \frac{\theta_i - \theta_a}{R_T} \text{ W / m}$$

$$R_T = R_{li} + R_l + R_{le} \text{ m} \cdot \text{K / W}$$

Donde

- θ_i = temperatura interior (temperatura del fluido), en $^\circ\text{C}$
- θ_a = temperatura ambiente, en $^\circ\text{C}$
- R_{li} , R_{le} = resistencias térmicas lineales de las superficies interior y exterior, en $\text{m}\cdot\text{K/W}$
- R_l = resistencia térmica lineal del conjunto de capas, en $\text{m}\cdot\text{K/W}$

En tuberías sin aislar tendremos una única capa constituida por el material de la tubería y de espesor igual a la pared del tubo, y para tuberías aisladas habrá una capa adicional formada por la coquilla del material aislante.

La resistencia térmica lineal de una capa cilíndrica se calcula según la expresión:

$$R_l = \frac{\ln \frac{D_e}{D_i}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda} \text{ m} \cdot \text{K} / \text{W}$$

Donde

- D_i = diámetro interior de la capa, en m
- D_e = diámetro exterior de la capa, en m
- λ = conductividad térmica del material, en W/(m·K)

4.1.3.2. Resistencia térmica superficial

La resistencia térmica lineal de la superficie interior R_{li} es prácticamente nula, ya que está en contacto directo con el fluido. Para el cálculo de la resistencia superficial exterior R_{le} utilizaremos los métodos descritos en el apartado 4.1.2 de la norma UNE-EN ISO 12241.

Para tuberías, la resistencia superficial térmica lineal viene dada por la expresión:

$$R_{le} = \frac{1}{h_{se} \cdot \pi \cdot D_e} \text{ m} \cdot \text{K} / \text{W}$$

Donde

- h_{se} = coeficiente superficial de transmisión de calor, en W/(m²·K) D_e = diámetro exterior total de la tubería, en m
- El coeficiente superficial tiene una componente radiativa y otra convectiva:

$$h_{se} = h_r + h_{cv} \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

4.1.3.3. Coeficiente superficial debido a la radiación

La fracción radiativa se puede calcular aproximadamente (hasta una diferencia de temperaturas de 200 K) por la expresión:

$$h_r = \alpha_r \cdot C_r \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$\alpha_r \approx 4 \cdot (T_{av})^3 \quad \text{K}^3$$

Donde

- T_{av} = 0,5 (temperatura superficial de la tubería + temperatura ambiente), K
- C_r = Coeficiente de radiación, en W/(m²·K⁴), tomándose los siguientes valores:

- $0,74 \cdot 10^{-8}$ para tuberías metálicas no aisladas o para cualquier tipo de tubería aislada situada en el exterior de los edificios (se supone que la superficie exterior del aislamiento se cubrirá con una lámina metálica de protección).
- $5,33 \cdot 10^{-8}$ para los restantes casos.

4.1.3.4. · Coeficiente superficial debido a la convección

La norma UNE-EN ISO 12241 plantea varias ecuaciones para el cálculo de este coeficiente, de ellas utilizamos las siguientes:

Para tuberías situadas en el interior de los edificios, y dispuestas en posición vertical (su eje forma más de 60° con la horizontal):

$$h_{cv} = 1,32 \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta\theta}{D_e}} \quad W / (m^2 \cdot K)$$

Para tuberías situadas en el interior de los edificios instaladas horizontalmente:

$$h_{cv} = 1,25 \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta\theta}{D_e}} \quad W / (m^2 \cdot K)$$

Tuberías horizontales y verticales situadas en el exterior de los edificios: Si el flujo de aire es laminar ($v \times D_e \leq 8,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$)

$$h_{cv} = \frac{8,1 \times 10^{-3}}{D_e} + 3,14 \cdot \sqrt{\frac{v}{D_e}} \quad W / (m^2 \cdot K)$$

Si el flujo de aire es turbulento ($v \times D_e > 8,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$)

$$h_{cv} = 8,9 \cdot \frac{v^{0,9}}{D_e^{0,1}} \quad W / (m^2 \cdot K)$$

Donde

- D_e = diámetro exterior total de la tubería (incluido el aislamiento térmico), en m
- D_q = diferencia entre la temperatura superficial de la tubería y la temperatura del ambiente que la rodea, en $^\circ\text{C}$
- v = velocidad del viento, en m/s. Se toman los criterios expuestos en los “Comentarios al RITE 2007” editado por IDAE:
 - 0,2 m/s en el interior de los edificios
 - 4,0 m/s para fluidos calientes y tuberías situadas al exterior 1,0 m/s para fluidos fríos y tuberías situadas al exterior
- Temperatura superficial

La temperatura que se alcanza en la superficie exterior de la tubería, o de su aislamiento térmico, se obtiene mediante la expresión:

$$\theta_{se} = \theta_a + \frac{(\theta_i - \theta_a)}{\frac{h_{se} \cdot D_e}{2 \cdot \lambda} \cdot \ln \frac{D_e}{D_i} + 1}$$

- Cálculo para tuberías empotradas

Según norma UNE-EN ISO 12241 capítulo 8, considerando que la profundidad de empotramiento (desde la superficie del cerramiento al eje de la tubería) es igual a dos veces el diámetro exterior de la tubería, se obtendría una resistencia térmica del empotramiento igual a:

$$R_E = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_E} \cdot \ln \frac{4 \cdot H_E}{D_e} \quad \text{m} \cdot \text{K} / \text{W}$$

- HE = Distancia desde la superficie del cerramiento al eje de la tubería, se supone HE = 2De
- De = diámetro exterior total de la tubería (incluido el aislamiento térmico), en m
- IE = conductividad térmica del material de empotramiento, se toma 0,55 W/(m·K) correspondiente a un mortero de cemento o a un enlucido de yeso.

5. INSTALACIÓN DE CONTROL Y GESTIÓN

5.1. Sistema

A nivel de control se instalarán controladores con interfaces BACnet/LON/Modbus que disponen del número y tipo de señales I/O necesarias para el correcto control y desarrollo posterior de la instalación proyectada.

Para este proyecto, el sistema deberá contar los siguientes componentes:

5.1.1. Controladores Centrales:

Encargados de supervisar, monitorizar y gestionar todas las instalaciones de modo descentralizado, sirviendo los datos de estas al servidor central en caso de requerirse. Estos controladores dispondrán en su memoria interna de toda la información correspondiente a los sistemas gestionados, incluyendo la programación, páginas gráficas y documentos asociados de funcionamiento, en formatos, Excel, Word, pdf, etc.

Estos controladores se podrán conectar a la red Ethernet corporativa o a una red dedicada. En caso de usar la red corporativa, estos controladores serán los únicos elementos hardware conectados a la red. El objeto de esta función es la de minimizar el número de dispositivos conectados a la red.

5.1.2. Controladores Distribuidos

Controladores, encargados de supervisar, monitorizar y gestionar las instalaciones remotas o descentralizadas de un modo autónomo, sirviendo los datos de estas a sus respectivos controladores

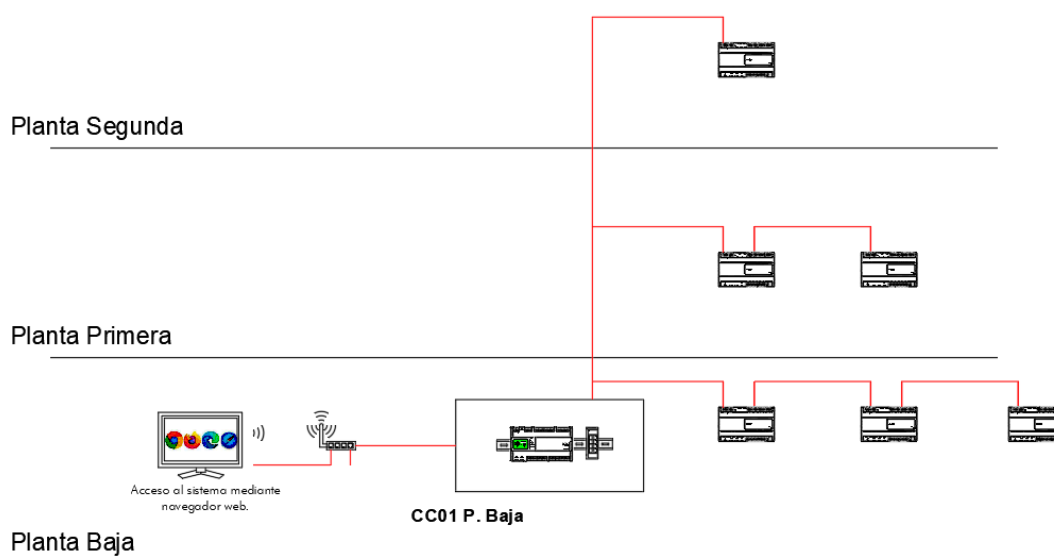
centrales. Su funcionamiento no deberá depender de los controladores centrales, de manera que se garantice su funcionamiento en caso de pérdida de comunicaciones.

Los controladores distribuidos se conectarán mediante red Ethernet privada (aunque también será posible en la red corporativa) usando cualquiera de las tres topologías disponibles (anillo, estrella o Daisy chain) a sus controladores centrales. Para ello contarán con doble toma de red ethernet.

5.1.3. Plataforma (Software)

Servidor central con estación de operador donde los usuarios de manera simultánea tendrán acceso a todos los puntos y gráficos del sistema y podrán recibir y confirmar alarmas, además de controlar puntos de consigna, consumos y otros parámetros.

5.2. Arquitectura del sistema



Todos los controladores comunicarán mediante protocolo BACnet/IP de manera nativa. Disponen de doble comunicación ethernet y permiten Topología en Estrella, Daisy Chain y en Anillo.

5.3. Descripción de la solución

5.3.1. Subestaciones de control

El sistema será encargado de supervisar, monitorizar y controlar los distintos elementos de la producción, climatización y ventilación en cuanto a estado funcionamiento, estados, consignas, etc. detallado en el Listado de señales

En cualquier caso, toda la información derivada del Sistema de Gestión Técnica se incorporará en pantallas graficas para su monitorización, gestión y sobre todo análisis por personal técnico cualificado.

5.3.2. Operaciones del sistema:

A continuación, se enumeran de manera general algunas de las operaciones del sistema

- Control y regulación de los parámetros ambientales (Temperatura, Humedad relativa, CO₂, VOC, PMs, etc.).
- Control y regulación de los sistemas de producción de agua fría/caliente y sus correspondientes bombes de distribución
- Control y regulación de los sistemas de climatización y ventilación del edificio
- Control y regulación de las Unidades Terminales para cumplimiento de las condiciones ambientales definidas en proyecto
- Programación horaria para el encendido / apagado de equipos, encendido/apagado/regulación de luminarias.
- Supervisión y análisis de consumos energéticos y agua.
- Integración de equipos del sistema

5.4. Especificaciones

5.4.1. Controladores locales

El sistema de control de instalaciones del edificio estará compuesto por un controlador local con estación de trabajo local de operador basada en cliente web.

El sistema de control proporcionará control, detección de alarmas, programación horaria, informes y gestión de información para toda la instalación.

A continuación, se indican las características que cumplen los controladores:

- 1- El controlador deberá disponer la capacidad de gestionar señales físicas mediante Entradas Analógicas (EA) 0..10V y 4..20mA, Salidas analógicas (SA) 0..10V y 4..20mA, Entradas Digitales (ED) para estados y/o pulsos y Salidas Digitales (SD) para actuación de dispositivos T/N.
- 2- El controlador deberá disponer de **2 puertos serie RS485 seleccionables Modbus RTU o BACnet MSTP**. De esta manera el sistema permitirá la integración de los distintos subsistemas y permitirá posteriores integraciones en caso de ser necesario. Adicionalmente, el sistema proporcionará comunicación Lonworks.
- 3- El controlador deberá disponer de **doble puerto ethernet** para comunicación simultánea mediante protocolos BACnet/IP, BACnet SC, Modbus/TCP, MQTT y Web Services con los distintos subsistemas que así lo requieran.
- 4- El controlador permitirá configurar el sistema para poder disponer de **dos redes (pública/privada), independientes** y con rangos de direcciones distintas.
- 5- El controlador dispondrá de protocolo SNMPv3 para envío de traps de alarmas, así como Modbus/TCP, BACnet/IP y BACnet SC simultáneos.

- 6- El controlador local dispondrá de **servidor web** para acceso mediante navegador estándar, disponiendo de las mismas páginas gráficas que la estación de operador/Workstation.
- 7- Los controladores dispondrán de un mínimo de memoria de 4 GB de capacidad. Esto representa 2 GB para aplicaciones y datos históricos y 2 GB destinados al almacenamiento de copias de seguridad.
- 8- Los controladores podrán almacenar de manera local documentación en formato pdf para acceso desde su servidor web o desde el servidor central.
- 9- En caso de corte del suministro eléctrico, los controladores deberán actualizar de modo automático y sin intervención humana, todas las funciones monitorizadas, reanudar las operaciones en función de la hora sincronizada y su estado y poner en prácticas las estrategias de arranque requeridas.
- 10- El sistema deberá permitir la ampliación modular de E/S tanto en el propio controlador mediante módulos E/S como remotas mediante el empleo de los módulos correspondientes.
- 11- El controlador permitirá el reemplazo de módulos E/S sin necesidad de paro del sistema. Los controladores dispondrán de base para conexiones y electrónica independientes. El cambio de un módulo en caso de avería podrá ser realizado sin necesidad de realizar ninguna reprogramación adicional, manteniendo el resto del sistema operativo.
- 12- El controlador permitirá la gestión de hasta 200 controladores Ecostruxure SmartX para gestión de entradas/salidas remotas mediante el uso de topologías Ethernet en Daisy Chain, Estrella y Anillo.
- 13- Los controladores deberán disponer de perfil de producto medioambiental (PEP)



5.4.2. Pantalla Active Display

La pantalla Advanced Display ofrece la posibilidad de interactuar con el sistema Ecostruxure Building Operation. La pantalla permite la conexión al sistema mediante red wifi o directamente al controlador SmartX Automation Server usando la conexión USB del equipo.

La pantalla incluye el modo de funcionamiento tipo Kiosko con acceso mediante usuario y contraseña, lo que evita el uso de la misma para otras funciones que no sean las específicas del sistema.

A continuación, se indican las especificaciones mínimas que debe cumplir la pantalla Advanced Display:

- 1- Tensión de alimentación
 - a. 24 VDC
 - b. 20Vdc (USB-C)

2- Consumo

a. 17.3 W (0.72 A a 24 VDC)

b. 17.6 W (0.88 A a 20 VDC)

3- Temperatura ambiente en operación

a. 0 a 40°C

b. Humedad: máximo 95% sin condensación

4- Índice de protección IP54

5- Conexión a sistema mediante red wifi o USB. Mediante la conexión al sistema, la pantalla recupera la información del controlador con lo que no se requerirá ninguna programación adicional para la supervisión del sistema.

6- Dispone de accesorio para montaje en cuadro de control

5.4.3. Estación central

El servidor ECOSTRUXURE Enterprise Server es el punto central en la arquitectura de EcoStruxure BMS, desde el que los usuarios podrán configurar, controlar y supervisar todo el sistema.

El servidor Enterprise Server recopilará datos de toda la instalación para agregarlos, gestionarlos y archivarlos. A través de WorkStation o WebStation, el servidor Enterprise Server también sirve como punto único de administración de EcoStruxure

La parte del sistema de control formada para operación de usuario está compuesta por una estación de trabajo local.

El software de las estaciones de trabajo de programación y configuración permitirá que cualquier usuario con los permisos adecuados cree o modifique parcial o totalmente la base de datos del controlador o del servidor central.

Todas las estaciones de trabajo de configuración son ordenadores personales equipados con el sistema operativo Microsoft Windows. El software de aplicación es capaz de comunicarse con todos los controladores Ecostruxure Automation Server de la red y ofrece gráficos en color de alta resolución, alarmas y gráficos de tendencias. Puede ser configurado por el usuario para todas las funciones de recogida y presentación de datos.

A continuación, se indican las características que deben cumplir los controladores propuestos

- 1- El sistema deberá usar para la representación en pantalla Gráficos vectoriales. De esta manera será posible cambiar el tamaño de la imagen seleccionada sin merma de calidad en la misma (pixelado). Con esta funcionalidad se mantendrá la calidad del espacio de trabajo independientemente del dispositivo utilizado para su visualización (ordenador, Tablet o teléfono móvil).

- 2- El sistema permitirá crear espacios de trabajos personalizados en función del usuario que acceda al sistema. Con esta funcionalidad será posible personalizar las pantallas para los usuarios locales o globales para todo el sistema o por funciones (mantenimiento, supervisión, gestión, etc.)
- 3- Cada usuario deberá disponer de un acceso único (usuario + password), quedando registrado en el sistema todas las actuaciones que se realicen para su posterior análisis.
- 4- El sistema permitirá generar distintos horarios por día, mes y año de manera que en función de estos se reaccione de una manera u otra en base a esos parámetros.
- 5- El sistema permitirá la generación de distintos niveles de notificación de alarma para ser gestionadas en función de su criticidad. Adicionalmente el sistema será capaz de representar un mínimo de 10.000 alarmas activas en el sistema. En función de la criticidad, se deberá reproducir un aviso acústico.
- 6- El sistema deberá permitir el envío de email con los datos de la alarma generada, criticidad, usuario, etc. sin necesidad de servidores externos de correo. Así mismo se podrán enviar los emails de modo individual o a grupos

Todas las E/S conectadas al controlador Ecostruxure Automation Server deberán ser historizadas en el sistema de modo automático, permitiendo el registro de un mínimo de 500 muestras antes de su borrado cíclico. De esta forma será posible analizar la evolución de las distintas señales en el tiempo

5.5. Formación

La empresa responsable de la ejecución del proyecto de control proporcionará formación in situ al personal de mantenimiento del Instituto. La formación in situ consistirá en un mínimo de 4-6 horas de instrucción práctica destinada al uso y mantenimiento de los sistemas.

El contenido de la formación incluirá:

- Descripción general del sistema.
- Software y funcionamiento del sistema.
- Acceso al sistema.
- Descripción general de las funciones del software.
- Modificación de puntos de consigna y otros atributos.
- Visualización de gráficos en color.
- Ejecución de informes.
- Mantenimiento de la estación de trabajo.
- Programación de aplicaciones de visualización.
- Secuencias de funcionamiento, incluyendo arranque, apagado, ajuste y equilibrado.

6. PUNTOS DE CONTROL

	nº puntos de campo	EA	ED	SA	SD	INT	CP	Uds.	Material de campo	Observaciones
Planta Baja										
TOTAL Nº PUNTOS = 50		29	0	0	21	0	0			
<u>CCOR PB 01 Alas Norte y Sur</u>								2	SXWRCF16A10003	
Temperatura ambiente estancias Alas Norte y Sur		9						9	SLASXXX	
Temperatura ambiente con control de consigna		2						1	SLASTXX	
Actuación válvulas radiadores Alas Norte y Sur					10					
<u>CCOR PB 02 Ala Este</u>								2	SXWRCF16A10003	
Temperatura ambiente estancias Ala Este		6						6	SLASXXX	
Temperatura ambiente con control de consigna		8						4	SLASTXX	
Actuación válvulas radiadores Ala Este					7					
<u>CCOR PB 03 Ala Temporales</u>								1	SXWRCF16A10003	
Temperatura ambiente estancias temporales		4						4	SLASXXX	
Actuación válvulas radiadores temporales					4					

Tabla 6-1. Puntos de control planta baja

	nº puntos de campo	EA	ED	SA	SD	INT	CP	Uds.	Material de campo	Observaciones
Planta Primera										
TOTAL Nº PUNTOS = 50		26	0	0	24	0	0			
<u>CCR P1 01 Alas Norte y Sur</u>								2	SXWRCF16A10003	
Temperatura ambiente estancias Alas Norte y Sur		9						9	SLASXXX	
Temperatura ambiente con control de consigna		6						3	SLASTXX	
Actuación válvulas radiadores Alas Norte y Sur					15					

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

	nº puntos de campo	EA	ED	SA	SD	INT	CP	Uds.	Material de campo	Observaciones
<u>CCR P1 02 Ala Este</u>								2	SXWRCF16A10003	
Temperatura ambiente estancias Ala Este		9						9	SLASXXX	
Temperatura ambiente con control de consigna		2						1	SLASTXX	
Actuación válvulas radiadores Ala Este					9					

Tabla 6-2. Puntos de control planta primera

	nº puntos de campo	EA	ED	SA	SD	INT	CP	Uds.	Material de campo	Observaciones
Planta Segunda										
TOTAL Nº PUNTOS = 25		13	0	0	12	0	0			
<u>CCR P2 01 Alas Norte y Sur</u>										
Temperatura ambiente estancias Alas Norte y Sur		9						9	SLASXXX	
Temperatura ambiente con control de consigna		4						2	SLASTXX	
Actuación valvulas radiadores Alas Norte y Sur					12					

Tabla 6-3. Puntos de control planta segunda

	nº puntos de campo	EA	ED	SA	SD	INT	CP	Uds.	Material de campo	Observaciones
CC02 Producción agua caliente										
TOTAL Nº PUNTOS = 139		12	16	2	7	102	8			
1 Caldera										
M/P, Estado y Alarma General Calderas			4		2					
1 Bombeo Primario										
Temperatura Entrada Agua Caldera		2						2	STP500-100_V100	

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

	Temperatura Salida Agua Caldera		2					2	STP500-100_V100	
	Vaina inmersión L=100							4	Vaina 100	
	Alarma Falta Flujo Agua Caldera		2					2	FS Agua	
	Contador energía térmica Central Calor							2	KDK40F_MB	
	Integración Contador energía térmica	2				10	2		Int_CET__	
	Temperatura del agua de retorno									
	Temperatura del agua de impulsión									
	Caudal instantáneo de agua									
	Potencia (kw)									
	Energía (kwh o Kcal)									
	M/P, Estado y Avería Bombas Cal 1 y Cal 2		4		2					
1	Bombeo Secundario									
	Presión colector calor		1					1	SPP110-600kPa	
	Temperatura colector		2					2	STP500-100_V100	
	Edificios Anexos									
	M/P, Estado y Avería Bombas Edificios anexos		2		1					
	Temperatura Impulsión/retorno Edificio Anexos		2					2	STP500-100_V100	
	Edificio principal									
	M/P, Estado y Avería Bombas Edificio Principal		4		2					
	Regulación bomba Edificio principal			2						
	Presión diferencial circuito Edificio Principal		1					1	CP-LI-DP-TR-0600	
	Temperatura Impulsión/retorno Edificio Principal		2					2	STP500-100_V100	
1	Inversor Fotovoltaica									
	Integración parámetros funcionamiento Inversor PV	1				17	1		INT_INV__	
	Estado de funcionamiento									
	Estado cadena 1-8									
	Tensiones de entrada CC									

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

Energía Aparente (kVAh)										
Tasa de distorsión armónica										
Estado frecuencia										
Coseno (Factor de Potencia - ω)										

Tabla 6-4. Punto de control completo

7. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN A SUSTITUIR

Como consecuencia de la falta de actualización de ciertos elementos de la instalación de calefacción y con el fin de mejorar la eficiencia de la misma se sustituyen o modifican los elementos siguientes:

7.1. Radiadores

Los emisores cuya sustitución se considere imprescindible debido a sus características y estado actual serán reemplazados, en particular los radiadores de panel simple de chapa de acero, los cuales presentan una baja eficiencia térmica. La renovación se llevará a cabo garantizando que no se vea comprometida la capacidad de la caldera.

Por otro lado, los radiadores modulares instalados recientemente en áreas reformadas, como la jefatura de estudios, se mantendrán en servicio, dado que presentan un rendimiento adecuado y son compatibles con la instalación existente.

Asimismo, no se considera necesario recalcular la caldera, ya que la potencia térmica demandada por el sistema no se ve incrementada con la sustitución de los emisores. Los nuevos radiadores, al ser más eficientes, optimizan la transferencia de calor, lo que permite una distribución térmica más homogénea sin aumentar el consumo energético. Además, la mejora en el rendimiento de los emisores y la reducción de pérdidas térmicas pueden contribuir a una operación más eficiente del sistema global, asegurando que la caldera continúe funcionando dentro de su rango óptimo de diseño.

7.2. Bombas de impulsión

Se modifican dos bombas por unas de características similares, es decir bombas de velocidad variable y regulación automática, motor síncrono de imán permanente, sonda multifuncional de presión diferencial y temperatura, protección térmica de motor integrada.

Características bomba equivalente GRUNDFOS UPC 65/120 a SEDICAL AM 65/12B:

GRUNDFOS UPC 65/120

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

Producto	UPS 65-120 F 340	Líquido	
Código	96403015	Líquido bombeado	Agua
Número EAN	5700390689544	Rango de temperatura del líquido	-10 .. 120 °C
Precio		Temperatura del líquido durante el funcionamiento	60 °C
Técnico		Densidad	983.2 kg/m³
N.º de velocidad	3	Datos eléctricos	
Altura máxima	120 dm	Potencia de entrada en velocidad 1	670 W
Materiales		Potencia de entrada en velocidad 2	760 W
Cuerpo hidráulico	Fundición	Potencia de entrada máx.	1040 W
Carcasa de la bomba	EN 1561 EN-GJL-250	Frecuencia de red	50 Hz
	35 B - 40 B	Tensión nominal	3 x 200-230 V
Impulsor	Acero inoxidable	Intensidad en velocidad 1	2.25 A
	EN 1.4301	Intensidad en velocidad 2	2.55 A
	AISI 304	Corriente en velocidad 3	3.75 A
Instalación		Cos phi a velocidad 1	0.86
Rango de temperaturas ambientes	0 .. 40 °C	Cos phi a velocidad 2	0.86
Presión de trabajo máxima	10 bar	Cos phi	0.8
Tipo de conexión	JIS	Clase de aislamiento (IEC 85)	H
Tamaño de la conexión	65 A	Grado de protección (IEC 60529)	X4D
Presión nominal para la conexión	PN 10	Protección estándar Ex	CONTACT
Longitud puerto a puerto	340 mm	Thermal protection	EXT.

SEDICAL AM 65/12B

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA AM 65/12-B

Datos requeridos

Construcción	En línea
Tipo	Simple

Datos obtenidos

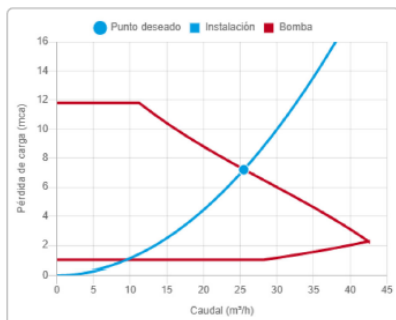
Bomba

Modelo	AM 65/12-B
Velocidad	6
P1	0.00 kW
Presión mín. aspiración (110°C)	1.7 m
Presión mín. aspiración (90°C)	1.2 m
Presión mín. aspiración (75°C)	0.7 m
Nivel sonoro	<=50 dbA
Alimentación	Monofásica

Motor

Velocidad nominal	2850 rpm
Grado de protección	IPX4D
Clase de Aislamiento	F
Tensión y frecuencia de alimentación	1x230 Vca 50Hz
Temperatura ambiente admisible	40 °C
Protección de motor	integrada

Gráfica de la bomba



Características técnicas

Conexiones	Embridadada
Conexión de aspiración	DN65
Conexión de impulsión	DN65
Distancia entre conexiones (sin racores en roscadas) mm	340 mm
Índice de Eficiencia Energética IEE	<=0,17
Presión de trabajo	PN16
Temperaturas	Max. 110 °C / Min. 2 °C
Temperatura máxima ACS	110 °C
Eficiencia	Premium

Materiales y dimensiones

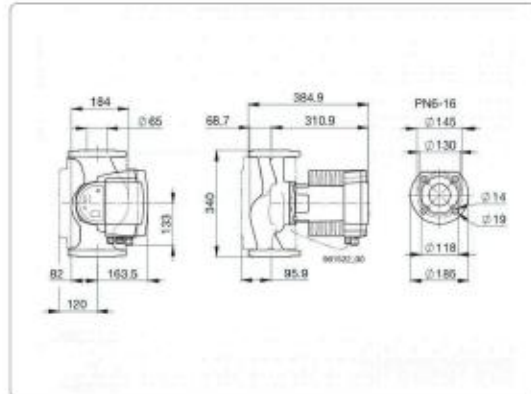
Alto	340 mm
Ancho	406.9 mm
Base	283.5 mm
Peso neto bomba	21,5 kg
Cuerpo de bomba	Fundición gris
Rodete	PES
Eje de bomba:	A. inox. CrNi
	Cojinete deslizamiento: óxido de aluminio
Rodamientos o Cojinete	Rodamiento axial: óxido de aluminio, carbono sintético

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

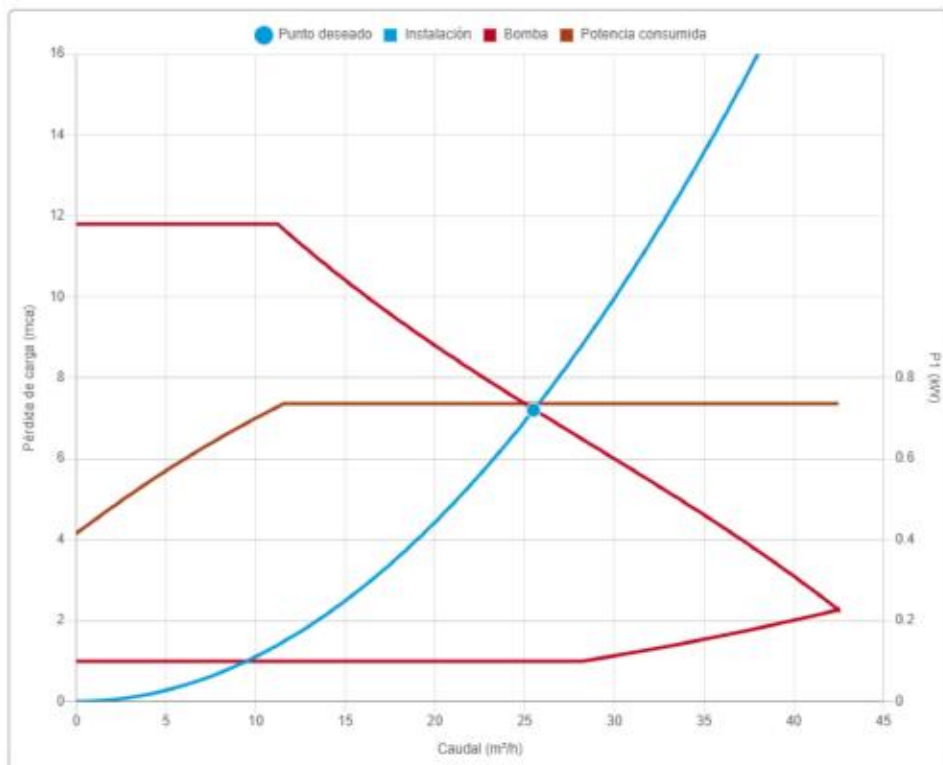
Bomba



Cota



Curvas de la bomba



En Madrid, abril 2025



Fdo. El arquitecto: José Manuel Pintado Moreno

Airia Ingeniería y Servicios S.A.