

Julio de 2025

Proyecto de Sustitución de dos Torres de Refrigeración en el Hospital Universitario La Princesa de Madrid.

MEMORIA TÉCNICA INSTALACIONES

CONTENIDO

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
1.1 AGENTES.....	3
1.1.1. PROMOTOR.....	3
1.1.2. AUTOR DEL ENCARGO Y TITULAR DE LA ACTIVIDAD	3
1.1.3. AUTOR DEL PROYECTO	3
1.1.4. DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	3
1.1.5. OTROS AGENTES.....	3
1.1.6. CLASIFICACIÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS.....	3
1.2 INFORMACIÓN PREVIA.....	3
1.2.1. ENTORNO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO.....	3
1.2.2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA INSTALACIÓN	4
1.3 OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6
1.3.1. OBJETO	6
1.3.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA.....	7
1.3.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	7
2. MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	9
2.1 SISTEMA ESTRUCTURAL	9
2.1.1. Nuevos Soportes para Tuberías.....	9
2.2 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN.....	9
2.3 SISTEMA DE ACABADOS.....	9
2.4 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES	9
2.4.1. Instalación de Climatización	9
2.4.2. Instalación de Fontanería.....	14
2.4.3. Instalación de Saneamiento	14
2.4.4. Instalación Eléctrica.....	14
2.4.5. Control de Instalaciones	15
2.4.6. Instalación de Voz y Datos.....	20
2.5 EQUIPAMIENTO.....	20
2.5.1. Instalación de climatización.....	20
2.5.2. Instalación Eléctrica.....	23

2.5.3.	Control de Instalaciones	24
3.	JUSTIFICACION DE NORMATIVA.....	26
4.	SERVICIOS AFECTADOS	36
5.	OPERATIVIDAD	37
6.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	38
7.	PLANIFICACIÓN DE LA OBRA	39
8.	PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA.....	40
8.1	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	40
8.1.1.	Equipos.....	40
8.1.2.	Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua.....	40
8.1.3.	Ajuste y equilibrado.....	40
8.2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	41
8.3	INSTALACIÓN DE VOZ Y DATOS.....	41
8.4	CONTROL DE INSTALACIONES	41
9.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO	43

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 AGENTES

1.1.1. PROMOTOR

Promotor: Servicio Madrileño de Salud

Emplazamiento: HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA PRINCESA

Dirección emplazamiento: C/ Diego de León 62, 28006 Madrid

1.1.2. AUTOR DEL ENCARGO Y TITULAR DE LA ACTIVIDAD

El proyecto se redacta por encargo del Servicio Madrileño de Salud para la sustitución de dos torres de refrigeración en el Hospital Universitario de La Princesa, situado en C/ Diego de León 62, 28006 Madrid. El alcance del encargo contempla el presente Proyecto de ejecución.

1.1.3. AUTOR DEL PROYECTO

INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD, S.A.U. (INCOSA)

1.1.4. DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

INVESTIGACION Y CONTROL DE CALIDAD, S.A.U. (INCOSA).

1.1.5. OTROS AGENTES

Coordinación de seguridad y salud:

INVESTIGACION Y CONTROL DE CALIDAD, S.A.U. (INCOSA).

1.1.6. CLASIFICACIÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS

La clasificación del contratista del proyecto será:

- Grupo: J) Instalaciones mecánicas
- Subgrupo: 2 Ventilación, calefacción y climatización
- Categoría 3: cuantía superior a 360.000 euros e inferior o igual a 840.000 euros

1.2 INFORMACIÓN PREVIA

1.2.1. ENTORNO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

El Hospital Universitario La Princesa es el edificio de la red del Servicio Madrileño de Salud donde se va a realizar el proyecto. Se trata de un edificio de uso hospitalario que dispone de tres plantas de sótano, y 11 plantas sobre rasante además de planta cubierta. El edificio situado en Madrid limita al Este con la Calle del Conde de Peñalver, al Norte con la Calle Diego de León, al Sur con la Calle Maldonado y al Oeste con la Calle del General Díaz Porlier.



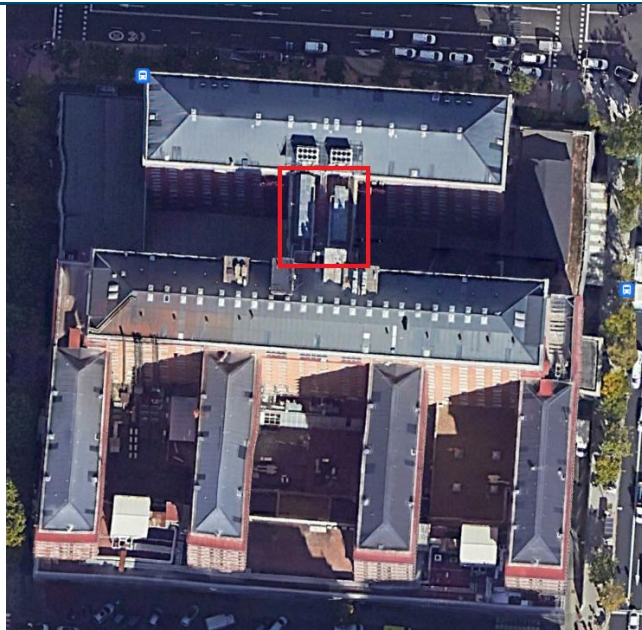
Las dos primeras calles citadas son calles amplias de cuatro carriles de doble sentido de circulación de vehículos además de dos carriles BUS en la primera de ellas y uno en la segunda. Las otras dos calles son de carril único de circulación y espacio a ambos lados para aparcamiento en oblicuo y en línea de vehículos.

Bajo las calles del Conde de Peñalver y de Diego de León discurren líneas de metro de Madrid.

1.2.2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA INSTALACIÓN

– Producción de Frío y Torres de Refrigeración

La producción de frío para climatización en verano del Hospital corre a cargo de tres enfriadoras del tipo agua-agua ubicadas en la planta -2. Estos equipos evacuan el calor gracias a un sistema basado en dos circuitos abiertos de agua impulsada por dos grupos de presión que recogen el calor de los condensadores de estas enfriadoras y lo conducen hasta dos torres de refrigeración de tipo abierto y tiro forzado existentes en la cubierta existente en la planta 10 del Hospital.



El agua caliente entra en las torres y es impulsada por rociadores a las balsas de las torres. El agua ya en la balsa habrá intercambiado calor con el aire impulsado por ventiladores existentes en la propia torre. El agua fría de la balsa retorna a los condensadores de las enfriadoras para volver a realizar el proceso.

Las dos torres de refrigeración existentes son abiertas de tiro forzado con las siguientes características:

- Torre 1 (10 motores – Modelo 37):
 - Largo: 9,50 metros
 - Ancho: 3,20 metros
 - Alto: 2,50 metros.
 - Peso en vacío: 4040 kg aprox.
 - Peso en carga: 9040 kg aprox.

- Torre 2 (12 motores – Modelo 44):
 - Longitud: 11,60 metros
 - Ancho: 3,10 metros
 - Alto: 3,40 metros
 - Peso en vacío: 6700 kg aprox.
 - Peso en carga: 17000 kg aprox.

Las tuberías de impulsión y retorno a torres son de acero galvanizado de 10" y 12" respectivamente y discurren por una de las fachadas del edificio desde la planta -2 hasta la planta 10 donde se encuentran las torres. La impulsión para cada torre tiene tres conexiones mientras que el retorno desde la balsa de éstas solo una conexión para cada una. En cubierta, se disponen válvulas de corte en las tuberías de retorno pero no en las de impulsión además de filtros en los retornos.

– Alimentación eléctrica y control

La alimentación eléctrica, el control y maniobra del circuito de condensación también se ubica en la planta sótano -2. La alimentación proviene del trafos 6 ubicado en esta misma planta. Desde esta planta, suben los circuitos eléctricos hasta la cubierta de la planta 10 para alimentar individualmente a cada uno de los ventiladores de las torres.

– Prevención y control de la legionelosis

En esta misma planta 10 se encuentran los equipos de dosificación de biocida y antiincrustante para las torres, además de un equipo de control de la conductividad del circuito de agua de condensación mediante la apertura de dos válvulas de control (una para cada torre) y purga del agua directamente al circuito de desagüe. En la actualidad la vigilancia de los diferentes parámetros de control para hacer cumplimiento del RD 487/2022, *de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis* se hace manualmente por personal de mantenimiento a excepción de los parámetros de temperatura y conductividad de agua controlados mediante equipo y válvula de control.

– Saneamiento y desagüe

El desagüe y el rebose de las balsas de las torres (además del agua de purga) es conducido por cubierta a una bajante de pluviales existente a partir de un sumidero.

– Agua de aporte

El agua de aporte a las dos torres proviene de la instalación de fontanería existente en el hospital controlada por un grupo de presión de caudal variable controlado por variadores de frecuencia en la planta -2.

– Estructuras y soportes tuberías

Las dos torres de refrigeración existentes disponen en su base de una estructura soporte con dispositivos anti vibratorios que a su vez descansan sobre dos bancadas de estructura metálica de acero A-42-b elevada unos 60 cm sobre la planta de cubierta. Para el mantenimiento de los ventiladores de las torres se disponen dos pasarelas que discurren únicamente por uno de los dos lados largos de las torres.

Para soporte de tuberías del circuito de condensación que llega y sale de las torres se disponen de pilares y vigas de acero sobre los que descansan abrazaderas donde apoyan estas tuberías.

1.3 OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1. OBJETO

El presente proyecto contempla la **Sustitución de las Torres de Refrigeración** existentes en planta cubierta de pasarela de unión de los dos volúmenes de edificación existentes en el Hospital a la altura de décima planta. Junto con las nuevas Torres se contempla la sustitución de las tuberías y colectores de acero galvanizado existentes en cubierta que suministran y retornan agua de las torres además de las tuberías de aporte de agua de reposición.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA

La llegada del fin de la vida útil de las torres existentes además del visible deterioro en ciertas partes de éstas junto con las nuevas normativas y directrices de eficiencia energética publicadas en los últimos años, invitan a su sustitución por otras cuya tecnología y funcionamiento sea más automático y más eficiente.

Además, el tipo de torre elegida implica algunos cambios en el trazado de las tuberías en cubierta con lo que se aprovecha para sustituir los tramos existentes en cubierta de acero galvanizado por tramos de diámetro equivalente en polipropileno, material con una menor rugosidad interior frente a tuberías de acero que previene las incrustaciones e implica menores pérdidas de carga, ausencia de corrosión tanto interior como exterior, elevada resistencia a agentes químicos y totalmente compatibles con tratamientos puntuales de desinfección química para prevención de legionela.

1.3.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La obra comenzará con un desmontaje previo en cubierta de las torres de refrigeración existentes, además de los colectores de impulsión y retorno para agua de condensación de las torres y su arriado mediante auto grúa hasta la cota de calle. Posteriormente se desmontarán en cubierta circuitos de aporte de agua de aporte y saneamiento.

Se izarán las nuevas torres de refrigeración desde la cota de calle hasta la cubierta. Cada torre se izará en dos partes y gracias a las conexiones a eslingas disponibles en éstas. A continuación, se montarán los nuevos colectores en acero y valvulería del circuito de condensación en acero desde las conexiones embridadas existentes hasta las conexiones de impulsión y retorno de las torres. Los colectores descansarán sobre nuevos Los soportes metálicos estarán previamente montados sobre la cubierta.

A continuación, se procederá con los trabajos de montaje hidráulico, comenzando con la instalación de tuberías de acero para el suministro de agua a cada torre, partiendo desde la válvula de corte general existente en la cubierta.

También se instalarán tuberías de PVC para los reboses de las balsas, los desagües de las torres y la conducción del agua de purga. Esta última se realizará inicialmente en acero, conectándose posteriormente a la red de evacuación que vierte a los sumideros de la cubierta.

Además, se adaptarán las nuevas torres para permitir la dosificación del antiincrustante y del biocida existentes en la instalación.

Una vez finalizados todos los trabajos de montaje, se aplicará a la instalación una pintura especial anticorrosión, con el fin de proteger todos los elementos metálicos frente a la exposición a agentes atmosféricos y prolongar así su vida útil.

Restarán la tirada sobre bandeja de los circuitos eléctricos a cada uno de los nuevos consumos existentes en cubierta a partir del nuevo subcuadro eléctrico instalado en cubierta, la tirada de la acometida hasta este subcuadro desde la caja de blindos instalada en las blindobarras existentes en planta 9, la tirada y conexionado de señales hasta el cuadro de control, la programación del nuevo PLC para el funcionamiento de las nuevas torres acorde a la producción de frío existente y la integración en el sistema de gestión de instalaciones del edificio (BMS).

Previamente a acometer las actuaciones objeto del proyecto, deberán llevarse a cabo una serie de desmontajes de equipos, tuberías, válvula de purga y conexión del sistema de tratamiento contra la legionela, así como las estructuras existentes en cubierta y las protecciones existentes en cuadro general de alimentación eléctrica en planta sótano. El desmontaje de tuberías partirá desde la primera brida de conexión existente en cubierta, como se puede observar en los planos. Estas actuaciones no son objeto de este proyecto.

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

2.1.1. Nuevos Soportes para Tuberías

Se instalarán nuevos soportes a base de perfilera de acero S275JR para sobre ellos montar las abrazaderas donde descansarán los nuevos colectores de impulsión y retorno de acero. A los perfiles se le aplicarán dos manos de imprimación anticorrosiva, bicomponente, hasta alcanzar un espesor total de 100 µm, para la protección de elementos de acero frente a la corrosión

La perfilera irá anclada al piso mediante placas de anclaje sobre dados de hormigón practicados previamente de tal manera que los pernos de anclaje no puedan dañar las distintas capas de cubierta.

La perfilera usada para el montaje de los soportes se puede consultar en los respectivos planos de estructura del proyecto.

2.2 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

No se contempla la rotura de la compartimentación contra incendios en ninguna de las particiones atravesadas por instalaciones.

2.3 SISTEMA DE ACABADOS

Para el paso de cableado de fibra óptica por la planta 9 se contempla la necesidad de rotura del falso techo continuo existente desde el vestíbulo de la escalera de incendios ubicado junto al Ascensor 11 hasta el local de instalaciones ubicado al otro lado de este ascensor.

Se repondrá el falso techo una vez tirado el cableado y probada la correspondiente instalación y verificado el correcto funcionamiento. El material de reposición será similar al existente aplicando un acabado de manos de pintura con RAL similar al existente.

2.4 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

2.4.1. Instalación de Climatización

El objeto de la presente instalación es la sustitución de las torres de refrigeración existentes, así como la adecuación y renovación de la red de tuberías, válvulas y accesorios pertenecientes al circuito de condensación en los tramos que discurren por cubierta.

a. Torres de refrigeración

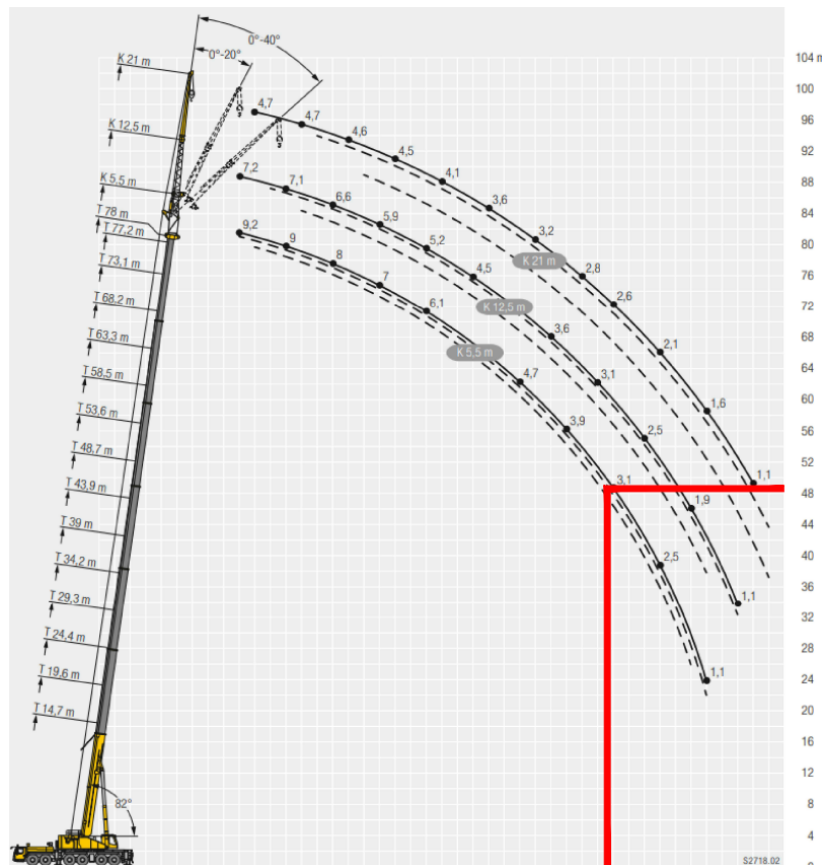
Tras el desmontaje de las torres de refrigeración, tuberías y equipos relacionados con las torres en planta de cubierta, se proyecta el suministro y montaje de nuevas torres de refrigeración de características equivalentes a las existentes.

Las torres de refrigeración son sistemas mecánicos destinados a enfriar masas de agua en procesos que requieren una disipación de calor. El principio de enfriamiento de estos equipos se basa en la evaporación, el equipo produce una nube de gotas de agua bien por pulverización, bien por caída libre que se pone en contacto con una corriente de aire. La evaporación superficial de una pequeña parte del agua inducida por el contacto con el aire, da lugar al enfriamiento del resto del agua que cae en la balsa a una temperatura inferior a la de pulverización.

La obra se plantea ejecutarla tras la temporada estival donde no se precisa del uso de las torres por lo que no será necesario un faseado para prevenir esto.

Previamente a depositar cada torre en su bancada correspondiente se deberá replantear la posición de ésta para que quede correctamente emplazada. Además, se deberá comprobar la nivelación de las bancadas de tal manera que estén al mismo nivel evitando así problemas de rebose en las balsas de las torres.

El suministro de cada torre se hará en series de dos piezas de menos de 3000 kg de masa máxima. Se izarán las diferentes piezas mediante auto grúa instalada junto a la cara del edificio en la calle del Conde de Peñalver. El izado deberá realizarse en fin de semana y en horario nocturno minimizando así la afección del tráfico de vehículos. La auto grúa tipo a usar será una LIEBHERR modelo LTM 1300 TNZK con pluma telescópica y plumín lateral hidráulico la cual deberá salvar una distancia aproximada de 65 metros en horizontal y una altura aproximada de 45 metros para izar cada una de las dos piezas de las torres:



El tiempo estimado de montaje por cada torre incluyendo ensamblaje, conexiones a circuitos de agua provenientes de los turbocompresores, conexiones eléctricas a cuadros de protección y conexiones de equipos de campo a cuadros de control se estima en unos 2 días por cada torre. Los tiempos para pruebas de puesta en marcha se estiman en una semana, además de otra

semana para formación de personal técnico de mantenimiento del Hospital Universitario de la Princesa.

El diseño de las nuevas torres de refrigeración obedece las siguientes condiciones de diseño:

	Diseño
Caudal de agua en circulación	173,91 l/s
Temperatura de entrada de agua a la torre	35 °C
Temperatura de salida de agua de la torre	30°C
Temperatura de diseño de bulbo húmedo	23 °C
Cantidad de calor a disipar	3640,00 kW
Pérdidas por evaporación+arrastre	1,46 l/s
Pérdidas por purgas (RC=3)	0,73 l/s

Estas condiciones para la elección de la torre se han considerado más desfavorables que las indicadas en el apartado IT 1.2.4.1.3.4 del RITE para el valor de la temperatura húmeda en el centro de Madrid que corresponde al nivel percentil más exigente más 1 °C. Este valor de temperatura húmeda se selecciona del documento de *Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto* publicado por el IDAE (21,4 +1=22,4 °C) como se comprueba a continuación:

Provincia	Estación	Indicativo
Madrid	Madrid (Retiro)	3195

UBICACIÓN: AISLADO

Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
667	40°24'40"	03°40'41"W	87.600 (1998-2007)	(4) 14.600 (1998-2007)		

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-6,1	-0,8	0,3	8,9	69	35,6

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
38,6	34,8	21,4	33,6	21,1	32,2	20,7	13,9

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)
22,2	33,3	21,4	33,0	20,8	32,4

La potencia de disipación nominal de cada torre para las citadas condiciones técnicas se prevé sea de 3640,00 kW. Las enfriadoras existentes en el Hospital tipo agua-agua son de la marca DAIKIN, CARRIER y TRANE. Las necesidades de disipación de calor consultadas a los respectivos fabricantes de los modelos de enfriadoras para el salto térmico 35-30°C son las siguientes:

- DAIKIN: 1475,00 kW
- CARRIER: 2543,00 kW
- TRANE: 3516,30 kW

Por tanto, según el funcionamiento actual de la instalación facilitado por el personal de mantenimiento del Hospital se justifica la correcta elección de las nuevas torres de refrigeración.

ESTADOS	COMBINACIÓN	CUMPLIMIENTO
ESTADO 1	DAIKIN+TORRE1	OK
ESTADO 2	DAIKIN+TORRE2	OK
ESTADO 3	TRANE+TORRE 2	OK
ESTADO 4	DAIKIN+TORRE 2; CARRIER+TORRE 1	OK
ESTADO 5	DAIKIN+TORRE 1; TRANE+TORRE 2	OK
ESTADO 6	CARRIER+TORRE 1; TRANE+TORRE 2	OK
ESTADO 7	CARRIER+TORRE 1	OK

La selección holgada de la capacidad de la torre facilita en mayor medida la posibilidad de funcionamiento del ventilador a bajo régimen de velocidad, especialmente durante horas nocturnas, lo que además de reducir su consumo añade la ventaja de un funcionamiento más silencioso.

Por otro lado, los grupos de presión existentes en el hospital conformados cada uno por tres bombas tienen las siguientes características:

	CAUDAL (l/s)	ALTURA (m.c.a)
GRUPO 1	3x56,94=170,82	22
GRUPO 2	3x79,17=237,51	22

que serían caudales suficientes para la potencia de disipación del diseño de cada una de las torres.

Las nuevas torres seleccionadas son del tipo “circuito abierto” y tiro inducido (cumplimiento de la IT 1.2.4.1.3.4 apartado 5 del RITE). Los equipos de tiro inducido funcionan en depresión, es decir el ventilador, localizado en la parte superior de la torre, extrae aire del interior de la unidad que se renueva a través de aperturas localizadas en la parte baja de la misma.

Las torres de refrigeración cumplen con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis. Complementariamente y siempre que no contradiga a la legislación vigente en la materia cumplirán con lo dispuesto en el apartado 6.5.1 de la norma UNE 100030, en lo que se refiere a la distancia a tomas de aire y ventanas (cumplimiento de la IT 1.2.4.1.3.4 apartado 7 del RITE).

El proyecto incluye los amortiguadores para los apoyos de los equipos.

b. Tuberías y accesorios del circuito de condensación en cubierta

Una vez instaladas las torres de refrigeración se procederá al montaje de nuevos tramos de tuberías del circuito de condensación. Los nuevos tramos de tuberías serán de acero, y se conectarán en cubierta a las tuberías existentes de acero galvanizado, que discurren aguas abajo de los tramos verticales de bajada, al igual que en el caso de las tuberías de retorno. Las tuberías serán del mismo diámetro que las actuales.

Se vaciará el circuito de condensación en cubierta previo a su desmontaje. A continuación, se montarán las nuevas tuberías, colectores y accesorios de tal manera que encajen perfectamente las derivaciones de impulsión y retorno en las bridas de las tuberías existentes por un lado y en las bridas de conexión con las nuevas torres. Los colectores y tuberías irán soportados por estructuras de acero diseñadas para tal cometido.

Los diámetros de los nuevos tramos de tubería, fabricados en acero, serán los mismos que los actualmente instalados, dimensionados en función de los caudales máximos previstos, de acuerdo con las prestaciones de los grupos de presión existentes. Se garantizará que la velocidad del agua en el interior de las tuberías no supere los 2 m/s, con el objetivo de evitar ruidos, minimizar el desgaste en tuberías y accesorios, y reducir las pérdidas de carga en la instalación:

Diámetro nominal actual en acero galvanizado	Diámetro nominal acero galvanizado
12 “(300 mm)	12 “(300 mm)
10 “(250 mm)	10 “(250 mm)

Se proyectan por cada torre dos colectores en acero (impulsión y retorno) que dispondrán derivaciones hacia cada una de las conexiones de las torres con válvulas instaladas previamente a la entrada a estas. Las válvulas en la impulsión serán motorizadas y podrán monitorizarse y gestionarse desde el sistema de control de instalaciones. El colector de retorno dispondrá de un filtro ubicado previamente a una válvula de corte general. Los colectores dispondrán de una salida DN20 para purga del circuito, una salida DN50 en el punto más bajo junto a las nuevas válvulas de corte generales en los retornos para vaciado del circuito de retorno. Tanto el colector de impulsión como el de retorno dispondrán también salidas para acoplamiento de manómetro, termómetro y sonda para medición de temperatura del agua de entrada y salida de las torres.

2.4.2. Instalación de Fontanería

La acometida de agua del edificio se toma desde la red de suministro pública de Madrid. Actualmente existe una acometida a las torres de refrigeración existentes de diámetro 50mm de acero negro, para paliar las necesidades de agua en las balsas debido a las pérdidas por evaporación y purga. Se modificará la distribución de la acometida en la parte correspondiente a la nueva conexión de las nuevas torres de refrigeración ubicándose la actuación únicamente en la salida a planta. Se actuará por tanto en la derivación a cada una de las torres existentes, así como en las válvulas de purga y llenado de la instalación.

Se sustituirá la tubería de acero existentes para aporte de agua a torres por tuberías de PP-R de diámetro equivalente (entendiendo por diámetro equivalente el que aportaría una pérdida de carga igual o inferior a la tubería de acero galvanizado según la rugosidad interior para la tubería de polipropileno y para un mismo caudal), mediante la pieza adecuada de cambio de material. Se puede ver la nueva distribución en los planos correspondiente al estado proyectado de la Instalación de Fontanería.

Las tuberías de acero galvanizado que se sustituyen por tuberías de polipropileno copolímero random PP-R con fibra de vidrio tienen diámetros DN 50. El respectivo diámetro equivalente en PP-R sería DN 63, con SDR 11/Serie 5 aguantando una presión nominal de 10 bares.

Las nuevas tuberías de diámetros irán soportadas mediante abrazaderas isofónicas ancladas a los puentes previstos para la distribución de las tuberías.

2.4.3. Instalación de Saneamiento

Se montarán nuevas tuberías en PVC para conducir el desagüe de las torres además del agua de rebose hasta los sumideros existentes en cubierta habilitados para ello. Cada conexión de las impulsiones del agua de condensación a las torres dispone de una válvula manual para el agua de purga de la torre. Se conectarán tuberías en acero, a estas válvulas que se unirán en una sola tubería la cual terminará en una válvula motorizada antes de unirse a la tubería de PVC que acaba en el sumidero. Se contempla conservar el actuador existente para la válvula de purga actual de tal manera que sirva de actuador para la nueva válvula de purga motorizada.

Las tuberías de PVC irán canalizadas mediante abrazaderas acopladas a la bancada de las torres hasta el final de la bancada donde bajarán al piso para llegar hasta el sumidero de cubierta.

2.4.4. Instalación Eléctrica

Las protecciones eléctricas para los circuitos de alimentación a las torres actuales se ubican en planta -2 en los cuadros de nomenclatura C/E 8/11 y C/E 8/10 aguas abajo del trafo 6.

Para dar servicio a las nuevas torres se propone tras la retirada de la aparamenta existente en los cuadros de planta -2, la instalación de una protección tanto magnetotérmica como diferencial y un contador para contabilización de consumos en el cuadro C/E 8/11 en planta -2. De ahí se derivará una acometida canalizada por bandeja perforada que discurrirá por un pasillo en planta -2 hasta el patio y subirá bajo tubo a la planta 10 donde alimentará a un nuevo subcuadro de mando y protección. De este subcuadro, saldrán los circuitos de alimentación a los motores de los ventiladores de las torres. Además, se plantean circuitos de alimentación a las nuevas válvulas motorizadas en las derivaciones del agua de impulsión a cada una de las celdas de ambas torres. Por último, el cuadro albergará protecciones para circuitos auxiliares, para un nuevo PLC de control, tomas de corriente auxiliares en el propio cuadro, ventiladores para mantener el cuadro a una temperatura ambiente y un circuito de maniobra que servirá para dar orden de marcha/paro a los nuevos variadores de frecuencia para las torres y a los contactores que controlarán las válvulas motorizadas o las resistencias de caldeo.

Todas las protecciones eléctricas incluyen contactos auxiliares para poder señalizar el estado o disparo a un nuevo PLC.

2.4.5. Control de Instalaciones

a. Control de la nueva Instalación

En la actualidad se controla el funcionamiento de las torres mediante dos sondas instaladas en las impulsiones de los grupos de presión. Previamente, manualmente se abren las distintas válvulas del circuito de condensación.

Se propone la instalación de un nuevo armario de control de alto grado IP para su montaje en intemperie junto al nuevo subcuadro eléctrico de las nuevas torres que albergará un nuevo equipo PLC con módulos de entradas digitales, salidas digitales, entradas analógicas y salidas analógicas diseñado a partir del listado de señales que se expone unas líneas más adelante y con un margen del 20 % para añadir futuras señales. El PLC comunicará vía bus con los PLCs existentes en el HOSPITAL para control y gestión de la producción de frío en planta -2 y así recibir órdenes de éstos para funcionamiento de las torres o las diferentes válvulas motorizadas. Todas las nuevas señales se integrarán en los sistemas de gestión BMS del HOSPITAL desarrollando la ingeniería y programación de las imágenes y ficheros para el puesto central del sistema de gestión centralizada del edificio.

El proyecto incluye el conexionado a los módulos de entrada/salida de las diferentes señales procedentes de sondas o elementos de campo, además de la programación posterior del PLC para el correcto funcionamiento. Se propone la programación a partir de las siguientes premisas:

- Recepción vía bus de comunicación desde el sistema de gestión existente en el HOSPITAL de orden de apertura de válvulas de dos vías motorizadas instaladas en las tomas de impulsión de las torres.
- Orden de arranque de variadores que controlan los ventiladores de las torres (6 ventiladores en total de 7,5 kW)
- Control de la velocidad de cada uno de los ventiladores en función de la temperatura del agua que retorna a la enfriadora de agua desde la torre como medida de ahorro energético.
- En caso de funcionamiento a carga parcial:
 - arranque de ventiladores según horas de funcionamiento.
 - Cierre de válvulas de dos vías en caso de superar la t^a de agua consignada como medida de ahorro energético y paro de ventiladores.
- En modo invierno, activación de resistencias de las balsas de agua para caldeo de éstas a partir de señal recibida de termostato.

- Paro de la instalación (torres, bombas y producción de frío) en caso de nivel de agua bajo en balsa.
- Medición del calor disipado en las torres.
- Recepción de señales de estado y defecto provenientes de aparamenta eléctrica.
- Ante señal de defecto o bajada de interruptor de protección de circuito de ventilador, cierre de la válvula de agua que da servicio a la celda del ventilador con defecto, apertura de válvula de agua que da servicio a la celda de un ventilador sin defecto y con menos horas de funcionamiento y activación de dicho ventilador.
- Ante señal de paro de emergencia, paro total de la instalación.

El cuadro eléctrico incluye selectores en los circuitos eléctricos de los variadores, las resistencias de caldeo y las válvulas motorizadas de tal manera que la maniobra de éstas pueda ser automática a partir de ordenes transmitidas por el PLC o manual a partir de órdenes del operario.

Este funcionamiento se trata de una propuesta a revisar por la Dirección Facultativa con el Hospital de cara a incluir alguna otra señal o modo de funcionamiento. En ningún caso se alterará el funcionamiento actual de la climatización del Hospital.

	EA	SA	ED	SD
SONDA TEMPERATURA IMPULSIÓN TORRE 1	X			
SONDA TEMPERATURA IMPULSIÓN TORRE 2	X			
SONDA TEMPERATURA BALSA 1	X			
SONDA TEMPERATURA BALSA 2	X			
SONDA DE NIVEL BAJO EN BALSA 1			X	
SONDA DE NIVEL BAJO EN BALSA 2			X	
CONTROL VARIADOR 1		X		
CONTROL VARIADOR 2		X		
CONTROL VARIADOR 3		X		
CONTROL VARIADOR 4		X		
CONTROL VARIADOR 5		X		
CONTROL VARIADOR 6		X		
SEÑAL PARO EMERGENCIA TORRES			X	
ALARMA VARIADOR 1			X	
ALARMA VARIADOR 2			X	
ALARMA VARIADOR 3			X	
ALARMA VARIADOR 4			X	
ALARMA VARIADOR 5			X	
ALARMA VARIADOR 6			X	
ESTADO INTERRUPTOR DE CABECERA			X	
DEFECTO INTERRUPTOR DE CABECERA			X	
ALGÚN MAGNETOTÉRMICO DISPARADO			X	
ESTADO SELECTOR EN MANUAL VARIADOR 1			X	
ESTADO SELECTOR EN AUTO VARIADOR 1			X	
ESTADO SELECTOR EN MANUAL VARIADOR 2			X	
ESTADO SELECTOR EN AUTO VARIADOR 2			X	
ESTADO SELECTOR EN MANUAL VARIADOR 3			X	
ESTADO SELECTOR EN AUTO VARIADOR 3			X	
ESTADO SELECTOR EN MANUAL VARIADOR 4			X	

ESTADO SELECTOR EN AUTO VARIADOR 4			X	
ESTADO SELECTOR EN MANUAL VARIADOR 5			X	
ESTADO SELECTOR EN AUTO VARIADOR 5			X	
ESTADO SELECTOR EN MANUAL VARIADOR 6			X	
ESTADO SELECTOR EN AUTO VARIADOR 6				
ORDEN DE APERTURA VÁLVULA 1				X
ORDEN DE APERTURA VÁLVULA 2				X
ORDEN DE APERTURA VÁLVULA 3				X
ORDEN DE APERTURA VÁLVULA 4				X
ORDEN DE APERTURA VÁLVULA 5				X
ORDEN DE APERTURA VÁLVULA 6				X
ESTADO CONTACTOR VALVULA 1			X	
ESTADO CONTACTOR VALVULA 2			X	
ESTADO CONTACTOR VALVULA 3			X	
ESTADO CONTACTOR VALVULA 4			X	
ESTADO CONTACTOR VALVULA 5			X	
ESTADO CONTACTOR VALVULA 6			X	
ESTADO SELECTOR MANUAL VÁLVULA 1			X	
ESTADO SELECTOR AUTO VÁLVULA 1			X	
ESTADO SELECTOR MANUAL VÁLVULA 2			X	
ESTADO SELECTOR AUTO VÁLVULA 2			X	
ESTADO SELECTOR MANUAL VÁLVULA 3			X	
ESTADO SELECTOR AUTO VÁLVULA 3			X	
ESTADO SELECTOR MANUAL VÁLVULA 4			X	
ESTADO SELECTOR AUTO VÁLVULA 4			X	
ESTADO SELECTOR MANUAL VÁLVULA 5			X	
ESTADO SELECTOR AUTO VÁLVULA 5			X	
ESTADO SELECTOR MANUAL VÁLVULA 6			X	
ESTADO SELECTOR AUTO VÁLVULA 6			X	
ESTADO SELECTOR MANUAL RESISTENCIAS TORRE 1			X	
ESTADO SELECTOR AUTO RESISTENCIAS TORRE 1			X	
ESTADO SELECTOR MANUAL RESISTENCIAS TORRE 2			X	
ESTADO SELECTOR AUTO RESISTENCIAS TORRE 2			X	
SEÑAL TERMOSTATO RESISTENCIA 1.1			X	
SEÑAL TERMOSTATO RESISTENCIA 1.2			X	
SEÑAL TERMOSTATO RESISTENCIA 1.3			X	
SEÑAL TERMOSTATO RESISTENCIA 1.4			X	
SEÑAL TERMOSTATO RESISTENCIA 1.5			X	
SEÑAL TERMOSTATO RESISTENCIA 1.6			X	
ESTADO CONTACTOR RESISTENCIAS TORRE 1			X	
ESTADO CONTACTOR RESISTENCIAS TORRE 2			X	
ORDEN ENCENDIDO RESISTENCIAS TORRE 1				X
ORDEN ENCENDIDO RESISTENCIAS TORRE 2				X
TOTAL	2	6	53	8

*EA: Entrada Analógica; SA: Salida Analógica; ED: Entrada Digital; SD: Salida Digital

b. Control de la legionela

Actualmente se tiene control sobre la conductividad y temperatura del agua de las balsas de las dos torres a partir de un controlador que recibe datos de una sonda en continuo. El controlador maniobra el accionamiento de los actuadores para la válvula de purga de cara a conservar las condiciones de conductividad consignadas.

Además, se hace una dosificación por choque químico de biocida y de antiincrustante de manera automática programada y se lleva un registro diario de los parámetros para controlar la legionela.

En consenso con el personal del Hospital y revisando los cambios en la normativa vigente para el control de la legionelosis, se propone mantener el actual sistema conservando los equipos existentes y siguiendo con el control manual diario de los parámetros. En las diferentes conexiones de impulsión de agua a cada una de las celdas, las nuevas torres disponen de una derivación con válvula de corte incluida para conexión de las tuberías para purgar el agua del circuito. Estas tuberías se unirán en una válvula con el actuador existente que se conserva maniobrado por el actual controlador que también se recuperará.

Además, se hacen las siguientes recomendaciones para el mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en condiciones normales de operación en una torre o condensador evaporativo se deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Control de incrustaciones. Se dispone actualmente de tratamiento antiincrustante para las torres existentes mediante dosificación de antiincrustante.
- Control de crecimiento de algas. Esto se puede conseguir mediante la minimización de la incidencia de la luz solar y mediante la limpieza periódica de las superficies interiores.
- Control de biocapa y crecimiento de microorganismos. Puede eliminarse mediante el uso de detergentes o biodispersantes.
- Control de la corrosión. Para evitar este fenómeno, frecuentemente se pueden dosificar productos que crean una película protectora sobre las superficies metálicas, como por ejemplo, poliaminas, fosfatos de zinc, silicatos, molibdatos, etc.
- Control de sólidos disueltos en el agua (conductividad): El medio más recomendable, es el utilizado actualmente mediante una sonda conductimétrica que comande a su vez una válvula de purga automática.
- Control de sólidos en suspensión (turbidez): El control de este fenómeno, se hace de forma indirecta al diluir con agua nueva la balsa de la torre, y por otra parte retirando físicamente las partículas en suspensión mediante sistemas de filtración, de arena u otros medios similares como filtros de tipo ciclón.

Según el nuevo RD 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis, la frecuencia mínima de muestreo del agua será la siguiente:

	Legionella spp. (UFC/L)	Aerobios (UFC/ml)	pH (1) (2)	Temperatura (°C)(2)	Turbidez (UNF)(2)	Biocida (3)	Hierro total (mg/L)	Conductividad
Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.	Mensual.	Trimestral.	Diario.	Diario.	Semanal.	Diario. en su caso, con lectura automática en continuo.	Mensual.	Mensual.

(1) En función del biocida.

(2) En el caso del pH, temperatura y turbidez se podrá controlar *in situ* preferentemente con lectura automática en continuo.

(3) En el caso de utilización de tratamientos de desinfección físicos se debe sustituir el control del biocida por los controles que aseguren el correcto funcionamiento del sistema de desinfección.

Además, se deberá realizar una determinación de Legionella spp. en muestras de puntos representativos de la instalación como mínimo 15-30 días después de la realización del tratamiento de limpieza y desinfección.

Cuando el tiempo de parada de la instalación supere la vida media del biocida empleado y aunque no la supere, no haya habido recirculación del agua con el biocida en 24 horas, se comprobará el nivel del biocida y la calidad microbiológica (*Legionella* spp y aerobios totales) del agua antes de su puesta en funcionamiento. En caso necesario se debe hacer una limpieza más desinfección de la instalación.

Las muestras se tomarán en al menos uno de los siguientes puntos por orden de preferencia:

- En la tubería del circuito de retorno
- En el depósito o la balsa de agua, en el punto más alejado del aporte, así como de la inyección de biocida

En cuanto a la calidad del agua deben cumplir en cuanto los parámetros indicados en la siguiente tabla:

Tipo de instalación	Aerobios (UFC/ml) (1)	pH (2)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNF)	Hierro Total (mg/L)	Conductividad
Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.	100.000	Variable en función del biocida.	–	<15	<2	(3)

(1) Método de análisis: Norma UNE-EN ISO 6222:1999 Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables: Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar.

(2) Cuando la efectividad del desinfectante dependa del pH.

(3) Debe estar comprendida entre los límites que permitan la composición del agua (dureza, alcalinidad, sulfatos y otros) de tal forma que no se produzcan fenómenos de incrustación y corrosión.

Por último, la revisión de todas las partes de una instalación para comprobar su buen funcionamiento se realizará con la siguiente periodicidad:

Elementos de la instalación		Periodicidad
Bandeja: Debe comprobarse que no presenta suciedad general, algas, lodos, corrosión, o incrustaciones. El agua debe estar clara y limpia.		MENSUAL
Relleno: Debe verificarse la ausencia de restos de suciedad, algas, lodos, etc. Asimismo, debe comprobarse su integridad.		SEMESTRAL
Tuberías y condensador: Para facilitar la inspección conviene disponer de algún punto desmontable que permita revisar las superficies interiores al menos en un punto como representación del conjunto de las tuberías.		SEMESTRAL
Separador de gotas: No debe presentar restos de suciedad, algas o lodos y debe estar correctamente colocado sobre el marco soporte. Dada su importancia, se asegurará su correcta instalación e integridad después de cada limpieza y desinfección.		MÍNIMO ANUAL (recomendado Semestral)
Filtros y otros equipos de tratamiento del agua: Revisar que se encuentran correctamente instalados y en buenas condiciones higiénicas.	Filtro aporte	SEMESTRAL
	Filtro recirculación	MENSUAL
	Otros equipos	MENSUAL
Exterior de la unidad: No debe sufrir corrosión y debe presentar integridad estructural.		ANUAL

El nuevo RD614/2024 introducen requisitos operativos y de procedimiento que deben ser implementados:

Acreditación de la Toma de Muestras de *Legionella* spp.:

- El RD 614/2024 establece que la toma de muestras para el análisis de *Legionella spp.* debe ser realizada **exclusivamente por entidades acreditadas** según la norma UNE-EN-ISO/IEC 17025:2017.

Notificación de Resultados de *Legionella spp.*:

- El RD 614/2024 introduce la obligación de notificar los resultados analíticos de *Legionella spp.* en el **Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo**.

Actualización del Plan de Prevención y Control de Legionella (PPCL) o Plan Sanitario frente a Legionella (PSL):

- Todos los PPCL y PSL existentes deben ser actualizados para incorporar las modificaciones del RD 614/2024 **antes del 1 de julio de 2025**.

2.4.6. Instalación de Voz y Datos

De acuerdo con las necesidades de integración de nuevos dispositivos eléctricos y de control en el sistema de gestión del Hospital, será necesario comunicar estos dispositivos con las redes existentes.

El nuevo PLC necesitará comunicarse con los PLCs existentes en planta -2 para producción de frío. Para ello del PLC saldrá un latiguillo UTP de cat 6 que se conectará a un convertidor de cobre a fibra instalado en el propio armario de control. De este convertidor saldrá la fibra que discurrirá por la cubierta de la planta 10, bajará a la planta 9 y discurrirá por esta sobre bandeja hasta un patinillo ubicado junto al ascensor 11, por donde bajará hasta la planta -2 para después ser canalizado hasta otro convertidor instalado junto al armario de control de la producción de frío y así mediante latiguillo UTP de cat 6 conectarse al conmutador/switch existente en el citado armario. Estas conexiones deberán ser correctamente certificadas.

2.5 EQUIPAMIENTO

2.5.1. Instalación de climatización

a. Características de las Torres de Refrigeración escogidas

Características Técnicas y Constructivas por Unidad:

- **Envolvente Exterior:** Formada por piezas moldeadas en resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio (PRFV), fijadas a una robusta estructura de acero galvanizado en caliente con tornillería de acero inoxidable.
- **Acabado:** Exterior con Gel-Coat o equivalente aprobado por D.F, inalterable a la intemperie, e interior con Top-Coat o equivalente aprobado por D.F impermeabilizante.
- **Bandeja de Recogida de Agua:** Construida íntegramente en PRFV en una sola pieza moldeada, sin empalmes atornillados, garantizando estanqueidad absoluta. La bandeja tiene pendiente hacia el desagüe para facilitar las limpiezas periódicas.
- **Rejas de Entrada de Aire:** Compuestas por láminas de PVC de 3 mm de espesor, engarzadas para permitir la entrada de aire e impedir salpicaduras al exterior.
- **Relleno de Intercambio:** Tipo laminar, fabricado con láminas de PVC moldeadas al vacío y encoladas, formando canales cruzados para aumentar la turbulencia de aire y agua y

favorecer el efecto evaporador. El material PVC es autoextinguible y resistente a la corrosión o ataque biológico.

- Temperatura Límite del Relleno: 55°C. (Para temperaturas superiores, se requiere relleno especial bajo demanda).
- **Sección de Ventilación:** Moldeada en PRFV, con ventilador de tipo axial en aspiración. El ventilador está fabricado en resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio, inalterable a la intemperie y a los ataques químicos. Es una pieza única con un núcleo y palas de perfil aerodinámico especial para bajo nivel de ruido y altas prestaciones a baja velocidad.
 - Los ventiladores están separados por diafragmas que permiten el funcionamiento parcial.
 - Cada sección del ventilador tiene una puerta de inspección y acceso a los separadores de gotas.
 - El ventilador está acoplado directamente al eje de un motorreductor, eliminando riesgos y mantenimiento de la transmisión.
 - Rejas de protección de los ventiladores de acero galvanizado en caliente.
- **Datos del Ventilador:**
 - Número de Ventiladores: 3
 - Diámetro: 1700 mm
 - Caudal de Aire: 69.90 m³/s
 - Potencia Absoluta por Ventilador: 6.5 kW
 - Número de Celdas: 3
 - Régimen de Funcionamiento: 100%
 - Nivel de Presión Sonora a 15 m: 52 dB(A)
 - Nivel de Potencia Sonora: 87 dB(A)
- **Motorreductor:** Compuesto por motor eléctrico trifásico tipo Q (IC418) con protección IPW55 (EN-60034-5) , resistencia calefactora para evitar condensaciones y reductor coaxial de cárter monobloc para una alineación exacta de los ejes, mayor vida útil y menor ruido.
 - Componentes de desgaste (ruedas dentadas, rodamientos y ejes) giran en baño de aceite.
 - Piñones de acero de alta aleación con dentado templado por cementación.
 - Caja de bornes externalizada.
 - Vaciado, reposición y control visual del aceite externos para facilitar el mantenimiento.
- **Datos del Motor:**
 - Número y Potencia de Motores: 3×7.5 kW

- Número de Polos del Motor: 8
- Voltaje: 400 V
- Clase de Aislamiento: F
- Frecuencia: 50 Hz
- Eficiencia Energética (IEC 60034-2-1:2007): IE3
- Resistencia Calefactora Monofásica: 220 V
- Potencia Resistencia Calefactora: 50 W
- **Sistema de Distribución de Agua:** Colector principal en acero galvanizado por inmersión en zinc fundido post-construcción, con brazos laterales en tubo de PVC (PP para altas temperaturas).
- **Boquillas Rociadoras:** Tipo centrífugo, de goma, con orificio de salida de diámetro mínimo 15 mm.
- **Datos del Sistema de Agua:**
 - Volumen de Agua en la Bandeja: 4675 l
 - Límite de Presión Válvula de Flotador: 1 a 5 bar
 - Número de Boquillas Rociadoras: 210
 - Tipo de Boquilla: 20C
 - Consumo de Agua por Evaporación + Arrastre: 1.46 l/s
 - Consumo de Agua por Purga (RC=3): 0.73 l/s
 - Presión Colector Entrada: 31.5 kPa
- **Separador de Gotas:** Láminas de PVC estampadas al vacío con un perfil especial que fuerza al aire a cuatro cambios de sentido, con una capacidad de retención superior al 0.001% del agua en recirculación.

Conexiones:

- 1. Entrada Agua: DN 150 PN 10
- 2. Salida Agua: DN 200 PN 10
- 3. Reposición: 2" roscada
- 4. Rebosadero: 3" roscada
- 5. Desagüe: 2" roscada
- 6. Válvula de Purga: 1 1/4" roscada
- 7. Caja Conexiones Eléctricas Motor

b. Características de los nuevos colectores y tuberías

Tubo de **acero al carbono** (acero negro) **sin soldadura**, de diámetros y espesor según la tabla adjunta o especificaciones de diseño. Fabricado mediante procesos de **estirado en caliente o en frío**, garantizando una estructura uniforme y propiedades mecánicas óptimas.

Cumple con las especificaciones de la norma **ASTM A53/A53M** para tuberías de acero, negra y galvanizada, soldada y sin soldadura, o **ASTM A106/A106M** para tuberías de acero al carbono sin soldadura para servicio a alta temperatura y alta presión. Certificado bajo los requisitos de **ASME B36.10M** para dimensiones de tuberías de acero forjado y soldada, asegurando compatibilidad dimensional y de diseño.

Las tuberías tendrán las siguientes características físico químicas y mecánicas:

- Densidad: Aproximadamente entre 7.800 y 8.000 kg/m³ (alrededor de 7.9 g/cm³).
- Punto de fusión: Generalmente oscila entre 1.425 °C y 1.540 °C (2600 - 2800 °F).
- Conductividad térmica: Presenta una buena conductividad térmica, típicamente entre 50 y 60 W/m-K, lo que lo hace eficiente para la transferencia de calor.
- Resistividad eléctrica: Baja, lo que indica que es un buen conductor de la electricidad.
- Coeficiente de dilatación térmica: Similar al del acero inoxidable, con rangos de 11 - 13 x 10⁻⁶/K, lo que implica una expansión controlada con los cambios de temperatura.
- Estructura uniforme: Al ser sin soldadura, posee una estructura homogénea tanto interna como externamente, lo que le confiere una mayor integridad estructural y resistencia a la fatiga.

2.5.2. Instalación Eléctrica

a. Subcuadro Eléctrico

3 Armarios de Poliéster cerrado de dimensiones 2000x750x420 y grado IP65 color gris y dos puertas conteniendo la siguiente aparamenta y dispositivos:

1 unidad	INS160 4P 160 A - SWITCH DISCONNECTOR
1 unidad	iPRD 65r 65 KA 350V 3P+N
1 unidad	PM3255 CL 0.5S, THD, alarm 2ED/2SD y Mod
3 unidad	TI 250/5A TIPO CC CABLE 21MM
1 unidad	STI 3P+N 400V
1 unidad	iC60H 4P 50A C
1 unidad	Acti9 A9A iSD-OF t&b wiring 2-100mA aux
6 unidad	iC60N 4P 32A C
29 unidad	Acti9 A9A iOF/SD+OF t&b wire 0.1-6A aux
2 unidad	iC60N 2P 10A C
2 unidad	iC60N 4P 10A C
4 unidad	iC60N 2P 16A C
6 unidad	iID 2P 25A 30mA AC
2 unidad	iID 4P 40A 30mA AC
6 unidad	iID 4P 40A 300mA-S A-SI

2 unidad	CONTACTOR MODULAR ICT 16A 2NA 230 VCA
6 unidad	DISYUNT MAGNETOTERM 1,6-2,5A 50/60HZ
6 unidad	CONT SEÑALIZAC DEF +CONT AUX
6 unidad	RELE EMISION TENSION 220/240V 50HZ P/GV2
6 unidad	RH99M 220a240Vca 50/60/400Hz
6 unidad	TOROS TA30
6 unidad	CONT 9A 1NA 1NC 230V 50 60HZ
14 unidad	SELECTOR 2POS.NA MAN.CORTA
6 unidad	Altivar 630 7,5 Kw 400/480V TRI
8 unidad	PULS.LUM.LED 230V NA+NC ROJO
8 unidad	PULS.LUM.LED 230V NA+NC VERDE
1 unidad	PULS. SETA PARADA EMERG.C/FRAUDES
1 unidad	iC60N 4P 16A C
6 unidad	FILTRO PASIVO 14A 400V THDI=16%
12 unidad	RELÉ MINIATURA 6A 4NANC 12VDC

b. FILTRO PASIVO 14A 400V THDI=16% (ver desglose Subcuadro Eléctrico)

Filtro pasivo, 15A, 400 V, 50 Hz, para variador de velocidad. Tipo de producto o componente: filtro pasivo - aplicación específica de producto: reducción de armónicos de corriente. Beneficios: - Excelente rendimiento para cualquier tipo de motor, Control total de cualquier tipo de Acoplamiento en aplicaciones maestro/esclavo, Los servicios de red ayudan a garantizar la continuidad operativa incluso en caso de fallo de conexión, El servidor web y el registro de datos ayudan a reducir los periodos de inactividad a través del diagnóstico rápido y el mantenimiento preventivo

2.5.3. Control de Instalaciones

a. Armario de Control

Cuadros de control grado IP65 para instalación en intemperie, incluyendo placa, Transformador, automático, enchufe, bornas portafusibles, borna a tierra, canaletas, carril y accesorios de montaje. Incluye los siguientes dispositivos:

Cantidad	Dispositivo
1	Controlador IQ4e con 96 puntos de control con alimentación a 230V (10 entradas universales y 6 salidas analógicas)
1	Módulo de 8 salidas digitales
3	Módulo de 16 entradas digitales
1	Módulo de 8 entradas digitales
1	Módulo de 4 salidas digitales
1	Módulo de 4 entradas universales o salidas analógicas

1	Fuente de alimentación a 24Vdc para montaje en cuadro en carril DIN con 2,5A
6	Actuador a tres puntos M6420A de 600N, 20 mm de carrera, 60s de ciclo, ajuste manual y alimentación a 24V
6	Válvula de 2 vías PN16 con DN=50, Kv=40 y vástago de 20 mm
4	Sensor Temperatura Inmersión ó conducto con un vástago 6mm con vaina de 150mm.

b. Resistencias de caldeo

Instaladas en la bandeja de recogida de agua, manteniéndola a +5°C cuando la temperatura ambiente es de -10°C o -20 °C. El conjunto suministrado, con caja de conexiones hermética, en fundición de aluminio, protección IP 65 y una caja igualmente hermética, conteniendo en su interior un termostato para accionamiento de la resistencia y un controlador electrónico de nivel que impide la conexión de la resistencia cuando el nivel de agua no cubre por completo la resistencia.

c. Variador de frecuencia Altivar 630 7,5 Kw 400/480V TRI (ver desglose Subcuadro Eléctrico)

Variador de velocidad ATV630 para aplicaciones de fluidos y gases, buses de comunicación integrados MODBUS RTU y ETHERNET (MODBUS/TCP), como opción Profibus, EtherNet IP, DeviceNet, entre otros. Variador con protección IP21 de potencia 7,5kW/5,5kW en CN y CP con alimentación Trifásica de 480 volts con terminal gráfico incluido. THDi<48% al 80% de carga, función STOP/GO, gráficas tendencia de consumo, data logger, reloj en tiempo real, seguimiento del punto BEP curva de la bomba y web server integrado.

3. JUSTIFICACION DE NORMATIVA

a. *Normativa de aplicación*

El presente proyecto cumple con todas las Disposiciones legales y Normativa técnica vigente aplicables en la fecha de redacción del Proyecto, como nota general, la actuación a realizar se centra en la sustitución de las torres de refrigeración, de forma que la justificación de los apartados se centra en el cumplimiento del RD 314/2006 en la parte correspondiente a la actuación de esta intervención:

- Real Decreto 314/2006 de 17/03/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Este documento está actualizado con Modificaciones conforme al Real Decreto 450/2022, de 14 de junio (BOE 15/06/2022)
- Corrección, de errores y erratas de la Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación, aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.
- 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.
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) incluyendo las modificaciones y correcciones que sufre el reglamento hasta 2021.
- REBT-2002: Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60947-2: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrecargas.
- UNE-EN 60909-0: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Cálculo de corrientes.
- UNE-IEC/TR 60909-2: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Datos de equipos eléctricos para el cálculo de corrientes de cortocircuito.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **R.D. 865/2003, de 4 de julio**, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis (BOE 171 de 18/7/2003)³².
- **UNE 100 030 IN**
- Prevención de la Legionela en instalaciones de edificios.
- **Guía (Standard) 12-2000 de ASHRAE** Minimizando el riesgo de legionela asociado a las instalaciones de agua del edificio.

- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de prevención de Riesgos Laborales. (BOE 269 de 10/11/1995).
 - **R.D. 664/1997, de 12 de mayo**, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (BOE 124 de 24/5/1997).
 - **R.D. 773/1997, de 30 de mayo**, Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativa a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. (BOE 140 de 12/6/1997).
 - **R.D. 374/2001, de 6 de abril**, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. (BOE 104 de 1/5/2001).
 - **Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero**, por la que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones objeto del Real Decreto 909/2001, de 27 de julio. (BOE 44 de 20/2/2003)³².
- Reglamentos afines en distintas Comunidades Autónomas:
- Comunidad de Madrid
 - **Orden 1187/1998, de 11 de junio**, por la que se regulan los criterios higiénico-sanitarios que deben reunir los aparatos de transferencia de masa de agua en corriente de aire y aparatos de humectación para la prevención de la Legionelosis. (BOCM 144 de 19/6/1998).

b. Justificación de normativa

b.i. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

Según la actualización de la HE – Ahorro de Energía en diciembre del año 2019, en su punto IV “Criterios de aplicación en edificios existentes”, señala tres criterios a la hora de justificar este documento básico, estos son:

- o Criterio 1: no empeoramiento
- o Criterio 2: flexibilidad
- o Criterio 3: reparación de daños

El criterio empleado en este proyecto ha sido el 1, no empeoramiento, ya que las actuaciones a realizar van a mejorar significativamente el consumo de energía.

Exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

La actuación a realizar no es de aplicación esta limitación ya que el edificio es existente y no se actúa en la envolvente térmica del edificio.

Exigencia básica HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

No es de aplicación el cumplimiento de la exigencia básica HE1 en el alcance de este proyecto, ya que no se realiza ninguna actuación en la envolvente térmica del edificio.

Exigencia básica HE 2: Condiciones de las instalaciones térmicas

Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida a continuación.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA IT 1. DISEÑO Y DIMENSIONADO

IT 1.1 EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

- a) Cumplimiento de la exigencia de calidad térmica del ambiente del apartado 1.1.4.1.
No aplica, el alcance del proyecto no modifica los parámetros que definen el bienestar térmico
- b) Cumplimiento de la exigencia de calidad de aire interior del apartado 1.1.4.2.
No aplica, el alcance del proyecto no modifica los parámetros que definen la calidad de aire interior.
- c) Cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.1.4.3
No aplica, el alcance del proyecto no modifica el ámbito de aplicación del apartado.
- d) Cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.1.4.4
Se justifica a continuación el documento DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación.

IT 1.2 EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES Y RESIDUALES.

- a) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío de la IT 1.2.4.1.

IT 1.2.4.1.3.4 Maquinaria frigorífica enfriada por agua o condensador evaporativo:

1. *Las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos se dimensionarán para el valor de la temperatura húmeda que corresponde al nivel percentil más exigente más 1 ° C.*
2. *Se seleccionará el diferencial de acercamiento y el salto de temperatura del agua para optimizar el dimensionamiento de los equipos, considerando la incidencia de tales parámetros en el consumo energético del sistema.*
3. *Al disminuir la temperatura de bulbo húmedo y/o la carga térmica se hará disminuir el nivel térmico del agua de condensación hasta el valor mínimo recomendado por el fabricante del equipo frigorífico, variando la velocidad de rotación de los ventiladores, por escalones o con continuidad, o el número de los mismos en funcionamiento.*
4. *El agua del circuito de condensación se protegerá de manera adecuada contra las heladas.*
5. *Las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos se seleccionarán con ventiladores de bajo consumo, preferentemente de tiro inducido.*
6. *Se recomienda diseñar un desacoplamiento hidráulico entre los equipos refrigeradores del agua de condensación y los condensadores de las máquinas frigoríficas*
7. *Las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos cumplirán con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis.*

Complementariamente y siempre que no contradiga a la legislación vigente en la materia cumplirán con lo dispuesto en el apartado 6.5.1 de la norma UNE 100030, en lo que se refiere a la distancia a tomas de aire y ventanas.

Justificación

Las torres de refrigeración proyectadas cumplen con lo establecido en esta IT del RITE.

El diseño y dimensionado se basan en la citada IT.

Su diseño se ha basado en condiciones más restrictivas que las que dicta en el punto 1 (ver subapartado 2.4.1 *Instalación de climatización*)

b) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío de la IT 1.2.4.2.

IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos

IT 1.2.4.2.1 Aislamiento térmico de redes de tuberías.

IT 1.2.4.2.1.1 Generalidades.

1. Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan:

a) fluidos refrigerados con temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurren;

b) fluidos con temperatura mayor que 40 °C cuando estén instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiendo excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

Justificación

Las tuberías del circuito de condensación que llega al intercambiador de las torres no incluyen aislamiento térmico.

c) Cumplimiento de la exigencia eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas de la IT 1.2.4.3.

Para el control de la temperatura de condensación de la máquina frigorífica se seguirán los criterios indicados en los apartados 1.2.4.1.3 para máquinas enfriadas por aire y para máquinas enfriadas por agua, mencionado anteriormente.

d) Cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos de la IT 1.2.4.4.

IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos.

Toda instalación térmica que dé servicio a más de un usuario dispondrá de algún sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes a cada servicio (calor, frío y agua caliente sanitaria) entre los diferentes usuarios, en el caso del agua caliente sanitaria deberá ser un contador individual. El sistema previsto, instalado en el tramo de acometida a cada unidad de consumo, permitirá regular y medir los consumos, así como interrumpir los servicios desde el exterior de los locales.

Las instalaciones térmicas que suministren calefacción o refrigeración a un edificio a partir de una instalación centralizada que abastezca a varios consumidores y a los titulares que reciben dicho suministro desde una red de calefacción o refrigeración urbana, definidas en el apéndice 1 de este Reglamento, cuando dichas instalaciones térmicas no dispongan de un sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes a cada servicio (calor y frío) entre los diferentes consumidores, deberán cumplir con las obligaciones establecidas en la normativa que regule la contabilización de consumos individuales en instalaciones de edificios.

Los clientes finales de los edificios abastecidos a partir de una red urbana de calefacción, refrigeración o agua caliente sanitaria recibirán, por parte del titular de la red, contadores individuales, de precio razonable y asequible de acuerdo con los estándares del mercado, que reflejen con precisión su consumo real de energía.

Cuando se suministren calefacción, refrigeración o agua caliente sanitaria a un edificio a partir de una fuente central que abastezca varios edificios o de una red urbana de calefacción o refrigeración, se instalará un contador en el intercambiador de calor o punto de entrega.

En las instalaciones todo aire, o de caudal de refrigerante variable, el sistema para el control de consumos por usuario será definido por el proyectista o el redactor de la memoria técnica en el propio proyecto, o en la memoria técnica de la instalación.

Las instalaciones solares de más de 14 kW de potencia nominal, destinadas a dar cumplimiento a lo establecido en la sección HE4 del Código Técnico de la Edificación dispondrán de un sistema de medida de la energía final suministrada, con objeto de poder verificar el programa de gestión energética y las inspecciones periódicas de eficiencia energética especificados en la IT 3.4.3 y en la IT 4.2.1.

En el caso de instalaciones solares con acumulación solar distribuida será suficiente la contabilización de la energía solar de forma centralizada en el circuito de distribución hacia los acumuladores individuales.

El diseño del sistema de contabilización de energía solar debe permitir al usuario de la instalación comprobar de forma directa, visual e inequívoca el correcto funcionamiento de la instalación, de manera que este pueda controlar periódicamente la producción de la instalación.

2. Las instalaciones térmicas de potencia útil nominal mayor que 70 kW, en régimen de refrigeración o calefacción, dispondrán de dispositivos que permitan efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

3. Se dispondrán dispositivos para la medición de la energía térmica generada o demandada en centrales de potencia útil nominal mayor que 70 kW, en refrigeración o calefacción. Este dispositivo se podrá emplear también para modular la producción de energía térmica en función

de la demanda. Cuando se disponga de servicio de agua caliente sanitaria se dispondrá de un dispositivo de medición de la energía en el primario de la producción y en la recirculación.

4. Las instalaciones térmicas de potencia útil nominal en refrigeración mayor que 70 kW dispondrán de un dispositivo que permita medir y registrar el consumo de energía eléctrica de la central frigorífica (maquinaria frigorífica, torres y bombas de agua refrigerada, esencialmente) de forma diferenciada de la medición del consumo de energía del resto de equipos del sistema de acondicionamiento.

5. Los generadores de calor y de frío de potencia útil nominal mayor que 70 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

6. Las bombas y ventiladores de potencia eléctrica del motor mayor que 20 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar las horas de funcionamiento del equipo.

7. Los compresores frigoríficos de más de 70 kW de potencia útil nominal dispondrán de un dispositivo que permita registrar el número de arrancadas del mismo.

8. Los generadores de calor y de frío de potencia útil nominal mayor que 70 kW que dispongan de un suministro directo de energía renovable eléctrica dispondrán de un dispositivo que permita contabilizar dicha contribución de forma diferenciada al resto de su consumo eléctrico y, si es técnicamente viable, se contabilizará la contribución de energía renovable eléctrica producida por instalaciones de autoconsumo. Dicho dispositivo podrá permitir que se maximice el aprovechamiento energético de la energía renovable eléctrica haciendo uso de las capacidades de comunicación e interoperabilidad de las instalaciones técnicas conectadas y los sistemas de almacenamiento que puedan existir.

Justificación

Se proyecta la instalación de un contador de consumos eléctricos junto a las nuevas protecciones en el cuadro C/E 8/11 en planta -2 para la acometida al nuevo subcuadro de torres y que comunicará con el sistema de gestión del edificio (bms) y se podrá monitorizar así el consumo y rendimiento de la instalación.

Además, mediante el nuevo PLC se podrá monitorizar la disipación de energía calorífica a partir de las sondas de temperatura y el caudal de circulación.

- e) Cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía de la IT 1.2.4.5.
No aplica, no se trata de sistema de aire.
- f) Cumplimiento de la exigencia de utilización de energías renovables y aprovechamiento de energías residuales de la IT 1.2.4.6.
No aplica, la reforma no implica modificación de la demanda térmica.
- g) Cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional de la IT 1.2.4.7
No aplica.
- h) Cumplimiento de la exigencia de evaluación de la eficiencia energética general del sistema de climatización y agua caliente sanitaria de la IT 1.2.4.8.

La reforma consiste en la sustitución de dos torres de refrigeración las cuales son de menor consumo energético que las existentes y disponen de control de consumo según necesidades, por lo que queda justificado la mejora en la eficiencia energética del sistema.

Exigencia básica HE 3: Condiciones de las instalaciones de iluminación

El equipo instalado se encuentra en el exterior por lo que no es de aplicación.

Exigencia básica HE4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

En el presente proyecto no es de aplicación al no actuar sobre la generación de ACS.

Exigencia básica HE5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

No es de aplicación la HE5 ya que el edificio no es de nueva construcción y no se realiza ninguna ampliación.

Exigencia básica HE6: Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos

No es de aplicación la HE6 ya que el edificio no es de nueva construcción, no se realiza ninguna ampliación, ni se actúa sobre el aparcamiento.

b.ii. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO – SI

Propagación interior – SI 1

No es de aplicación este punto al actuar sobre un elemento instalado en el exterior.
Propagación exterior – SI 2

No es de aplicación este punto al no variar la situación ni accesos existentes.

Evacuación de ocupantes – SI 3

La ocupación según la tabla 2.1 del SI 3 para salas de máquinas es nula. En todo caso no se modifica la evacuación actual de edificio.

Intervención de bomberos – SI 5

La actuación a desarrollar no modifica las condiciones de aproximación al edificio.

Resistencia al fuego de la estructura – SI 6

No se interviene en la estructura actual de edificio por lo que no es de aplicación el apartado SI 6 del CTE.

b.iii. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN - SUA

Seguridad frente al riesgo de caídas

La resbalabilidad del suelo, al ser un local de ocupación nula queda excluida de este apartado.

Secciones SUA 2, 3, 5 6, 7, 8 y 9

No se aplican en la intervención que nos ocupa.

b.iv. PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO – HR

No es de aplicación este apartado ya que según indica en capítulo II “Ámbito de aplicación” las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación quedan excluidas. En todo caso, los niveles de potencia acústica a 10 m del equipo actual eran de 70 dB (A) y del nuevo es inferior a 57 dB (A) a unos 15 metros de distancia por lo que la mejora es significativa.

b.v. SALUBRIDAD – HS

Protección frente a la humedad – HS1

Al no modificarse ninguno de los cerramientos actuales no es de aplicación este apartado.

Recogida y evacuación de residuos – HS2

Esta sección es de aplicación para los edificios de viviendas de nueva construcción que no es el caso por lo que no es de aplicación.

Calidad del aire interior – HS 3

En esta reforma no se interviene en el interior de las viviendas, aparcamiento y garajes por lo que no es de aplicación esta sección.

Suministro de agua – HS 4

No se modifica la instalación de suministro de agua al edificio y no es de aplicación ya que en la modificación que nos ocupa no se amplía el número o capacidad de los aparatos existentes.

Evacuación de aguas – HS 5

En el alcance del proyecto no se contempla la instalación de evacuación de aguas existente.

b.vi. SEGURIDAD ESTRUCTURAL – SE

En la actuación a realizar, no se interviene en la modificación estructural de ningún elemento del edificio por lo que no es preciso ahondar en este capítulo.

b.vii. CUMPLIMIENTO REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN

Las instalaciones proyectadas cumplirán lo indicado en el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), especialmente lo especificado en las siguientes instrucciones técnicas complementarias:

- ITC-BT-07. Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT-18. Instalaciones de puesta a tierra
- ITC-BT-19. Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales
- ITC-BT-20. Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación
- ITC-BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras
- ITC-BT-22. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades
- ITC-BT-23. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones
- ITC-BT-24. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos
- ITC-BT-28. Locales de Pública Concurrencia.
- ITC-BT-47. Instalaciones de receptores. Motores

b.viii.CUMPLIMIENTO DEL RD 486/1997 EN SU ANEXO I CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD EN LOS LUGARES DE TRABAJO

"Los escalones de las escaleras que no sean de servicio tendrán una huella comprendida entre 23 y 36 centímetros, y una contrahuella entre 13 y 20 centímetros. Los escalones de las escaleras de servicio tendrán una huella mínima de 15 centímetros y una contrahuella máxima de 25 centímetros."

Las barandillas dispondrán de un reborde inferior de protección para impedir la caída de objetos, materiales, herramientas, etc. y un pasamano y una protección intermedia que impida el paso o deslizamiento de los trabajadores.

Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

La anchura mínima de las escalas fijas será de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros

"En las escalas fijas la distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado del ascenso será, por lo menos, de 75 centímetros. La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será de 16 centímetros. Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes. "

"Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 metro por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente"

Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.

b.ix. CUMPLIMIENTO DEL 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.

Según informaciones del personal del Hospital, éste ya dispone de un Plan de Prevención y Control de Legionella (PPCL)

Por otro lado, se lleva un control diario de todos los parámetros a controlar en las balsas que se seguirá llevando tras el montaje de las nuevas torres.

En cuanto a la torre indicar que dispone de separador de gotas en láminas de PVC estampadas al vacío con un perfil especial que obliga al aire a cuatro cambios de sentido, con un poder de retención superior al 0,001% del agua en recirculación con lo que se cumple el siguiente requisito citado en el RD:

Separador de gotas. Deberán disponer de sistemas separadores de gotas de alta eficiencia cuyo caudal de agua arrastrado será menor del 0,002 por ciento del caudal de agua circulante

El diseño y los materiales utilizados en las instalaciones y equipos evitarán la formación de incrustaciones, el crecimiento microbiano y la formación de biocapa. Los materiales constitutivos del circuito hidráulico además resistirán la acción agresiva del agua y de los desinfectantes químicos o, en su caso, del tratamiento térmico.

Todos los materiales en contacto con el agua almacenada en las nuevas torres de refrigeración (torres, tuberías de agua para el sistema antilegionela, etc) cumplen con las premisas indicadas en el anterior apartado

El almacenamiento de productos desinfectantes y demás sustancias químicas utilizadas en la instalación, además de las medidas genéricas de seguridad de almacenamiento de productos químicos, deberá estar perfectamente protegido de la irradiación solar y de las inclemencias atmosféricas.

Todos los biocidas utilizados para el tratamiento del agua de las balsas quedarán en planta primera no expuesto a la intemperie.

4. SERVICIOS AFECTADOS

En cuanto a la instalación de climatización, se necesitará un corte de la producción de frío que ante la ejecución de las actuaciones en temporada de invierno no implicará afección sobre la instalación.

En cuanto a la instalación eléctrica, no será necesario el corte del servicio eléctrico pues el acople de la caja de blindos a las blindobarras se hace sin necesidad de dicho corte de instalación.

En cuanto al tráfico de vehículos en la calle del Conde de Peñalver, el izado de las torres se realizará en horario nocturno en fin de semana para minimizar la afección sobre el tráfico rodado. Se necesitará realizar un corte de los carriles de la citada calle durante unas horas.

5. OPERATIVIDAD

Serán necesarios trabajos en planta -2 para el paso de fibra óptica canalizada superficialmente desde el patinillo junto al ascensor 11 hasta las salas de enfriadoras y de los cuadros de baja tensión (ver planos de comunicaciones)

Serán necesarios trabajos en planta 9 para el paso de un pequeño tramo de fibra óptica canalizada por falso techo desde el patinillo MP4 en el vestíbulo junto al ascensor 11 hasta el patinillo existente al otro lado de dicho ascensor.

Serán necesarios trabajos de desmontaje de falso techo registrable en el vestíbulo donde se ubica el patinillo MP4 para paso de la derivación canalizada hasta el subcuadro eléctrico montado en cubierta para mando y protección de torres.

Previamente al inicio de los trabajos se deberán marcar los itinerarios para accesos de los operarios a la zona de obra de cara a minimizar la afección sobre los usuarios del Hospital.

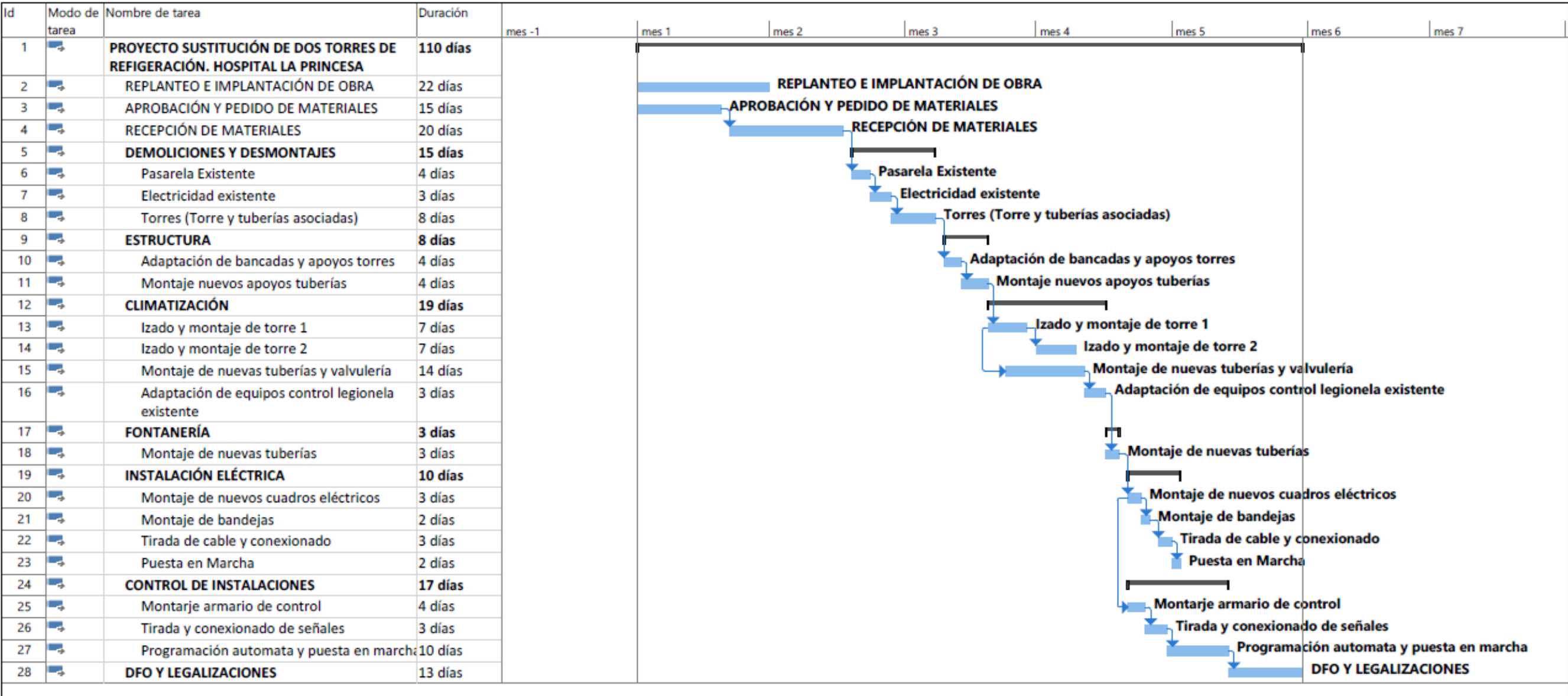
6. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

Los trabajos se realizan en la cubierta del hospital para sustitución de equipos existentes y no se altera de ninguna manera el impacto visual existente.

Las nuevas torres reducen el impacto acústico de las existentes, pero se recomienda acometer un apantallamiento para minimizar tanto el impacto acústico en los locales cercanos.

7. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA

Se estima un plazo de 5 meses completos para ejecución de los trabajos derivados de este proyecto. Y se estiman 110 días de laborales de duración considerando una jornada laboral de 5 días a la semana.



8. PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA

8.1 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

8.1.1. Equipos

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.

Se ajustarán las temperaturas de funcionamiento del agua de las plantas enfriadoras y se medirá la potencia absorbida en cada una de ellas

8.1.2. Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a la norma UNE-EN 14.336, para tuberías metálicas o a UNE-ENV 12.108 para tuberías plásticas.

El procedimiento a seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo de tubería y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación.

a. Limpieza de las redes de tuberías

Antes de realizar la prueba de estanquidad y de efectuar el llenado definitivo se realizará la limpieza interna de las tuberías realizando un jugado con agua.

b. Prueba de estanquidad y resistencia mecánica

Se realizará una prueba preliminar de estanquidad a baja presión de forma que se compruebe la continuidad de la red y evitar los posibles daños de la prueba mecánica. La prueba de resistencia mecánica en los circuitos de refrigeración se realizará a una presión 1,5 veces a la presión máxima de servicio con un mínimo de 6 bares.

c. Pruebas de libre dilatación

Una vez se hayan realizado las pruebas anteriores y comprobado los elementos de seguridad se llevará el sistema hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, una vez anulados los aparatos de regulación automática. Al pararse la instalación se verificará que no se han producido deformaciones en ningún elemento o tramo de la instalación.

8.1.3. Ajuste y equilibrado

La empresa instaladora presentará un informe final en el que se adjunten las fichas técnicas de todos los equipos y aparatos que forman parte de la misma. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Entre ellos se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Caudal nominal y presión del circuito.
- Comprobación de que la bomba está trabajando dentro de su curva característica.
- Comprobación de la eficiencia energética del generador.
- Comprobación de los elementos de control y regulación.
- Comprobación de las temperaturas y saltos térmicos del circuito.
- Comprobación de que los consumos energéticos se hayan dentro de la previsión.
- Comprobación del funcionamiento y consumo energético de los motores eléctricos.
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

8.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Medida de caída de tensión en circuitos
- Medida de resistencia de aislamiento de conductores
- Medida de tensiones a la entrada de todos los cuadros de la instalación
- Comprobación del equilibrado de fases de forma aleatoria
- Funcionamiento de interruptores diferenciales
- Funcionamiento de interruptores magnetotérmicos
- Funcionamiento de puntos de luz
- Funcionamiento de bases de enchufe

8.3 INSTALACIÓN DE VOZ Y DATOS

- Certificación del cableado estructurado

8.4 CONTROL DE INSTALACIONES

- Verificación de correcto funcionamiento de elementos: PLC, Monitor, Periféricos, etc.
- Verificación de funcionamiento de software: operatividad, cortafuegos, ausencia de virus, etc.
- Verificación comunicaciones con los diferentes elementos/actuadores.
- Verificación de correcto funcionamiento de material de campo.
- Verificación del correcto funcionamiento de la instalación en conjunto.
- **Verificación de la Conectividad Física y Lógica:** Se confirmará que la conexión física (p. ej., RS-485, Ethernet) entre los controladores y el BMS es correcta y que los protocolos de comunicación (p. ej., Modbus, BACnet) están configurados adecuadamente.
- **Validación de la Transferencia de Datos:** Se comprobará que todas las variables relevantes del sistema de control (temperaturas, presiones, estados de operación, alarmas, consignas) son leídas y escritas correctamente por el BMS. Esto incluirá:
 - **Lectura de Puntos de Estado y Analógicos:** Asegurar que el BMS muestra con precisión el estado actual de los equipos y los valores de los sensores.
 - **Escritura de Puntos de Consigna y Comando:** Verificar que el BMS puede enviar consignas (p. ej., temperatura deseada) y comandos (p. ej., arranque/parada) a los controladores y que estos responden adecuadamente.

-
- **Pruebas de Fallo de Comunicación con el BMS:** Es imprescindible simular y probar qué sucede si se interrumpe la comunicación entre los controladores y el BMS. Esto incluirá:
 - **Comportamiento de los Controladores en Aislamiento:** Verificar que los controladores continúan operando de forma autónoma según sus últimas consignas y lógicas internas programadas, manteniendo el funcionamiento esencial de los equipos.
 - **Activación de Alarmas Locales:** Confirmar que los controladores activan una alarma local indicando la pérdida de comunicación con el BMS, si esta funcionalidad está implementada.
 - **Recuperación Automática:** Verificar que, una vez restablecida la comunicación, el sistema se sincroniza correctamente y el BMS retoma el control sin intervención manual o pérdida de datos.

9. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

- 1. MEMORIA DESCRIPTIVA
 - 1.1 AGENTES
 - 1.1.1. PROMOTOR
 - 1.1.2. AUTOR DEL ENCARGO Y TITULAR DE LA ACTIVIDAD
 - 1.1.3. AUTOR DEL PROYECTO
 - 1.1.4. DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA
 - 1.1.5. OTROS AGENTES
 - 1.2 INFORMACIÓN PREVIA
 - 1.2.1. ENTORNO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO
 - 1.2.2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA INSTALACIÓN
 - 1.3 OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO
 - 1.3.1. OBJETO
 - 1.3.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA
 - 1.3.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO
- 2. MEMORIA CONSTRUCTIVA
 - 2.1 SISTEMA ESTRUCTURAL
 - 2.1.1. NUEVOS SOPORTES PARA TUBERÍAS
 - 2.2 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN
 - 2.3 SISTEMA DE ACABADOS
 - 2.4 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

2.4.1.	Instalación de Climatización
2.4.2.	Instalación de Fontanería
2.4.3.	Instalación de Saneamiento
2.4.4.	Instalación Eléctrica
2.4.5.	Control de Instalaciones
2.4.6.	Instalación de Voz y Datos
2.5	EQUIPAMIENTO
2.5.1.	Instalación de climatización
2.5.2.	Instalación Eléctrica
2.5.3.	Control de Instalaciones
3.	JUSTIFICACION DE NORMATIVA
4.	SERVICIOS AFECTADOS
5.	OPERATIVIDAD
6.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL
7.	PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
8.	PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA
8.1	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN
8.1.1.	Equipos
8.1.2.	Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua
8.1.3.	Ajuste y equilibrado
8.2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA
8.3	INSTALACIÓN DE VOZ Y DATOS
8.4	CONTROL DE INSTALACIONES
9.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO

ANEJOS

ANEJO 1. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

ANEJO 2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO 3. ESTRUCTURAS

ANEJO 4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO 5. GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

CODIGO	DESCRIPCIÓN	HOJAS	
1	Situación y Emplazamiento. Índice de Planos	1	
2	Estado Actual		
2.1	Estructura	1	Bancadas y pasarelas existentes.
2.2	Climatización	1	Planta 10. Torres de Refrigeración Existentes y Tuberías. Esquema Principio.
2.3	Instalación Eléctrica	3	
2.3.1	Instalación Eléctrica	1	Torres de Refrigeración. Esquema Unifilar existente.
2.3.2	Instalación Eléctrica	1	Planta -2. Cuadros Eléctricos.
2.3.3	Instalación Eléctrica	1	Planta 10. Cuadros y Canalizaciones
2.4	Saneamiento	1	Planta 10. Sumideros y Desagües Torres de Refrigeración.
2.5	Fontanería	1	Planta 10. Tuberías Agua Aporte a Torres
3	Definición de Alcance y Faseado	1	Planta 10 y Planta -2
4	Demoliciones y Demontajes	3	Planta 10 y Planta -2
5	Estado Proyectado		
5.1	Estructura	5	Planta 10. Modificación de Pasarela y Bancada
5.2	Climatización	3	
5.2.1	Climatización	1	Planta 10. Implantación Torres de Refrigeración y Tuberías. Torres de refrigeración
5.2.2	Climatización	1	Tuberías circuito de condensación.
5.2.3	Climatización	1	Detalles
5.2.4	Climatización	1	Esquema de principio
5.3	Instalación Eléctrica	3	
5.3.1	Instalación Eléctrica	1	Esquema Unifilar
5.3.2	Instalación Eléctrica	1	Planta -2. Cuadros Eléctricos y Canalizaciones
5.3.3	Instalación Eléctrica	1	Planta 10. Cuadros Eléctricos y Canalizaciones
5.4	Saneamiento	1	Planta 10. Sumideros y Desagües Torres de Refrigeración.

5.5	Fontanería	1	Planta 10. Tuberías Agua Aporte a Torres
5.6	Control Instalaciones	1	Planta 10. Situación de equipos. Diagrama PI. Arquitectura de Señales.
5.7	Comunicaciones	3	
5.7.1	Comunicaciones	1	Planta 10. Puntos de acceso a red, equipos y Canalizaciones.
5.7.2	Comunicaciones	1	Planta 9. Puntos de acceso a red, equipos y canalizaciones
5.7.3	Comunicaciones	1	Planta -2. Puntos de acceso a red, equipos y canalizaciones

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- 1 CAMPO DE APLICACIÓN
- 2 ALCANCE DE LA INSTALACIÓN
- 3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES
- 4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES
- 5 LIBRO DE ORDENES
- 6 PRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE LA OBRA
- 7 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN
- 8 ENSAYOS Y RECEPCIÓN
- 9 RECEPCIONES DE OBRA

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

- 4.1 MEDICIONES
- 4.2 PRECIOS UNITARIOS
- 4.3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN
- 4.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Madrid, Julio 2025

Por INCOSA

El Autor del Proyecto



Fdo.: D. Francisco González Pérez
Ingeniero Técnico Industrial
Col. N°: 11.870