



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO DEPORTIVO/ACUÁTICO EN BADAJOZ

Autor: Rafael Ferreira De La Morena

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Julio de 2026

Declaración de originalidad

Declaro bajo mi responsabilidad que el Proyecto presentado con el título **CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO DEPORTIVO/ACUÁTICO EN BADAJOZ** la ETS de Ingeniería – ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 4º es de mi autoría y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Uso de Inteligencia Artificial¹

Declaro bajo mi responsabilidad que (indicar la opción correcta):

☐ No he utilizado Inteligencia Artificial en la elaboración del presente documento.

☒ He utilizado Inteligencia Artificial en la elaboración del presente documento y/o del Anexo B siempre en las condiciones permitidas por la Universidad Pontificia Comillas, es decir, aplicando el Nivel 2 de la [Escala de Evaluación de Perkins et al. \(2024\)](#): *“La IA puede utilizarse para actividades previas a la tarea, como la lluvia de ideas, la descripción y la investigación inicial. Este nivel se centra en el uso de la IA para la planificación, las síntesis y la generación de ideas, pero las evaluaciones deben hacer hincapié en la capacidad de desarrollar y refinar estas ideas de forma independiente”*. En concreto, las Inteligencia Artificial ha sido empleada para:

(indicar aquí el uso concreto que se ha hecho de la Inteligencia Artificial)

El uso de herramientas de inteligencia artificial se ha limitado estrictamente a tareas de soporte y planificación preliminar. En concreto se ha utilizado para lluvia de ideas inicial y estructuración del índice de la memoria. También se ha empleado para la organización cronológica de las tareas y optimización de tiempos de trabajo. Y por último para el filtrado y búsqueda de información general sobre normativas del sector como proceso de aprendizaje. Toda la toma de decisiones técnicas, cálculos de ingeniería y redacción de la memoria son de autoría propia.

¹ Esta declaración se refiere al uso de la Inteligencia Artificial generativa para realizar los documentos del Proyecto (Anexo B y Memoria). No aplica a Proyectos donde, por su naturaleza, deban emplear inteligencia artificial como parte de los mismos (aplicación de técnicas de aprendizaje automático, redes neuronales, análisis de datos...)


Firmado (alumno): Rafael Ferreira De La Morena
Fecha: 01/07/2026

Autorización para la entrega del Proyecto

El Director del Proyecto	El co-Director del Proyecto (si aplica)
	
Fdo: Javier Martín	Fdo:
Fecha: 01/07/2026	Fecha:



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO DEPORTIVO/ACUÁTICO EN BADAJOZ

Autor: Rafael Ferreira De La Morena

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Julio de 2026

CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO DEPORTIVO/ACUÁTICO EN BADAJOZ

Autor: Ferreira de la Morena, Rafael.

Director: Martín Serrano, Javier.

Entidad Colaboradora: ICAI- Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto consta del diseño del sistema de climatización de la sala fitness y piscina de un centro deportivo. Para ello se calculan las caras térmicas, se seleccionan los equipos principales y se dimensionan las redes de conductos de aire y la red hidráulica de tuberías. La solución propuesta combina una UTA para la sala fitness, una máquina deshumectadora con recuperación de calor para la piscina y una bomba de calor aire-agua de cuatro tubos como producción térmica principal y apoyo al vaso.

Palabras clave: Climatización, piscina interior, deshumectadora, recuperación de calor, bomba de calor de cuatro tubos, unidad de tratamiento de aire, intercambiador de placas.

El objetivo del presente proyecto consiste en estudiar y diseñar el sistema de climatización para dos recintos dentro de un centro deportivo acuático, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente establecida por el Código Técnico de la Edificación (CTE) y por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Los recintos para climatizar dentro del edificio objeto de estudio son la sala fitness y el recinto que contiene la piscina semiolímpica interior. Debido a la diferencia tanto en uso como en condiciones térmicas de cada zona, se plantean soluciones independientes, garantizando en ambos espacios las condiciones de confort térmico, calidad de aire interior y eficiencia energética de la instalación.

En primer lugar, se estudian las condiciones interiores y exteriores para el diseño, además de las características geométricas y constructivas del edificio. Conociendo estos datos se realiza el cálculo de cargas térmicas de verano e invierno, teniendo en cuenta la transmisión a través de cerramientos, radiación solar, ocupación e iluminación, equipos interiores y la ventilación que exige la normativa.

En el caso particular de la piscina, el cálculo no se limita únicamente a las cargas térmicas del aire del recinto, sino que también se estudian las pérdidas térmicas asociadas al vaso. Para ello se consideran los principales mecanismos de pérdida de calor, como la evaporación,

la convección, la radiación, la renovación de agua y la transmisión. De esta manera se conocen tanto la potencia necesaria para el mantenimiento del agua en régimen nominal como la potencia requerida durante la puesta en funcionamiento de la piscina.

Para el recinto de la sala fitness se selecciona una Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) para cubrir las necesidades de ventilación, refrigeración y calefacción del espacio. El equipo cuenta con batería de frío y de calor que son alimentadas por una bomba de calor aire-agua de cuatro tubos, permitiendo así la producción simultánea de agua fría y caliente para adaptar el funcionamiento de la instalación a las necesidades cambiantes del edificio.

Para el caso del recinto de la piscina, además de tratar al aire a nivel térmico, es imprescindible el control de la humedad relativa para evitar condensaciones y problemas de mantenimiento del recinto. Para cubrir estas necesidades se selecciona una máquina deshumectadora con recuperación de calor, en concreto el modelo Sedical DRESY 2111, la cual es capaz de tratar el aire de la piscina y recuperar parte del calor del proceso hacia el agua del vaso. Además para apoyar a esta máquina se incorpora un intercambiador de placas al circuito del vaso de la piscina, conectado con la producción central de la bomba de calor, con el objetivo de ayudar en situaciones de puesta en régimen o condiciones de funcionamiento desfavorables.

Una vez ya se han definido los equipos principales, se procede al dimensionamiento de las redes de conductos de aire de impulsión y retorno, junto con los elementos terminales de difusión y retorno como difusores, toberas y rejillas. De igual modo se dimensiona la red hidráulica de agua fría y caliente, los circuitos de apoyo a la piscina, las bombas de circulación de los circuitos pertinentes, válvulas, accesorios y elementos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

Además del dimensionamiento de los equipos, se desarrolla el trazado de las redes principales en planos. En ellos se representa la disposición de la UTA, la máquina deshumectadora, la bomba de calor, el intercambiador de placas, los conductos de aire, las redes hidráulicas y los esquemas de principio correspondientes. Esto permite comprobar la integración general de la instalación dentro del edificio y justificar la conexión entre los diferentes equipos seleccionados.

Tabla resumen de equipos principales seleccionados

EQUIPO	ZONA / CIRCUITO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
--------	-----------------	-----------------------------

UTA-01	Sala fitness	Caudal de impulsión 18.716 m³/h, batería de frío 148,3 kW y batería de calor 63,7 kW
DRESY 2111	Recinto de piscina	Caudal de aire 22.000 m³/h, deshumidificación 111,1 l/h y recuperación de calor al vaso 84,2 kW
BC-01	Producción térmica	Bomba de calor aire-agua de cuatro tubos, potencia frigorífica 152,7 kW y potencia calorífica 167,3 kW
ICP-01	Apoyo vaso piscina	Intercambiador de placas de apoyo, potencia térmica mínima 90,6 kW

Finalmente, se desarrollan los planos de la instalación, el esquema de principio de aire y agua, el pliego de condiciones técnicas y las mediciones del proyecto. El presupuesto estimado de la instalación asciende a 220.171,84 €, no estando incluido el I.V.A.

AIR CONDITIONING SYSTEM OF AN ACUATIC/SPORT CENTER IN BADAJOZ

Author: Ferreira de la Morena, Rafael.

Supervisor: Martín Serrano, Javier.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas)

The present project consists of the design of the air conditioning system for the fitness room and swimming pool area of a sports center. For this purpose, the thermal loads are calculated, the main equipment is selected, and both the air duct network and the hydraulic piping network are dimensioned. The proposed solution combines an Air Handling Unit for the fitness room, a dehumidifying unit with heat recovery for the swimming pool, and a four-pipe air-to-water heat pump as the main thermal production system and support for the pool basin.

Keywords: Air conditioning, indoor swimming pool, dehumidifying unit, heat recovery, four-pipe heat pump, Air Handling Unit, plate heat exchanger.

ABSTRACT

The purpose of this project is to study and design an air conditioning system for two spaces within a sports center located in the province of Badajoz, complying with the current regulations established by the Technical Building Code (CTE) and the Regulations for Thermal Installations in Buildings (RITE).

The spaces covered by this project are the fitness room and the indoor semi-Olympic swimming pool. Since both spaces have significantly different thermal and hygroscopic requirements, independent solutions have been proposed for each one, ensuring adequate thermal comfort, indoor air quality and energy efficiency in both cases.

First, the interior and exterior design conditions are established, along with the geometric and constructive characteristics of the building. Using this information, the summer and winter thermal loads are calculated, taking into account heat transmission through the building envelope, solar radiation, occupancy, lighting, internal equipment and the ventilation required by current regulations.

For the swimming pool, the analysis goes beyond the air-side thermal loads and also includes the heat losses associated with the pool basin itself. The main loss mechanisms considered are evaporation, convection, radiation, water renewal and transmission through the basin

walls. This allows both the power required to maintain the water temperature in steady-state operation and the power needed during the initial start-up phase to be determined.

For the fitness room, an Air Handling Unit (AHU) is selected to meet the ventilation, cooling and heating demands of the space. The unit includes hot and cold water coils, fed by an air-to-water heat pump with a four-pipe configuration, which allows simultaneous production of chilled and hot water to adapt to the varying needs of the installation.

For the swimming pool, a dehumidifying unit with heat recovery is selected, specifically the Sedical DRESY 2111 model. This machine handles the air treatment and humidity control of the pool enclosure while recovering part of the condensation heat and transferring it back to the pool water, covering the steady-state thermal losses of the basin. A plate heat exchanger is also incorporated into the pool water circuit, connected to the central heat pump, to provide thermal backup during start-up or under unfavourable operating conditions.

Once the main equipment is defined, the supply and return air duct networks are dimensioned, along with the terminal diffusion elements. The hydraulic network for chilled and hot water is also sized, including the pool support circuits, circulation pumps, valves and auxiliary components.

EQUIPMENT ZONE / MAIN CHARACTERISTICS
CIRCUIT

UTA-01	Fitness room	Supply airflow of 18,716 m ³ /h, cooling coil capacity of 148.3 kW and heating coil capacity of 63.7 kW
DRESY 2111	Swimming pool enclosure	Airflow of 22,000 m ³ /h, dehumidification capacity of 111.1 l/h and heat recovery to the pool water of 84.2 kW
BC-01	Thermal production	Four-pipe air-to-water heat pump, cooling capacity of 152.7 kW and heating capacity of 167.3 kW
ICP-01	Pool water support	Plate heat exchanger, minimum thermal capacity of 90.6 kW

Finally, the installation drawings are developed, including the air and water schematic diagrams, the technical specifications and the project measurements. The estimated cost of the installation amounts to 220.171,84 €, excluding VAT

Índice de la memoria

1. Memoria descriptiva	7
1.1 Objeto del proyecto	7
1.2 Normativa de la aplicación	7
1.3 Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	8
1.4 Bases de diseño	9
1.4.1 Descripción del edificio	9
1.4.2 Condiciones de funcionamiento	11
1.4.3 Condiciones de ventilación	11
1.4.4 Condiciones exteriores de cálculo	13
1.4.5 Condiciones interiores de cálculo	14
1.4.6 Características constructivas	16
1.5 Cálculo de cargas del edificio	19
1.5.1 Cargas de verano	19
1.5.2 Cargas de invierno	23
1.6 Cálculo específico del vaso de la piscina	24
1.6.1 Metodología de cálculo	24
1.6.2 Pérdidas por evaporación	25
1.6.3 Pérdidas por radiación	27
1.6.4 Pérdidas por convección	28
1.6.5 Pérdidas por renovación	28
1.6.6 Pérdidas por transmisión	29
1.6.7 Resultados	30
1.6.8 Potencia necesaria	30
1.7 Condiciones de climatización de la piscina	31
1.7.1 Requisitos normativos	32
1.7.2 Necesidades térmicas del vaso de piscina	32
1.7.3 Solución propuesta para la piscina	33
1.8 Diseño del sistema de climatización	34
1.8.1 Unidad exterior de calor y frío	34
1.8.2 Selección de equipos	37

1.8.3 Red de conductos de aire.....	41
1.8.4 Dimensionamiento de difusores y rejillas	48
1.8.5 Cálculo y dimensionado de la red hidráulica	49
1.8.6 Intercambiador de apoyo	54
2. Anexos	
2.1 Cálculo de cargas.....	57
2.1.1 Cargas en verano	58
2.1.2 Cargas en invierno	60
2.2 Red de conductos.....	62
2.2.1 Recinto Sala Fitness	62
2.2.2 Recinto Piscina.....	68
2.3 Red de tuberías	71
2.4 Catálogos de equipos/Descripciones	78
2.4.1 Climatizador.....	78
2.4.2 Bomba 4 tubos	79
2.4.3 Bombas red hidráulica	82
2.4.4 Intercambiador apoyo circuito piscina	86
2.4.5 Máquina deshumectadora	88
2.4.6 Difusores y rejillas	91
3. Planos	
4. Pliego de condiciones	110
4.1 Cumplimiento de la normativa	110
4.1.1 Instalaciones en general.....	110
4.1.2 Instalaciones de climatización.....	110
4.2 Pliego de condiciones técnicas	112
4.2.1 Tuberías.....	112
4.2.2 Válvulas	114
4.2.3 Bombas centrífugas	117
4.2.4 Bomba de calor aire-agua.....	119
4.2.5 Unidad de tratamiento de aire	121
4.2.6 Máquina deshumectadora de piscina	123
4.2.7 Intercambiador de placas.....	126

4.2.8 Conductos de chapa	128
4.2.9 Toberas, difusores y rejillas	130
4.2.10 Aislamiento térmico.....	132
4.2.11 Pruebas, recepción y puesta en marcha.....	134
4.2.12 SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y CONTROL AUTOMÁTICO	137
5. Mediciones.....	138
5.1 Sistemas de producción térmica	138
5.2 Climatización piscina	139
5.3 Unidad de tratamiento de aire.....	140
5.4 Bombas.....	140
5.5 Difusión de aire	142
5.6 Red de conductos.....	143
5.7 Red hidráulica.....	145
5.8 Valvulería y accesorios	146
5.9 Elementos auxiliares.....	148
5.10 Presupuesto final	151
6. Bibliografía.....	153

Índice de figuras

Ilustración 1: Esquema de pérdidas del vaso	25
Ilustración 2: Esquema bomba de calor	35
Ilustración 3: Esquema UTA genérico	37
Ilustración 4: Esquema Máquina deshumectadora	39
Ilustración 5: Esquema intercambiador de placas	54

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Ley de Fourier	18
Ecuación 2: Cálculo de cargas por transmisión	21
Ecuación 3: Cálculo de cargas por ocupación	21
Ecuación 4: Cálculo de cargas por iluminación	21
Ecuación 5: Cálculo de cargas por equipos	22
Ecuación 6: Cálculo de cargas por radiación solar en cristales	22
Ecuación 7: Cálculo de pérdidas por transmisión	23
Ecuación 8: Cálculo de pérdidas del vaso	24
Ecuación 9: Pérdidas por evaporación; Fórmula de Bernier	25
Ecuación 10: Pérdidas por evaporación; Fórmula de Carreras.....	26
Ecuación 11: Cálculo de pérdidas por evaporación.....	26
Ecuación 12: Cálculo de pérdidas por radiación	27
Ecuación 13: Cálculo de pérdidas por convección	28
Ecuación 14: Cálculo de pérdidas por renovación	29
Ecuación 15: Cálculo de pérdidas por transmisión	29
Ecuación 16: Cálculo de potencia necesaria para puesta en régimen.....	30
Ecuación 17: Factor de calor sensible	43
Ecuación 18: Caudal de impulsión sala fitness	43
Ecuación 19: Cálculo caudal de retorno sala fitness	44

Ecuación 20: Ttemperatura de mezcla climatizador.....	44
Ecuación 21: Humedad absoluta del punto de mezcla	44
Ecuación 22: Potencias batería de frío	46
Ecuación 23: Cálculo del caudal agua fría batería UTA	46
Ecuación 24: Cálculo temperatura de impulsión en invierno sala fitness	46
Ecuación 25: Cálculo temperatura de mezcla en invierno	46
Ecuación 26: Cálculo potencia batería de calor UTA	47
Ecuación 27: Cálculo del caudal agua caliente batería UTA	47
Ecuación 28: Cálculo de caudal red hidráulica	50

Índice de tablas

Tabla 1: Descripción constructiva de los recintos	11
Tabla 2: Ocupaciones máximas.....	17
Tabla 3: Características de los cerramientos	18
Tabla 4: Ganancia solar cristales	20
Tabla 5: Resultados cálculo de cargas verano	23
Tabla 6: Resultado cálculo de cargas invierno	24
Tabla 7: Resultados pérdidas del vaso.....	30
Tabla 8: Características bomba de calor [RHOS24]	36
Tabla 9: Dato de diseño para el climatizador	38
Tabla 10: Características de las baterías de climatizador	38
Tabla 11: Características máquina deshumectadora piscina [SEDI23].....	40
Tabla 12: Características para selección del climatizador	47
Tabla 13: Características elementos terminales de difusión [TROX24]	49
Tabla 14: Resultados red hidráulica	52
Tabla 15: Características intercambiador de placas	56
Tabla 16: Resumen datos del climatizador sala fitness	67
Tabla 17: Mediciones sistemas de producción térmica	138
Tabla 18: Mediciones máquina deshumectadora.....	139
Tabla 19: Mediciones UTA sala fitness	140

Tabla 20: Mediciones bombas de circulación	141
Tabla 21: Mediciones elementos difusión	143
Tabla 22: Mediciones red de conductos	144
Tabla 23: Mediciones red hidráulica	146
Tabla 24: Mediciones accesorios.....	148
Tabla 25: Mediciones elementos auxiliares	150
Tabla 26: Presupuesto final	151

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y dimensionamiento de dos recintos dentro de un centro deportivo acuático ubicado en la provincia de Badajoz, concretamente la sala fitness y la zona de piscina cubierta.

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo conforme a la normativa vigente, el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE), así como las normas de la UNE que sean aplicables a el proyecto y la normativa local, teniendo en cuenta las condiciones específicas de cada uno de los recintos, así como sus necesidades de ventilación y acondicionamiento térmico.

Para ello, se realizará el cálculo de cargas térmicas en régimen de verano e invierno, así como el dimensionamiento de los sistemas necesarios para garantizar las condiciones de confort y calidad del aire en ambos espacios, teniendo un enfoque específico y concreto para la zona de la piscina.

1.2 NORMATIVA DE LA APLICACIÓN

La normativa considerada para el desarrollo del presente proyecto, así como para garantizar el cumplimiento de los requisitos técnicos y legales aplicables, es la siguiente:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, y sus posteriores modificaciones, en especial el Real Decreto 178/2021.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

- Normas UNE de aplicación en instalaciones térmicas y de ventilación.
- Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Decreto 102/2012, de 8 de junio, por el que se regula las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso colectivo de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Ordenanzas municipales y normativa autonómica de aplicación.

1.3 ALINEACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Dentro de los objetivos de este proyecto de climatización se encuentra el de contribuir, en la medida de lo posible, a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas dentro de la Agenda 2030 [AGEN15]. Estos objetivos tienen como fin promover un desarrollo equilibrado desde el punto de vista económico, social y medioambiental, fomentando soluciones que busquen mejorar la calidad de vida y reducir el impacto ambiental que tienen nuestras actividades.

El presente proyecto, relacionado con la reforma de instalaciones de climatización de un centro deportivo acuático, se relaciona especialmente con los objetivos ligados a la eficiencia energética, la disminución del consumo de recursos y la mejora del comportamiento ambiental en edificios. En específico, se tienen más en cuenta los siguientes ODS:

- Energía asequible y no contaminante (ODS número 7): el proyecto sigue este objetivo a través de la selección de sistemas de climatización eficientes, como lo son la bomba de calor de 4 tubos y la máquina deshumectadora con recuperación de calor. Frente a los sistemas

convencionales, estos equipos permitirán reducir el consumo energético, pudiendo aprovechar la recuperación térmica y adaptando la producción de frío y calor a las necesidades reales de los recintos.

- Producción y consumo responsables (ODS número 12): mediante el adecuado dimensionamiento de los equipos, conductos y redes hidráulicas, el diseño de la instalación busca optimizar el uso de los recursos energéticos. Además, en el recinto de la piscina, la recuperación de calor permite aprovechar parte de la energía que se encuentra en el aire húmedo extraído, haciendo que la necesidad de aporte térmico adicional sea menor.

- Acción por el clima (ODS número 13): la mejora de la eficiencia energética en edificios ayuda a la reducción de emisiones relacionadas con el consumo de energía. En este sentido, la elección de buenos equipos, el control de la humedad en el recinto de la piscina y la recuperación de calor permiten reducir el impacto ambiental de la instalación de climatización durante su vida útil.

1.4 BASES DE DISEÑO

Una vez ya definido el alcance del proyecto, se procede a establecer las bases de diseño que determinarán el sistema de climatización. Para ello, se tiene en cuenta aspectos clave como la ubicación del edificio y las condiciones climáticas asociadas, así como las características constructivas y funcionales de los recintos a climatizar, en particular la sala fitness y la zona de piscina.

1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio que se analiza es un centro deportivo acuático ubicado en la provincia de Badajoz, pensado para actividades tanto deportivas como de bienestar.

El complejo está distribuido en tres niveles: sótano, planta baja y planta alta. En el sótano se concentran principalmente las instalaciones técnicas, que son clave para que todo funcione correctamente, sobre todo lo relacionado con el área de las piscinas.

En la planta baja se encuentra la zona acuática como tal, con los vasos de las piscinas, las áreas de playa y los vestuarios, además de otros espacios de apoyo para los usuarios.

Por último, en la planta alta están las áreas destinadas a actividades fuera del agua, como la sala de fitness y otros espacios para uso colectivo.

Dentro del conjunto del edificio, el presente proyecto se enfoca en los recintos de la sala fitness y la zona de la piscina principal.

Sala fitness

La sala de fitness está ubicada en la planta primera y tiene una superficie aproximada de 649,6 m². Es un espacio pensado para actividad física de intensidad media a alta, por lo que sus condiciones deben favorecer tanto el rendimiento como el confort de los usuarios.

La altura libre no es uniforme, ya que varía entre unos 3,0 y 4,25 metros. Para efectos de cálculo, se toma una altura media cercana a los 3,6 metros, lo que permite simplificar sin perder representatividad en los resultados.

Zona de piscina

La zona de piscina se encuentra en la planta baja e incluye tanto el vaso principal como las áreas de playa que lo rodean. Es un espacio con características muy particulares, sobre todo por la presencia constante de agua, lo que afecta directamente a la temperatura y a la humedad del ambiente interior.

Debido a esto, se requiere un control más riguroso de la ventilación y la humedad, con el fin de evitar problemas como la condensación en muros y acristalamientos, además de garantizar condiciones confortables para los usuarios.

Cabe destacar que el recinto cuenta con cerramientos exteriores con superficies acristaladas, lo que influye en las ganancias térmicas por radiación solar y debe considerarse en el diseño y dimensionamiento de las instalaciones.

Recinto/Elemento	Superficie (m^2)	Altura media (m)	Volumen (m^3)
Sala fitness	649,6	3,6	2338,6
Recinto piscina	608,25	5	3041,25
Vaso piscina	312,5	1,5	468,75

Tabla 1: Descripción constructiva de los recintos

1.4.2 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Al tratarse de un centro deportivo con uso continuado, se ha considerado un régimen de funcionamiento diario durante todos los días de la semana. Se adopta un horario medio de funcionamiento de 12 horas al día, lo que supone un total aproximado de 4.380 horas de operación al año.

1.4.3 CONDICIONES DE VENTILACIÓN

1.4.3.1 Introducción

El diseño del sistema de ventilación de los recintos a climatizar se ha realizado conforme a lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), el cual fija los requisitos mínimos de calidad del aire interior y los caudales de aire exterior necesarios en función del uso del local.

El objetivo principal de la ventilación es garantizar unas condiciones adecuadas de calidad del aire interior, evitando la acumulación de contaminantes y asegurando el confort de los clientes.

1.4.3.2 Sala fitness

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) vigente, los recintos destinados a la práctica de actividad física y gimnasios requieren una clasificación de calidad del aire interior de categoría IDA 2 (Aire de buena calidad) [MINI21].

Para realizar la estimación del caudal de ventilación se ha considerado un criterio basado en la ocupación del recinto. Se opta por emplear una densidad de ocupación de 8 m^2 lo que para una superficie de $649,6 \text{ m}^2$ supone una estimación de 81 personas.

De acuerdo con la citada categoría IDA 2, el caudal mínimo de aire exterior de ventilación correspondiente es de $43,2 \text{ m}^3/\text{h}$ por persona (equivalente a 12 l/s) por persona. Multiplicado por la ocupación prevista, se obtiene un requerimiento normativo total de $3.499,20 \text{ m}^3/\text{h}$. Este valor coincide exactamente con el introducido en las hojas de cálculo de carga térmica de verano y se empleará posteriormente como base para el dimensionamiento mecánico del sistema de ventilación de la sala fitness, garantizando de forma estricta los estándares higiénicos exigidos.

1.4.3.3 Piscina

En el caso del recinto de piscina climatizada, el dimensionamiento del caudal de ventilación se realiza conforme al método de dilución establecido en el RITE para este tipo de espacios.

Se consideran dos criterios principales:

- Caudal en función de la superficie de la lámina de agua y zonas de playa, adoptando valores del orden de $2,5 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$
- Caudal en función de la ocupación, según la categoría de calidad del aire interior correspondiente.

Adicionalmente, el diseño debe garantizar:

- El control de la humedad relativa, manteniéndola entre el 55% y el 60% según la IT 1.1.4.1.3 del RITE, fijándose un valor de diseño del 60% para evitar problemas de condensación [MINI21].
- Una ligera depresión en el recinto (entre 20 y 40 Pa) respecto a los espacios adyacentes, con el fin de evitar la propagación de humedad.

Asimismo, el RITE establece que la temperatura del aire debe mantenerse entre 1 y 2 °C por encima de la del agua del vaso, con un máximo de 30 °C, asegurando condiciones adecuadas de confort y control higrotérmico [MINI21].

A partir de los cálculos realizados, se obtiene un caudal de ventilación del orden de:

$$Q \approx 2.635 \text{ m}^3/\text{h}$$

1.4.4 CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

El edificio objeto de estudio se sitúa en la provincia de Badajoz, quedando clasificado dentro de la zona climática B4 según el Código Técnico de la Edificación (CTE), en función de su localización geográfica y altitud [MINI19].

Las condiciones exteriores de cálculo empleadas para el dimensionamiento de la instalación se han obtenido a partir de datos climáticos normalizados, siguiendo criterios habituales en normativa (UNE y RITE), adoptando valores representativos de condiciones desfavorables para los periodos de invierno y verano.

Los principales parámetros considerados son los siguientes:

- Altitud: 185 m
- Latitud: 38° 53'
- Longitud: 6° 20' W

Condiciones de invierno:

- Temperatura seca exterior: 0,3 °C
- Humedad relativa exterior: 92%

Estas condiciones corresponden a valores de cálculo en régimen desfavorable, adecuados para el dimensionamiento en condiciones de baja temperatura.

Condiciones de verano:

- Temperatura seca exterior: 38 °C
- Temperatura húmeda exterior: 28 °C
- Humedad relativa exterior: 61%
- Oscilación media diaria: 19,7 °C

Estas condiciones permiten caracterizar el comportamiento del sistema frente a cargas térmicas elevadas, considerando situaciones de alta temperatura y humedad.

1.4.5 CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO

Con el objetivo de garantizar unas condiciones adecuadas de confort térmico y calidad del aire interior, se establecen las condiciones interiores de diseño de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), en particular en lo relativo a las exigencias de confort térmico [MINI21].

Dado que el proyecto contempla distintos recintos con características de uso diferenciadas, se adoptan condiciones específicas para cada uno de ellos.

1.4.5.1 Sala fitness

La sala fitness se considera un espacio destinado a actividad física de intensidad moderada-alta, por lo que se adoptan condiciones de confort estándar para este tipo de recintos.

Las condiciones interiores de diseño son las siguientes:

- Verano:
 - Temperatura operativa: 25 °C
 - Humedad relativa: 50 %

- Invierno:
 - Temperatura operativa: 21 °C
 - Humedad relativa: 45 %

1.4.5.2 Piscina

En el caso de la piscina, las condiciones interiores están más condicionadas por los requisitos higrotérmicos derivados de la presencia de la lámina de agua, según establece el RITE [MINI21] [MINI07].

Se adoptan las siguientes condiciones de diseño:

- Temperatura operativa del aire: 27 °C
- Humedad relativa: 60 %

Asimismo, la temperatura del aire se mantiene aproximadamente entre 1 y 2 °C por encima de la temperatura del agua del vaso, con el objetivo de reducir la evaporación y mejorar el confort térmico de los usuarios, fijando unos valores objetivos de 27 °C y 25 °C respectivamente, en consonancia con los criterios de eficiencia termodinámica sectoriales [KEYT18].

Estas condiciones se mantienen de forma prácticamente constante tanto en invierno como en verano, debido a la necesidad de controlar la humedad y evitar fenómenos de condensación en los cerramientos.

Adicionalmente, se considera una velocidad media del aire en el interior del recinto de piscina comprendida entre 0,15 y 0,20 m/s, con el fin de evitar corrientes molestas y favorecer el confort en un ambiente de elevada humedad.

1.4.6 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

1.4.6.1 Coeficientes

En el cálculo de las cargas térmicas del edificio, se ha tenido en cuenta la influencia de la orientación de los cerramientos exteriores, especialmente en aquellos elementos con mayor exposición solar como fachadas acristaladas.

La radiación solar incidente varía en función de la orientación, siendo las fachadas orientadas al sur, sureste, suroeste y oeste las que presentan mayores ganancias térmicas durante el periodo estival. Por este motivo, dichas orientaciones se consideran más desfavorables en el cálculo de cargas de refrigeración.

En el caso de los cerramientos opacos y huecos acristalados, se han considerado coeficientes de transmisión térmica y factores solares adecuados en función de su tipología constructiva, así como su orientación, con el fin de estimar de forma realista las ganancias térmicas del edificio.

1.4.6.2 Ocupación e iluminación

Para estimar las cargas internas del edificio, se han tenido en cuenta principalmente las aportaciones derivadas de la ocupación y de la iluminación en cada uno de los espacios analizados.

En la sala fitness, la ocupación se ha calculado a partir de la superficie útil disponible, usando una densidad de uso habitual en este tipo de salas. Al tratarse de un espacio donde la actividad física es intensa, el nivel metabólico de los usuarios es elevado, lo que genera aportaciones térmicas importantes, tanto en forma de calor sensible como de humedad.

En cuanto a la zona de piscina, la ocupación se ha estimado considerando tanto a las personas dentro del agua como a las que permanecen en las zonas de playa. Aunque la actividad física en este caso suele ser menor que en la sala fitness, este espacio tiene una particularidad clave:

la aportación de humedad al ambiente es mucho más relevante, lo que influye directamente en las condiciones interiores y en las necesidades de ventilación y deshumidificación.

Zona	Ocupación máxima (personas)
Sala fitness	81
Piscina	61

Tabla 2: Ocupaciones máximas

En cuanto a las cargas por ocupación e iluminación se ha definido lo siguiente:

Piscina:

- Calor sensible ocupantes : 61Kcal/h
- Calor latente ocupantes: 52 Kcal/h
- Iluminación y máquinas: 20 W/m²
- Evaporación piscinas: 163 Kg/h

Sala fitness:

- Calor sensible ocupantes : 57 Kcal/h
- Calor latente ocupantes: 55 Kcal/h
- Sala Fitness (Monitores) 3900 W
- Iluminación y máquinas: 20 W/m²

1.4.6.3 Cerramientos y coeficientes

Para el cálculo de la demanda energética y las cargas térmicas del centro deportivo en Badajoz, se han adoptado valores de transmitancia térmica que garantizan el estricto cumplimiento de los límites máximos permitidos por el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación [MINI19].

Cerramiento	Transmitancia Térmica U [W/(m ² ·K)]
Cristal	3,32
Cristal piscina	2,8
Cerramiento exterior(muros ext)	0,51
Cubierta transitable (tejados)	0,36
Cubierta piscina	0,48
Forjado de techo	1,2
Forjado de suelo (suelos interiores)	1
Partición(tabiques)	1,55

Tabla 3: Características de los cerramientos

Estos coeficientes vienen determinados por la Ley de Fourier (ecuación 1), que fuente el flujo de calor existente entre dos superficies paralelas unitarias por unidad de tiempo en presencia de un gradiente de temperatura unitario.

$$K = \frac{q}{\nabla T}$$

Ecuación 1: Ley de Fourier

1.5 CÁLCULO DE CARGAS DEL EDIFICIO

En este apartado se explica cómo se han calculado las cargas térmicas de los distintos recintos del edificio, con el objetivo de dimensionar correctamente los sistemas de climatización y asegurar las condiciones de confort requeridas.

El análisis se ha hecho considerando las situaciones más exigentes, tanto en verano como en invierno. Para ello, se han tenido en cuenta las características constructivas del edificio, las condiciones climáticas exteriores y las cargas internas asociadas a la ocupación, la iluminación y otros factores.

Las cargas térmicas se han dividido en dos grandes grupos:

- Cargas externas, que incluyen las pérdidas y ganancias de calor a través de los cerramientos, así como la radiación solar que incide sobre el edificio.
- Cargas internas, generadas por las personas, la iluminación y los equipos presentes en cada espacio.

El cálculo se ha realizado utilizando hojas de cálculo desarrolladas específicamente para este fin, lo que permite integrar de forma ordenada todos los parámetros implicados y obtener resultados coherentes.

1.5.1 CARGAS DE VERANO

Para dimensionar el sistema de climatización, se han calculado las cargas térmicas en condiciones de verano, tomando como referencia el escenario más exigente, es decir, aquel con mayor temperatura exterior y máxima radiación solar.

En este análisis se han considerado los distintos mecanismos mediante los cuales se produce la ganancia de calor en los recintos estudiados, los cuales se describen a continuación.

Ganancia solar en cerramientos acristalados:

Para el cálculo de las cargas térmicas en verano se ha tenido en cuenta la ganancia solar a través de los cerramientos acristalados. Esta ganancia depende principalmente de la orientación del hueco, la hora solar considerada, el mes de cálculo, la localidad de proyecto y el factor solar del vidrio.

En este proyecto se han tomado los valores incluidos en la hoja de cálculo para la ciudad de Badajoz, considerando el mes de julio y la hora solar más desfavorable adoptada en el cálculo. Todos los huecos acristalados se han considerado con el mismo tipo de vidrio, aplicando el factor solar correspondiente indicado en la hoja de cálculo [CARR02].

Orientación	Ganancia solar (kcal/h·m ²)
N	41
NE	41
E	41
SE	41
S	82
SO	399
O	459
NO	211

Tabla 4: Ganancia solar cristales

Cargas por transmisión:

Las cargas por transmisión corresponden al paso de calor a través de los cerramientos del edificio, como muros, cubierta y superficies acristaladas debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

Su magnitud depende principalmente de las propiedades de los materiales (especialmente su coeficiente de transmisión térmica) y de la superficie de cada elemento constructivo, así como de las condiciones térmicas a ambos lados del cerramiento.

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta T$$

Ecuación 2: Cálculo de cargas por transmisión

- K: Coeficiente de transmisión de calor
- S: Superficie
- ΔT : Salto térmico

Para el cálculo de las cargas por transmisión interna, no se tiene en cuenta el salto térmico ΔT en los tabiques y particiones interiores que separan otros recintos climatizados del edificio, al considerarse condiciones isotermas. Únicamente se tiene en cuenta el flujo térmico en aquellos cerramientos en contacto directo con el exterior o con espacios no acondicionados.

Cargas internas:

Ocupación:

En la sala fitness, la actividad física implica un nivel de esfuerzo elevado por parte de los usuarios, lo que se traduce en aportaciones térmicas importantes, tanto en forma de calor sensible como de humedad. En la zona de piscina, aunque la intensidad de la actividad suele ser menor, también se consideran las aportaciones generadas por los usuarios.

$$Q_{sensible} = calor\ sensible \cdot ocupantes$$

$$Q_{latente} = calor\ latente \cdot ocupantes$$

Ecuación 3: Cálculo de cargas por ocupación

Iluminación:

Se ha tomado una potencia instalada por metro cuadrado acorde al uso de cada espacio. Esta contribuye directamente a la carga térmica sensible del recinto.

$$Cs\ iluminaci3n = 0,86 \cdot 1,25 \cdot W$$

Ecuación 4: Cálculo de cargas por iluminación

Equipos:

En la sala fitness, el uso de maquinaria deportiva supone una fuente adicional de calor, que se ha incluido dentro del cálculo global de cargas térmicas.

$$C_s \text{ equipos} = 0,86 \cdot W$$

Ecuación 5: Cálculo de cargas por equipos

Cargas por radiación solar:

Las ganancias por radiación solar se producen principalmente a través de las superficies acristaladas y dependen tanto de la orientación de las fachadas como de la intensidad de la radiación incidente en cada momento.

En la sala fitness, la presencia de estos cerramientos acristalados tiene un impacto importante, ya que incrementa de forma notable las cargas de refrigeración durante las horas de mayor insolación, siendo un factor clave a considerar en el dimensionamiento del sistema de climatización.

La fórmula que define la radiación a través del vidrio es:

$$C_s = F \cdot S \cdot G$$

Ecuación 6: Cálculo de cargas por radiación solar en cristales

- F: factor de corrección, condicionado por la temperatura de rocío y altitud de la provincia
- S: Superficie
- G: Ganancia solar

Metodología de cálculo:

El cálculo de las cargas térmicas se ha realizado mediante hojas de cálculo desarrolladas en Excel, donde se integran de forma ordenada todos los parámetros descritos anteriormente.

El detalle completo del proceso puede consultarse en el Anexo 2.1.1 , en el que se incluyen las hojas de cálculo empleadas para el desarrollo de los cálculos.

Resultados:

Recinto	Área (m ²)	Cargas (kcal/h)	Cargas (W)
Sala fitness	649,6	103.610	120.500
Piscina	608,25	100.868	117.300

Tabla 5: Resultados cálculo de cargas verano

1.5.2 CARGAS DE INVIERNO

Para el dimensionamiento del sistema de climatización en invierno, se han evaluado las pérdidas térmicas de los recintos analizados considerando la situación más desfavorable, es decir, con la temperatura exterior más baja prevista.

A diferencia de lo que ocurre en verano, en este caso predominan las pérdidas de calor hacia el exterior. El mecanismo principal es la transmisión térmica a través de los cerramientos del edificio, como muros, cubierta y superficies acristaladas, que permiten la salida de calor desde el interior.

Pérdidas por transmisión:

Las pérdidas por transmisión se deben a la diferencia de temperatura entre el interior climatizado y el exterior, lo que provoca un flujo de calor a través de los cerramientos del edificio, como muros, cubierta y superficies acristaladas.

Su magnitud depende de varios factores: la superficie de cada elemento, su coeficiente de transmisión térmica y el salto térmico entre el interior y el exterior.

$$Q = K \cdot f_v \cdot S \cdot \Delta T$$

Ecuación 7: Cálculo de pérdidas por transmisión

fv: factor de viento

El cálculo de las cargas térmicas en invierno se ha llevado a cabo utilizando hojas de cálculo desarrolladas en Excel, en las que se han considerado las pérdidas por transmisión bajo las condiciones exteriores más desfavorables.

El desarrollo completo del cálculo puede consultarse en el Anexo 2.1.2 donde se incluyen las hojas de cálculo empleadas.

Resultado cargas de invierno:

Recinto	Área (m ²)	Caras (kcal/h)	Cargas (W)
Sala fitness	649,6	31.509,18	36.645
Piscina	608,25	33.040.84	38.426

Tabla 6: Resultado cálculo de cargas invierno

1.6 CÁLCULO ESPECÍFICO DEL VASO DE LA PISCINA

En cuanto al recinto de la piscina el primer paso a dar será determinar las cargas asociadas al vaso de la piscina, que dependen de factores como las condiciones ambientales, ubicación del centro deportivo y ocupación.

1.6.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Las pérdidas térmicas asociadas al vaso de la piscina se han evaluado considerando los mecanismos principales de transferencia de calor en piscinas cubiertas: evaporación de la lámina de agua, convección entre agua y aire, radiación hacia las superficies del recinto y renovación de agua de acuerdo con los modelos de balance energético sectoriales [ATEC20], [CIAT05].

$$Q_{\text{vaso}} = Q_{\text{evap}} + Q_{\text{conv}} + Q_{\text{rad}} + Q_{\text{renov}} + Q_{\text{trans}}$$

Ecuación 8: Cálculo de pérdidas del vaso

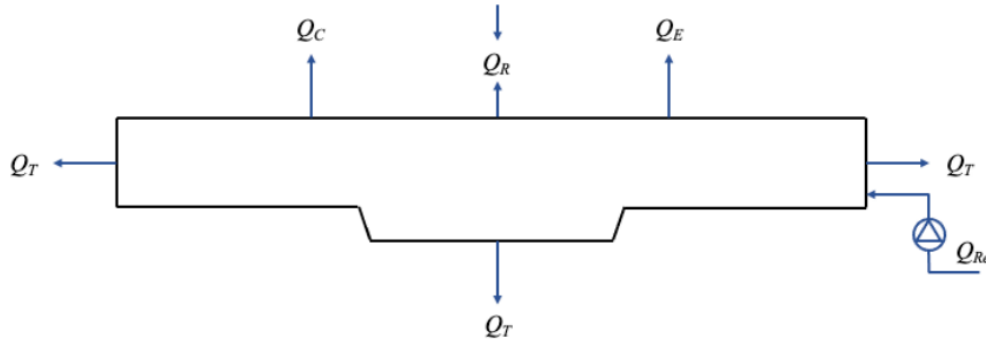


Ilustración 1: Esquema de pérdidas del vaso

La evaporación se ha estimado mediante las ecuaciones propuestas por Bernier y Carreras, ampliamente utilizadas en el dimensionado de sistemas de climatización de piscinas cubiertas [CIAT05].

Datos de partida

- Superficie del vaso: $25 \times 12,5 = 312,5 \text{ m}^2$
- Profundidad media = 1,5 m
- Volumen = $468,75 \text{ m}^3$
- Temperatura del agua: 25 °C
- Temperatura del aire del recinto: 27 °C
- Humedad relativa del recinto: 60 %
- Velocidad del aire sobre la lámina: 0,2 m/s

1.6.2 PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN

Según la fórmula de Bernier:

$$Me = S \cdot [(16 + 133 \cdot n) \cdot (We - Ga \cdot Wa)] + 0,1 \cdot N$$

Ecuación 9: Pérdidas por evaporación; Fórmula de Bernier

- $n = 60/312,5 = 0,192 \text{ nadadores/m}^2$

- $G_a = 0,6$
- $N = 0$
- $v = 0,15 \text{ m/s}$
- $W_e = 0,02157$
- $W_a = 0,02439$

Resultado Bernier: $M_e = 90.0293 \text{ kg/h}$

Evaporación específica: $0,288094 \text{ kg/ m}^2 \cdot \text{h}$

$$M_e = 9 \cdot (W_e - W_a) \cdot \left(1 + \frac{v}{1,2}\right) \cdot S + 0,42 \cdot n + 0,08 \cdot N$$

Ecuación 10:: Pérdidas por evaporación; Fórmula de Carreras

Resultado carreras: $M_e = -8,842 \text{ kg/h}$

Se adopta como valor de diseño el resultado obtenido con la fórmula de bernier. La formulación de carreras no se adopta en este caso, ya que con las hipótesis introducidas no proporciona un resultado físicamente representativo para la evaporación del vaso.

Una vez calculada la masa de agua evaporada en la situación más desfavorable posible, con máxima ocupación en el vaso, haciendo uso de la siguiente fórmula se consiguen las pérdidas por evaporación.

Las pérdidas por evaporación en el contexto de la climatización del vaso de una piscina interior son una de las pérdidas más importantes y serán determinantes a la hora de reformar el sistema de climatización.

$$Q_e = C_v \cdot M_e$$

Ecuación 11: Cálculo de pérdidas por evaporación

$$C_v = 676 \text{ Wh/kg}$$

$$Q_e = 194,75 \text{ W/m}^2$$

Que son 60,86 kW totales

1.6.3 PÉRDIDAS POR RADIACIÓN

El cálculo de pérdidas del vaso debido a la radiación se realiza haciendo uso de la ecuación de Stefan Boltzmann que tiene en cuenta la resta de temperaturas elevadas a la cuarta de los cerramientos interiores y del agua del vaso.

En la situación de esta reforma de instalaciones, teniendo en cuenta que es una piscina cubierta, la temperatura de los cerramientos es inferior a la temperatura del aire interior y con una diferencia poco notable con la temperatura del agua.

El elegir los cerramientos es crucial para la eficiencia del centro acuático. El uso de cerramientos con elevada conductividad térmica causa que la temperatura superficial disminuya, lo que hace que las pérdidas de calor del agua sean más significativas. Es necesario descartar soluciones constructivas ineficientes para evitar que los costos de explotación se eleven demasiado, lo que permitirá que las pérdidas por este concepto permanezcan en niveles marginales.

$$Q_R = E \cdot D \cdot (T_{ag}^4 - T_c^4) [W/m^2]$$

Ecuación 12: Cálculo de pérdidas por radiación

- $D=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$; Constante de Stefan Boltzmann
- $E= 0,95$
- $T_{ag}= 298 \text{ K}$
- $T_c=299 \text{ K}$

$$Q_r = -5,73 \text{ W/m}^2$$

Que son -1,79 kW

Representa una pequeña ganancia hacia el agua, o sea prácticamente despreciable

1.6.4 PÉRDIDAS POR CONVECCIÓN

En cuanto a la convección las pérdidas se calculan con la siguiente fórmula, y lo que se obtiene es parecido a la radiación en cuanto a importancia en las pérdidas totales del vaso. Al ser muy pequeña la diferencia de temperaturas entre el agua del vaso y el aire las pérdidas por convección en una piscina cubierta son prácticamente despreciables.

Una vez empleada la fórmula se obtiene un valor de pérdidas negativo, lo que significa que hay un aporte de calor al ambiente al vaso debido a que la temperatura del aire es superior a la del agua.

$$Q_c = 0,6246 \cdot (T_{ag} - T_a)^{4/3} [W/m^2]$$

Ecuación 13: Cálculo de pérdidas por convección

- $T_{ag}=298$
- $T_a=300$

$$Q_c = 1,57 W/m^2$$

Pérdidas de $-0,48kW$

Como sucede con las pérdidas de radiación en el caso de piscinas cubierta las de convección son despreciables ya que la diferencia entre el agua del vaso de la piscina y la del ambiente tan pequeña.

1.6.5 PÉRDIDAS POR RENOVACIÓN

La normativa higiénico-sanitaria establece una renovación mínima de 30 litros por bañista y día [MINI22]. No obstante, como criterio de diseño del lado de la seguridad para absorber las puntas de máxima ocupación del complejo deportivo, se fija una tasa de renovación de agua nueva del 5% diario, garantizando holgadamente los estándares de calidad del agua.

$$Q_{Re} = V_r \cdot D \cdot C_e \cdot (T_{ag} - T_x) \text{ [kW día]}$$

Ecuación 14: Cálculo de pérdidas por renovación

- $T_x = 9^\circ\text{C}$ en el caso desfavorable
- $C_e = 1,16 \text{ Wh/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- Renovación diaria = 5 % del volumen
- Volumen del vaso: $468,75 \text{ m}^3$
- $V_r = 0,05$
- $D = 1.000 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 1,16 \text{ W} \cdot \text{h/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- $T_{ag} = 25^\circ\text{C}$
- $T_x = 9^\circ\text{C} = 282 \text{ K}$

$$Q_{re} = 928 \text{ Wh/m}^3$$

$$Q_{dia} = 435 \text{ kWh/día}$$

Pérdidas de 18,13 kW

1.6.6 PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

$$Q_T = C_T \cdot S \cdot (T_{ag} - T_{ex}) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Ecuación 15: Cálculo de pérdidas por transmisión

- $C_t = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- $S = 312,5$
- $T_{ag} = 298$
- $T_{ex} = 288$

$$Q_t = 15 \text{ W/m}^2$$

Perímetro: $2(25+12,5) = 75\text{m}$

Superficie lateral: $75 \cdot 1,5 = 112,5 \text{ m}^2$

Superficie total de intercambio con el terreno (Fondo + Laterales) = 425 m^2

Pérdidas = $15 \cdot 425 = 6375 \text{ W} = 6,38 \text{ kW}$

1.6.7 RESULTADOS

<i>Pérdidas</i>	<i>Valor (kW)</i>
<i>Evaporación</i>	60,86
<i>Radiación</i>	-1,79
<i>Convección</i>	-0,48
<i>Renovación</i>	18,13
<i>Transmisión</i>	6,38
<i>Totales:</i>	83,1

Tabla 7: Resultados pérdidas del vaso

Los valores negativos no se consideran errores de cálculo, sino aportes térmicos hacia el vaso dentro de las condiciones interiores adoptadas. La demanda térmica neta se obtiene sumando algebraicamente todos los términos anteriores.

1.6.8 POTENCIA NECESARIA

$$P = \frac{\rho \cdot V \cdot c(T_f - T_i)}{t}$$

Ecuación 16: Cálculo de potencia necesaria para puesta en régimen

- ρ = densidad del agua $\approx 1000 \text{ kg/m}^3$
- V = volumen del vaso
- c = calor específico del agua $\approx 1,16 \text{ Wh/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- T_f = temperatura final del agua
- T_i = temperatura inicial del agua de llenado
- t = tiempo de puesta en régimen
- $V = 468,75 \text{ m}^3$
- $T_f = 25^\circ\text{C}$
- $T_i = 9^\circ\text{C}$
- $t = 96 \text{ h}$

$$P = \frac{1000 \cdot 468,75 \cdot 1,16 \cdot (25 - 9)}{96 \cdot 1000} \approx 90,63 \text{ kW}$$

Además de las pérdidas térmicas del vaso en régimen permanente, se ha estimado la potencia necesaria para la puesta en funcionamiento inicial de la piscina, es decir, la requerida para elevar la temperatura del agua desde la temperatura de llenado hasta la temperatura de consigna. Para ello se adopta un tiempo de puesta en régimen de 96 horas, valor que se considera adecuado para evitar sobredimensionar la instalación únicamente por la fase de arranque. Con un volumen de vaso de $468,75 \text{ m}^3$, una temperatura inicial del agua de 9°C y una temperatura final de 25°C , se obtiene una energía necesaria de 8700 kWh , equivalente a una potencia media de $90,63 \text{ kW}$.

1.7 CONDICIONES DE CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA

Para abordar la climatización de una piscina cubierta han de tenerse en cuenta dos aspectos diferenciados: por un lado, el mantenimiento de las condiciones higrotérmicas del recinto donde se encuentra la piscina, y por otro, el mantenimiento de la temperatura del agua del vaso. Ambos aspectos están conectados entre sí, ya que la evaporación del agua del vaso provoca un incremento en la humedad del ambiente, que constituye una de las pérdidas térmicas más importantes de la piscina.

Para el presente proyecto se han tomado las condiciones interiores de diseño correspondientes a este tipo de recintos, adoptando una temperatura del aire interior superior a la temperatura de agua del vaso, con el objetivo de controlar la evaporación y mejorar las condiciones de confort. Además, se ha considerado un control de la humedad relativa interior, debido a que un exceso de humedad podría generar problemas de condensaciones, corrosión y pérdida de confort de los clientes.

1.7.1 REQUISITOS NORMATIVOS

Para climatizar el agua del vaso, se ha considerado lo que dice el Documento Básico HE 4 del Código Técnico de la Edificación. Este documento establece la contribución mínima de energía renovable necesaria para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria y climatizar piscinas cubiertas [MINI19].

Dicho documento establece que la energía procedente de fuentes renovables o sistemas de energía residual efectiva deben cubrir gran parte de la demanda energética asociada a la climatización de piscinas cubiertas. Sabiendo esto, las soluciones basadas en bombas de calor y equipos con recuperación de calor son realmente relevantes.

La producción térmica se realiza mediante una bomba de calor aire-agua de cuatro tubos, por lo que parte de la energía térmica aportada puede considerarse de origen renovable siempre que el rendimiento estacional del equipo cumpla los requisitos establecidos en el DB-HE 4. Además, en el caso del recinto de la piscina se incorpora una deshumectadora con recuperación de calor, que permite aprovechar energía del proceso de deshumidificación para compensar las pérdidas térmicas del vaso.

1.7.2 NECESIDADES TÉRMICAS DEL VASO DE PISCINA

Para mantener la temperatura del agua de la piscina, es importante calcular las pérdidas de calor que se producen en el vaso. Estas pérdidas se deben a varios factores: la evaporación del agua, la convección del calor, la radiación hacia el exterior, la renovación del agua y la transmisión de calor a través de los cerramientos del vaso. La evaporación es una de las causas principales de estas pérdidas.

Estos mecanismos permiten determinar la energía necesaria para mantener la temperatura del agua de forma constante.

Con los cálculos realizados se han obtenido unas pérdidas permanentes del vaso de aproximadamente 83,1 kW. Además se ha calculado la potencia requerida para la puesta en funcionamiento de la piscina, que corresponde al calentamiento inicial de todo el volumen del agua hasta la temperatura de servicio, siendo esta potencia aproximadamente 90,6 kW.

La potencia de puesta en régimen no se considera una demanda permanente de funcionamiento, sino una necesidad asociada a situaciones de arranque o recuperación de temperatura tras una parada prolongada.

1.7.3 SOLUCIÓN PROPUESTA PARA LA PISCINA

Para el tratamiento del recinto de piscina se ha seleccionado una máquina deshumectadora con recuperación de calor, modelo Sedical DRESY 2111 o equivalente. Este equipo permite realizar simultáneamente el tratamiento del aire del recinto y la recuperación de parte del calor hacia el agua del vaso.

El equipo seleccionado dispone de un caudal nominal de aire de 22.000 m³/h y una capacidad de deshumidificación de 111,1 l/h. Además, según los datos técnicos del fabricante, el modelo DRESY 2111 permite ceder aproximadamente 84,2 kW al agua del vaso de piscina [SEDI23].

Este último valor queda muy cercano a las pérdidas permanentes del vaso calculadas anteriormente, aproximadamente de 83,1 kW, por lo que la máquina seleccionada se considera óptima para suplir las pérdidas térmicas de mantenimiento del agua de la piscina en régimen nominal.

Adicionalmente, se dispone un sistema de apoyo térmico al vaso mediante un intercambiador de placas conectado al circuito de agua caliente de la bomba de calor de cuatro tubos. Este apoyo se plantea principalmente con el objetivo de cubrir la puesta en régimen de la piscina, cuya potencia calculada es de aproximadamente 90,6 kW, así como para posibles situaciones

de funcionamiento desfavorables en las que la recuperación de calor de la deshumectadora no fuese suficiente.

De esta manera, la solución adoptada diferencia entre el aporte principal de recuperación de la máquina deshumectadora, que tiene el foco principal en el mantenimiento térmico del agua del vaso en régimen nominal, y el aporte auxiliar mediante intercambiador de placas, destinado al apoyo térmico del circuito de piscina. Esta configuración permite resolver conjuntamente el control de humedad del recinto, la impulsión y retorno de aire tratado, la recuperación de calor hacia el agua del vaso y el apoyo necesario durante la puesta en funcionamiento de la instalación.

1.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Se ha diseñado el sistema de climatización del edificio de forma que garantice las condiciones interiores de confort térmico, incluso en situaciones climáticas más desfavorables, tanto en época de verano como de invierno. Se han tenido en cuenta las características constructivas del edificio, sus condiciones de uso y las necesidades específicas de cada zona, buscando una solución eficiente desde el punto de vista energético.

1.8.1 UNIDAD EXTERIOR DE CALOR Y FRÍO

La principal producción térmica de la instalación se realiza mediante una bomba de calor aire-agua de cuatro tubos, situada en la cubierta de instalaciones del edificio. Esta solución permite disponer simultáneamente de un circuito de agua fría y un circuito de agua caliente, evitando la necesidad de instalar una enfriadora y una caldera independientes [RHOS24].

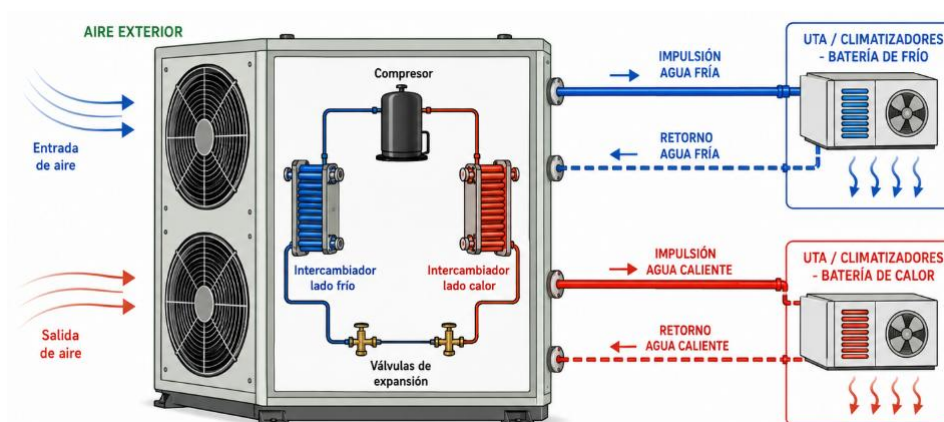


Ilustración 2: Esquema bomba de calor

El equipo seleccionado es una bomba de calor polivalente RHOSS TXAEQY 4160 o equivalente, capaz de alimentar tanto la batería de frío y la batería de calor de la unidad de tratamiento de aire de la sala fitness como el circuito de apoyo térmico al vaso de piscina mediante intercambiador de placas.

Para llevar a cabo la selección del equipo se han considerado las potencias térmicas obtenidas en los apartados anteriores. En régimen de refrigeración, la batería de frío de la UTA de la sala fitness requiere una potencia aproximada de 148,3 kW. El equipo seleccionado dispone de una potencia frigorífica nominal de 152,7 kW, por lo que cubre la demanda calculada.

La instalación de calefacción debe calentar la batería de calor de la UTA, que necesita 63,7 kilovatios. También debe dar calor al vaso de la piscina. En el caso peor, cuando se enciende el vaso, se necesitan 90,6 kilovatios. Entonces, la potencia térmica total máxima que se necesita al mismo tiempo es de 154,3 kilovatios. Esto está completamente cubierto por la potencia calorífica del equipo que hemos elegido, que es de aproximadamente 167,3 kilovatios.

La bomba de calor trabaja con un régimen de agua fría de 7/12 °C y un circuito de agua caliente con salto térmico de 5 °C, adecuado para la alimentación de las baterías de climatización y del intercambiador de apoyo a piscina. Esta solución permite centralizar la producción térmica del edificio, simplificando el sistema hidráulico y mejorando la eficiencia global de la instalación.

Las características principales del equipo seleccionado se resumen a continuación:

Parámetro	Valor
Marca	RHOSS
Modelo	WinPACK EXP TXAEQY 4160
Tipo	Bomba de calor aire-agua polivalente 4 tubos
Potencia frigorífica nominal	152,7 kW
Potencia calorífica nominal	167,3 kW
EER / COP	2,59 / 3,21
Potencia absorbida en frío	59,0 kW
Potencia absorbida en calor	52,1 kW
Nivel sonoro	Potencia= 81 dB(A) Presión= 49 dB(A)
Dimensiones	3450 × 2000 × 1520 mm
Peso	1750 kg
SCOP	3,60
Alimentación eléctrica	400 V / 3 ph / 50 Hz

Tabla 8: Características bomba de calor [RHOS24]

La ficha técnica del equipo se adjunta en el anexo 2.4.2

1.8.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la solución climática de ambos recintos se emplearán, un climatizador para la sala fitness (UTA) y una máquina deshumectadora para la piscina.

1.8.2.1 Climatizador

Para la climatización de la sala fitness se ha seleccionado una Unidad de Tratamiento de Aire, tomando como referencia equipos del estilo TROX X-CUBE o equivalente [TROX23]. Se escoge este tipo de equipo ya que permite integrar en una sola unidad las secciones necesarias para el tratamiento del aire, incluyendo filtración, mezcla de aire exterior y recirculado, baterías de frío y calor, ventiladores y sección de salida.

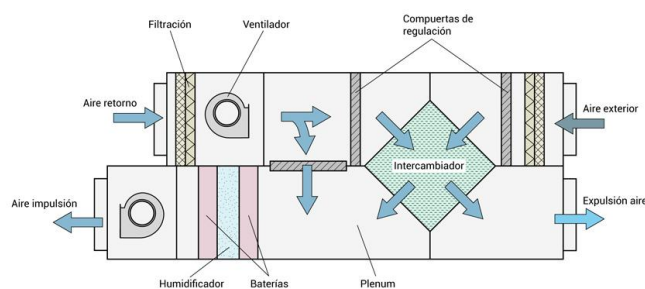


Ilustración 3: Esquema UTA genérico

El equipo seleccionado debe ser capaz de proporcionar el caudal de impulsión necesario para cubrir las cargas térmicas del recinto, además del caudal de ventilación establecido para garantizar la calidad del aire interior. Además, debe contar con las baterías de frío y de calor necesarias para cubrir las potencias en verano e invierno, de acuerdo con los resultados obtenidos en el cálculo psicrométrico.

Los principales datos de diseño considerados para seleccionar el equipo son los siguientes:

Equipo	Zona climatizada	Caudal de impulsión	Caudal de ventilación	Caudal de retorno
UTA-01	Sala fitness	18716 m ³ /h	3499,20 m ³ /h	1521,8 m ³ /h

Tabla 9: Dato de diseño para el climatizador

Las potencias térmicas requeridas por las baterías del climatizador son:

Equipo	Potencia batería de frío	Potencia batería de calor	Caudal agua fría	Caudal agua caliente
UTA-01	148,3 kW	63,7 kW	25,51 m ³ /h	10,95 m ³ /h

Tabla 10: Características de las baterías de climatizador

La UTA seleccionada deberá estar formada, como mínimo, por las siguientes secciones:

- Sección de entrada de aire.
- Sección de mezcla de aire exterior y aire de retorno.
- Sección de filtración.
- Batería de frío.
- Batería de calor.
- Ventilador de impulsión.
- Ventilador de retorno o extracción, si procede según la configuración del equipo.
- Sección de salida.

Con estos datos, se elige una unidad de tratamiento de aire que sea capaz de cubrir las necesidades de climatización de la sala fitness, garantizando el caudal de aire necesario y las potencias térmicas necesarias en las baterías de frío y calor. La selección final del equipo se hará mediante catálogo, comprobando que cumpla con el caudal de aire, las potencias de batería y la presión disponible necesaria para superar las pérdidas de carga de la red de conductos.

1.8.2.2 Máquina Deshumectadora

Como se ha mencionado anteriormente, para la solución climática del recinto de la piscina se ha seleccionado una máquina deshumectadora con recuperación de calor, eligiendo en concreto el modelo Sedical DRESY 2111 [SEDI23]. Este tipo de equipo es especialmente adecuado para recintos con piscina cubierta, debido a que permite controlar la humedad relativa del recinto, tratar el aire de impulsión y a la vez recuperar parte de la energía térmica hacia el agua del vaso.

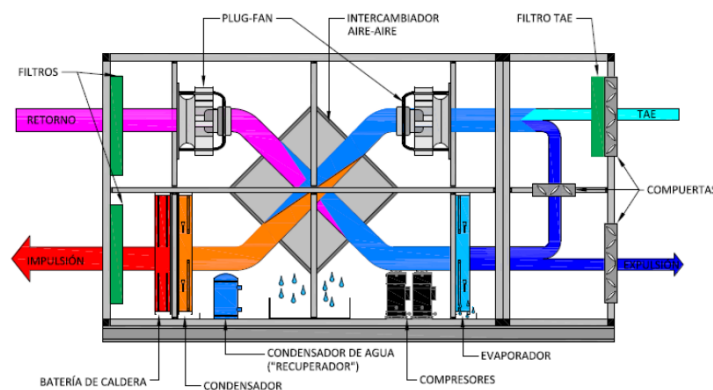


Ilustración 4: Esquema máquina deshumectadora

Para hacer la selección del equipo se ha partido de la masa de agua evaporada calculada en el vaso de la piscina, además del caudal de aire necesario para la climatización del recinto. En dicho cálculo se obtuvo una masa evaporada aproximada de 90,03 kg/h. Para la selección del equipo se busca uno con una capacidad de deshumidificación superior a este valor.

El modelo seleccionado presenta una capacidad de deshumidificación de 111,1 l/h y un caudal nominal de aire de 22.000 m³/h, valores adecuados para cubrir las necesidades del

recinto de piscina. Además, el equipo permite ceder al agua del vaso una potencia térmica aproximada de 84,2 kW, valor muy próximo a las pérdidas permanentes calculadas para el vaso, estimadas en 83,1 kW [SEDI23].

De esta forma, la máquina deshumectadora se considera capaz de cubrir el tratamiento higrotérmico del aire de la piscina y contribuir al mantenimiento térmico del agua del vaso en régimen nominal. Para la puesta en régimen de la piscina y posibles situaciones de funcionamiento desfavorables, se complementa el trabajo de la DRESY con la instalación de un intercambiador de placas conectado al circuito de agua caliente de la bomba de calor de cuatro tubos, tal y como se define en el esquema hidráulico de principio.

Las principales características del equipo seleccionado son las siguientes:

Parámetro	Valor
Equipo	Máquina deshumectadora piscina
Modelo	Sedical DRESY 2111
Caudal nominal de aire	22.000 m³/h
Capacidad de deshumidificación	111,1 l/h
Potencia térmica cedida al agua	84,2 kW
Potencia absorbida total	34,6 kW
Circuitos / compresores	2 / 2
Ventiladores / motores	3 / 3
Dimensiones	1230x3870x2000 mm

Tabla 11: Características máquina deshumectadora piscina [SEDI23]

La ficha técnica del equipo se adjunta en el anexo 2.4.5 .

1.8.3 RED DE CONDUCTOS DE AIRE

Para el dimensionamiento de la red de conductos en este proyecto se aplicará el método de pérdida de carga constante. El método consiste en admitir una pérdida de carga unitaria aproximadamente constante en los distintos tramos de la instalación, tomando valores comprendidos entre 0,08 y 0,10 mm.c.a./m, en función del caudal y de las dimensiones comerciales disponibles para cada conducto [IDAE21].

Para dimensionar la red de conductos de aire de ambos recintos y obtener las pérdidas de carga han de seguirse los siguientes pasos:

1. Definición de los circuitos de aire: En primer lugar se han identificado los principales circuitos de la instalación, diferenciando entre la red asociada al recinto de la sala fitness y la red correspondiente al recinto de la piscina. Para la sala fitness se ha optado por una unidad de tratamiento de aire (UTA) para llevar a cabo tanto la impulsión como el retorno. En el área de la piscina se ha planteado una red de impulsión y retorno asociada a la máquina deshumectadora, que se encarga del tratamiento de la humedad del recinto

2. Determinación del caudal de aire de cada zona: A partir del cálculo de cargas térmicas y del estudio realizado previamente, se obtiene el caudal necesario para la climatización de la sala fitness. En el caso de la piscina, el caudal de aire se ha tomado a partir del valor de impulsión de la máquina deshumectadora seleccionada. Estos caudales se han tenido en cuenta para la impulsión y retorno de cada trazado de conductos.

3. Selección y reparto de elementos terminales: Una vez conocido el valor del caudal necesario en cada red de conductos, se ha definido el número y disposición de los elementos terminales tanto de impulsión como de retorno. En la sala fitness se han distribuido los difusores y rejillas de tal forma que se garantice un reparto homogéneo de aire en la ventilación del recinto, evitando cortocircuitos. En el recinto de la piscina se ha planteado la impulsión mediante toberas ubicadas en la parte alta del recinto y el retorno a través de rejillas bajas situadas en los bancos alicatados de las playas adyacentes al vaso de la piscina. El caudal asignado a cada elemento terminal se ha obtenido dividiendo el caudal total del

circuito entre el número de elementos instalados, ajustando posteriormente la solución en función de la disposición geométrica del recinto y de las limitaciones arquitectónicas existentes.

4. Trazado de la red de conductos: Con los caudales establecidos, se ha realizado el trazado de los conductos en planta, procurando recorridos lo más directos posible y compatibles con la arquitectura del edificio. Se han diferenciado las redes de impulsión y de retorno, así como las subidas y bajadas verticales necesarias para conectar los equipos situados en cubierta con las plantas correspondientes. En el caso de la piscina, se ha dividido el trazado de impulsión en dos ramales laterales para buscar una distribución uniforme del aire tratado. Para el retorno, se ha considerado la captación del aire a través de dos ramales de rejillas, conectados posteriormente con la máquina deshumectadora situada en cubierta.

5. Dimensionamiento de los conductos: El dimensionamiento de cada tramo dentro de la red se ha realizado basándose en el método de pérdida de carga constante, adoptando valores comprendidos entre 0,08 y 0,10 mm.c.a./m. Para cada tramo se ha partido del caudal de aire correspondiente, y se ha obtenido el diámetro equivalente necesario. Más tarde, este diámetro se convirtió en una sección rectangular equivalente que se corresponde con las dimensiones comerciales y con el espacio disponible en el edificio.

Al seleccionar las dimensiones rectangulares se ha tratado de mantener proporciones adecuadas entre el ancho y el alto del conducto, evitando relaciones de aspecto excesivas y favoreciendo una distribución equilibrada de velocidades y pérdidas de carga. Una vez establecidas las dimensiones de los distintos tramos, se procedió al cálculo de las pérdidas de carga de cada circuito. Para ello, se han tenido en cuenta tanto las pérdidas lineales a lo largo de los conductos como las pérdidas singulares originadas por accesorios, cambios de sección, codos y derivaciones, evaluadas mediante el método de longitudes equivalentes.

Para cada red se ha buscado el recorrido más desfavorable, obteniendo la pérdida de carga total correspondiente. También se han considerado las pérdidas asociadas a los elementos

terminales de impulsión y retorno, según los datos de catálogo utilizados en la selección de los mismos.

6. Aplicación del margen de seguridad: Finalmente, se ha aplicado un margen de seguridad del 30% sobre la pérdida de carga total calculada, con el objetivo de contemplar posibles desviaciones de ejecución, pérdidas adicionales no tenidas en cuenta y necesidades posteriores del equilibrado de la instalación. Se ha comparado la presión resultante con la presión disponible de los equipos seleccionados, verificando que las redes de conductos diseñadas se encuentran dentro de valores adecuados para su correcto funcionamiento.

1.8.3.1 Cálculo del climatizador

Con las cargas térmicas de la sala fitness ya determinadas, se dimensiona el climatizador que va a tratar el aire de impulsión del local. Se ha realizado el cálculo a partir de las condiciones interiores y exteriores de diseño, el caudal de ventilación exigido y las cargas sensible y latente obtenidas previamente.

El cálculo psicrométrico completo y las tablas utilizadas se incluyen en el Anexo 2.2.1.1. Climatizadores: cálculo. En esta sección se exponen las hipótesis principales, las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para las baterías de frío y calor del equipo.

Se han usado para el cálculo las siguientes expresiones:

$$C_{total} = C_s + C_l$$

$$F_{cs} = \frac{C_s}{C_{total}}$$

Ecuación 17: Factor de calor sensible

$$Q_i = \frac{C_s}{0,3 \cdot (T_a - T_i)}$$

Ecuación 18: Caudal de impulsión sala fitness

$$Q_r = Q_i - Q_v$$

Ecuación 19: Cálculo caudal de retorno sala fitness

$$T_m = \frac{Q_v \cdot T_{ext} + Q_r \cdot T_a}{Q_i}$$

Ecuación 20: Temperatura de mezcla climatizador

$$H_m = \frac{Q_v \cdot H_{ext} + Q_r \cdot H_a}{Q_i}$$

Ecuación 21: Humedad absoluta del punto de mezcla

donde:

- (Cs) es la carga sensible del local.
- (Cl) es la carga latente del local.
- (FCS) es el factor de calor sensible.
- (Qi) es el caudal total de impulsión.
- (Qv) es el caudal de ventilación.
- (Qr) es el caudal de recirculación.
- (Ta) es la temperatura interior del local.
- (Ti) es la temperatura de impulsión.
- (Tm) es la temperatura de mezcla.
- (Hm) es la humedad absoluta del punto de mezcla.

Para el régimen de verano, las cargas consideradas en la sala fitness son:

- $Cs_{local} = 61764 \text{ kcal/h} = 61764 \text{ fr/h}$
- $Cl_{local} = 8703 \text{ kcal/h} = 8703 \text{ fr/h}$

obteniéndose un factor de calor sensible: $Fs=0,88$

Se adopta una temperatura de impulsión de 14°C , teniendo en cuenta una temperatura interior de 25°C . Con esto, se obtiene un caudal de impulsión necesario de:

$$Q_i = \frac{61764}{0,3 \cdot (25 - 14)} = 18716 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal de ventilación considerado, sacado de la hoja Excel del cálculo de cargas es:

$$Q_v = 3499,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Y se obtiene un caudal de recirculación:

$$Q_r = Q_i - Q_v = 15216,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

A partir de estos valores, se obtiene el punto de mezcla del aire exterior y el aire recirculado:

$$T_m = \frac{3499,20 \cdot 38 + 15216,8 \cdot 25}{18716} = 27,43 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$H_m = \frac{3499,20 \cdot 27 + 15216,8 \cdot 10}{18716} = 13,18 \text{ g/kg}$$

Con los puntos obtenidos en la carta psicrométrica [ASHR21], se determina la potencia necesaria en la batería de frío, separando la parte sensible y latente:

$$\begin{aligned} P_{sens} &= Q_i \cdot 0,3 \cdot (T_m - T_i) = 18716 \cdot 0,3 \cdot (27,43 - 14) = 75406,7 \text{ Fr/h} \\ &= 87,7 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Platen &= Qi \cdot 0,7 \cdot (Hm - Hi(humedades)) = 18716 \cdot 0,7 \cdot (13,18 - 9,2) \\ &= 52142,78 \text{ Fr/h} = 60,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

Ecuación 22: Potencias batería de frío

Por tanto, la potencia total de la batería de frío resulta:

$$P_{total} = P_{sens} + Platen = 127549,5 \text{ fr/h} = 148,3 \text{ kW}$$

Para el cálculo del caudal de agua fría se adopta un régimen de temperaturas de 7/12 °C, correspondiente a una diferencia de temperatura de 5°C:

$$Q_{agua, frío} = \frac{P}{12 - 7} = \frac{127550}{5} = 25510 \text{ l/h} = 25,51 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ecuación 23: Cálculo del caudal agua fría batería UTA

En régimen de invierno, se considera una carga sensible del local de:

- Cs local: 33.040,84 kcal/h

La temperatura interior considerada es de 21 °C y se mantiene el mismo caudal de impulsión obtenido para el régimen de verano. La temperatura de impulsión necesaria en invierno se calcula como:

$$Ti = Ta + \frac{Cs_{inv}}{0,3 \cdot Qi} = 21 + \frac{33040,84}{0,3 \cdot 18716} = 26,88 \text{ °C}$$

Ecuación 24: Cálculo temperatura de impulsión en invierno sala fitness

La temperatura de la mezcla en invierno se obtiene mediante:

$$Tm = \frac{Qv \cdot T_{extinv} + Qr \cdot Ta}{Qi} = \frac{3499,20 \cdot 0,3 + 15216,8 \cdot 21}{18716} = 17,13$$

Ecuación 25: Cálculo temperatura de mezcla en invierno

Sabiendo esto, la potencia necesaria en la batería de calor es:

$$\begin{aligned} Pot. Inv &= Q_i \cdot 0,3 \cdot (T_i - T_m) = 18716 \cdot 0,3 \cdot (26,88 - 17,13) \\ &= 54744,3 \text{ calorif/h} \end{aligned}$$

Ecuación 26: Cálculo potencia batería de calor UTA

Para el cálculo del caudal de agua caliente se adopta un régimen de temperaturas de 50/45 °C, correspondiente a una diferencia de temperatura de 5°C

$$Q_{agua, calor} = \frac{Pot}{\Delta T} = \frac{54744,3}{50 - 45} = 10948,8 \text{ l/h} = 10,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ecuación 27: Cálculo del caudal agua caliente batería UTA

A modo de resumen, estas son las características principales para la selección del climatizador:

Parámetro	Valor
Caudal de impulsión	18.716 m ³ /h
Caudal de ventilación	3.499,20 m ³ /h
Caudal de recirculación	15.216,8 m ³ /h
Potencia batería de frío	148,3 kW
Caudal de agua fría	25,51 m ³ /h
Potencia batería de calor	63,7 kW
Caudal de agua caliente	10,95 m ³ /h

Tabla 12: Características para selección del climatizador

1.8.4 DIMENSIONAMIENTO DE DIFUSORES Y REJILLAS

Una vez definido el caudal de aire de impulsión y retorno de ambos recintos, se hace la selección de elemento terminales de difusión y retorno. Para hacer esta selección se ha partido del caudal unitario asignado a cada elemento, comprobando siempre que la velocidad de salida, alcance, pérdida de carga y nivel sonoro se encuentran dentro de valores adecuados para el uso previsto del local.

En el recinto de la sala fitness se ha optado por difusores de techo para la impulsión, ya que al ser una zona muy abierta, lo que importante es que el aire circule de manera uniforme. De esta forma, se evitan corrientes de aire que puedan molestar a las personas que están allí. El valor del caudal total de impulsión se reparte entre todos los difusores, manteniendo un control sobre el caudal por elemento y nivel sonoro adecuado. Para el retorno se emplean rejillas situadas en tres puntos estratégicos del recinto de forma que favorezcan la circulación de aire en el local evitando cortocircuitos de aire.

En cuanto al recinto de la piscina, para la impulsión se opta por toberas orientables situadas en la parte alta del recinto. Esta solución ayuda a impulsar el aire deshumidificado más lejos. También lo dirige hacia las áreas que más lo necesitan. Así se mueve mejor el aire dentro del espacio y se evita que se forme condensación en las paredes y superficies frías. Para el retorno, se emplean rejillas situadas en los bancos alicatados situados en las playas de la piscina, de forma que se favorezca la captación de aire húmedo en las zonas próximas al vaso.

Los elementos seleccionados para esta solución corresponden a la marca comercial TROX o equivalente basándonos principalmente en el caudal unitario de cada unidad terminal observado en el catálogo [TROX24]. Como se ha comentado anteriormente, para la correcta selección se ha tenido en cuenta el caudal, nivel sonoro, pérdida de carga y velocidad del aire, procurando siempre mantener una solución acorde con el confort térmico de los clientes y la eficiencia del proyecto.

Zona	Elemento	Función	Modelo
Sala fitness	Difusor de techo	Impulsión de aire	TROX VDW 825x72
Sala fitness	Rejilla de retorno	Retorno de aire	TROX AR-AG 625x425
Piscina	Tobera orientable	Impulsión de aire	TROX DUE 400
Piscina	Rejilla de retorno	Retorno de aire	TROX AT-AG 825x325

Tabla 13: Características elementos terminales de difusión [TROX24]

Las dimensiones, caudales unitarios, pérdidas de carga y niveles sonoros de los elementos seleccionados se recogen en las fichas técnicas incluidas en el anexo 2.4.6.

1.8.5 CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA RED HIDRÁULICA

El cálculo y dimensionamiento de la red hidráulica se ha llevado a cabo mediante las hojas Excel de cálculo, a partir de los caudales de agua necesarios en cada circuito y las pérdidas de carga asociadas a los recorridos de tubería, accesorios de equipos y a los elementos de regulación.

La red hidráulica de la instalación está diseñada con dos circuitos principales: uno para agua fría y otro para agua caliente, ambos conectados a la unidad de tratamiento de aire (UTA) de la sala fitness.

Además, cuenta con circuitos hidráulicos adicionales que se encargan del tratamiento térmico del agua de piscina, garantizando una temperatura confortable para los usuarios.

Todo esto es posible gracias a una bomba de calor de 4 tubos, un equipo versátil que suministra simultáneamente agua fría y caliente para alimentar tanto las baterías de la UTA como el circuito de apoyo del vaso de piscina a través de un intercambiador de placas.

Por otro lado, la piscina dispone de la máquina deshumectadora previamente descrita, que se encarga del tratamiento del aire húmedo del recinto y la entrega de calor al agua del vaso. Para esto se ha considerado un circuito hidráulico independiente entre la DRESY y el circuito de recirculación de la piscina.

Se han considerado los siguientes circuitos hidráulicos principales:

- Circuito de agua fría entre la bomba de calor de 4 tubos y la batería de frío de la UTA.
- Circuito de agua caliente entre la bomba de calor de 4 tubos y la batería de calor de la UTA.
- Circuito de apoyo térmico a piscina mediante intercambiador de placas.
- Circuito de recuperación de calor entre la deshumectadora DRESY y el circuito de piscina.

El caudal de agua de cada circuito se obtiene a partir de la potencia térmica correspondiente y del salto térmico adoptado. Para el circuito de agua fría se considera un régimen de 7/12 °C, mientras que para los circuitos de agua caliente se adopta un salto térmico de 5 °C. La expresión empleada es:

$$Q = \frac{P \cdot 0,86}{\Delta T}$$

Ecuación 28: Cálculo de caudal red hidráulica

donde (Q) es el caudal de agua en m³/h, (P) es la potencia térmica en kW y ΔT es el salto térmico del circuito en °C.

Una vez conocido el caudal de cada circuito, se procede al dimensionamiento de las tuberías. Para ello se emplean tablas de pérdida de carga en tuberías de acero, seleccionando el diámetro nominal de forma que se cumplan criterios habituales de diseño hidráulico. Se ha procurado mantener velocidades moderadas, inferiores a 1,8-2 m/s, y pérdidas lineales

inferiores a 20 mm.c.a./m [IDAE21], de acuerdo con el criterio seguido para el dimensionamiento de los circuitos.

Para cada circuito se identifica el recorrido más desfavorable, considerando la longitud real de tubería y las pérdidas auxiliares asociadas a codos, cambios de dirección y accesorios. A partir de la pérdida lineal correspondiente al diámetro seleccionado, se obtiene la pérdida de carga del tramo de impulsión. Posteriormente se considera también el retorno, obteniendo así la pérdida de carga total del recorrido de ida y vuelta.

Además de la pérdida de carga por rozamiento en tuberías, se añaden las pérdidas asociadas a equipos, valvulería y elementos de regulación. En aquellos casos en los que no se dispone de un dato específico de pérdida de carga del fabricante, se adopta un valor estimado de 5 m.c.a. para el equipo correspondiente, junto con 6 m.c.a. adicionales asociados a valvulería y regulación. Por tanto, se considera una pérdida adicional total de 11 m.c.a. en los circuitos correspondientes.

Finalmente, a la pérdida de carga total de cada circuito se le aplica un coeficiente de seguridad del 25 %, obteniéndose la altura manométrica necesaria para la selección de las bombas de circulación.

Los resultados obtenidos para los principales circuitos hidráulicos son los siguientes:

Circuito	Caudal	Diámetro seleccionado	Altura manométrica
Agua fría UTA	25,51 m³/h	DN100 / Ø4"	12,90 m.c.a.
Agua caliente UTA	10,95 m³/h	DN65 / Ø2 1/2"	13,53 m.c.a.
Apoyo piscina- intercambiador	15,58 m³/h	DN80 / Ø3"	13,24 m.c.a.
Recuperación DRESY- piscina	12,07 m³/h	DN65 / Ø2 1/2"	14,07 m.c.a.

Tabla 14: Resultados red hidráulica

Posteriormente, con estos valores se procederá a la selección de las bombas de circulación.

1.8.5.1 Selección de bombas

Para selección las bombas de la red hidráulica se han optado por usar el seleccionador online de la marca Wilo que permite dimensionar las bombas a partir del caudal y la altura manométrica requeridos en cada circuito. Para hacer a selección de cada bomba se ha usado el caudal de diseño y la pérdida de carga calculada previamente.

Se han seleccionado bombas centrífugas in-line de rotor seco de la gama Wilo VeroLine-IPL, que son adecuadas para instalaciones de calefacción, refrigeración y climatización. Para cada bomba se indica el punto de funcionamiento, el modelo seleccionado, el rendimiento hidráulico, la potencia en el eje y, cuando está disponible, el valor de NPSH [WILO25].

B-01: la bomba del circuito de agua fría de la UTA impulsa un caudal de diseño de 25,51 m³/h y debe vencer una altura manométrica de 14,66 m.c.a., considerando un coeficiente de seguridad del 25 % sobre la pérdida de carga calculada.

Bomba seleccionada: Wilo VeroLine-IPL 65/110-2,2/2 PN 10.

En el punto de funcionamiento, la bomba proporciona un caudal de 25,69 m³/h y una altura de 14,87 m.c.a., con un rendimiento hidráulico del 67,21 %, una potencia en el eje de 1,55 kW y un NPSH de 4,09 m. La bomba dispone de conexiones DN65 PN10 y una potencia nominal del motor de 2,20 kW.

B-02: la bomba del circuito de agua caliente de la UTA impulsa un caudal de diseño de 10,95 m³/h y debe vencer una altura manométrica de 15,38 m.c.a., considerando un coeficiente de seguridad del 25 % sobre la pérdida de carga calculada.

Bomba seleccionada: Wilo VeroLine-IPL 65/120-3/2 PN 10.

En el punto de funcionamiento, la bomba proporciona un caudal de 11,88 m³/h y una altura de 18,11 m.c.a., con un rendimiento hidráulico del 39,11 % y una potencia en el eje de 1,49 kW. La bomba dispone de conexiones DN65 PN10 y una potencia nominal del motor de 3,00 kW.

B-03: la bomba del circuito de apoyo térmico a piscina mediante intercambiador impulsa un caudal de diseño de 15,58 m³/h y debe vencer una altura manométrica de 15,04 m.c.a., considerando un coeficiente de seguridad del 25 % sobre la pérdida de carga calculada.

Bomba seleccionada: Wilo VeroLine-IPL 65/110-2,2/2 PN 10.

En el punto de funcionamiento, la bomba proporciona un caudal de 15,62 m³/h y una altura de 15,11 m.c.a., con un rendimiento hidráulico del 53,02 % y una potencia en el eje de 1,21 kW. La bomba dispone de conexiones DN65 PN10 y una potencia nominal del motor de 2,20 kW.

B-04: la bomba del circuito de recuperación de calor entre la deshumectadora DRESY y el circuito de piscina impulsa un caudal de diseño de 12,07 m³/h y debe vencer una altura manométrica de 15,99 m.c.a., considerando un coeficiente de seguridad del 25 % sobre la pérdida de carga calculada.

Bomba seleccionada: Wilo VeroLine-IPL 50/130-2,2/2 PN 10.

En el punto de funcionamiento, la bomba proporciona un caudal de 12,75 m³/h y una altura de 17,83 m.c.a., con un rendimiento hidráulico del 45,82 %, una potencia en el eje de 1,37 kW y un NPSH de 0,94 m. La bomba dispone de conexiones DN50 PN10 y una potencia nominal del motor de 2,20 kW.

1.8.6 INTERCAMBIADOR DE APOYO

Como apoyo térmico al vaso de piscina se dispone un intercambiador de placas, identificado como ICP-01, conectado al circuito de agua caliente procedente de la bomba de calor de cuatro tubos. Su función es aportar calor adicional al circuito del vaso de piscina, especialmente durante la puesta en régimen de la instalación y en posibles condiciones de funcionamiento desfavorables.

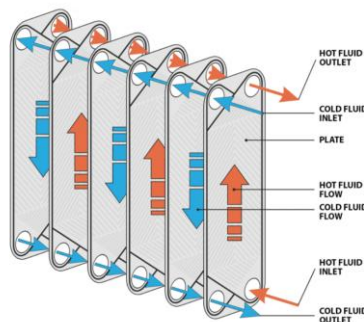


Ilustración 5: Esquema intercambiador de placas

La máquina deshumectadora DRESY 2111 seleccionada permite recuperar calor hacia el agua del vaso, aportando aproximadamente 84,2 kW, valor muy próximo a las pérdidas permanentes calculadas para la piscina, estimadas en 83,1 kW. No obstante, la potencia necesaria para la puesta en régimen del vaso se ha estimado en 90,6 kW, por lo que se

incorpora un intercambiador de apoyo que permita cubrir dicha demanda mediante el circuito de agua caliente de la bomba de calor.

El intercambiador de placas se sitúa en la sala de instalaciones de piscina, junto al sistema de filtración y al depósito de compensación, permitiendo su conexión con el circuito de recirculación del agua del vaso. Esta disposición permite mantener separado el circuito cerrado de climatización, procedente de la bomba de calor, del circuito de agua de piscina, evitando la mezcla directa entre ambos fluidos.

Para el dimensionamiento del circuito primario del intercambiador se considera la potencia de puesta en régimen del vaso:

$$P = 90,6 \text{ kW}$$

Adoptando un salto térmico de 5°C en el circuito de agua caliente se obtiene un caudal:

$$Q = (0,86 \cdot P) / \Delta T$$

$$Q = \frac{0,86 \cdot 90,6}{5} = 15,58 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por tanto, el circuito de apoyo al intercambiador se dimensiona para un caudal de 15,58 m³/h. Este caudal circula por el lado primario del intercambiador, correspondiente al circuito de agua caliente de climatización, impulsado por la bomba B-03. El lado secundario del intercambiador se conecta al circuito de recirculación de la piscina.

Como selección de equipo se adopta como referencia un intercambiador de placas desmontable Sedical UFP-65 HE o equivalente, con placas de acero inoxidable AISI 316L, adecuado para aplicaciones con agua tratada de piscina. El equipo deberá ser capaz de transmitir una potencia térmica mínima de 90,6 kW, con conexiones compatibles con los diámetros de la instalación y con una pérdida de carga admisible para el circuito hidráulico proyectado [SEDI24].

Para el cálculo de pérdidas de carga del circuito se ha considerado una pérdida en el intercambiador de 2.000 mm.c.a., valor adoptado como referencia para el dimensionamiento de la bomba de circulación. La selección definitiva del número de placas y la pérdida de carga exacta del equipo se ajustará en función de la ficha técnica del fabricante o de un equipo equivalente que cumpla las condiciones de potencia, caudal, materiales y conexiones indicadas.

Las principales características del intercambiador serían las siguientes:

Parámetro	Valor
Equipo	Intercambiador de placas de apoyo a piscina
Modelo	Sedical UFP-65 HE o equivalente
Potencia térmica mínima	90,6 kW
Caudal primario	15,58 m ³ /h
Salto térmico considerado	5°C
Material de placas	Acero inoxidable AISI 316L
Aplicación	Apoyo térmico al vaso de piscina
Pérdida de carga considerada	2.000 mm.c.a.

Tabla 15: Características intercambiador de placas

2. ANEXOS

2.1 CÁLCULO DE CARGAS

Se adjuntan las hojas Excel del cálculo de cargas en ambos recintos para los regímenes de verano e invierno

2.1.1 CARGAS EN VERANO

2.1.1.1 Recinto Sala Fitness

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto: Reforma de instalaciones de climatizacion sala fitness										8 de junio de 2026		
Planta: PRIMERA		Zona: SALA CARDIOVASCULAR										
DIMENSIONES: X = 649,60 m2					HORA SOLAR: 15		BADAJOZ					
CONCEPTO	SUPERFICIE	GAN. SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES: JULIO							
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES		CONDICIONES	BS	BH	%HR	TR	Gr / Kgr
NORTE	Cristal	m2 x 41	x 0,48	353	Exteriores		38,0	28,0	61		20,1	
NE	Cristal	m2 x 41	x 0,48		Interiores		25,0	18,0	50		10,0	
ESTE	Cristal	m2 x 41	x 0,48		DIFERENCIA		13,0				10,1	
SE	Cristal	17,93 m2 x 41	x 0,48		CALOR LATENTE					TOTALES		
SUR	Cristal	m2 x 82	x 0,48		Infiltración		m3/h x 10,1	x 0,72				
SO	Cristal	m2 x 399	x 0,48		Personas		81	Personas	x 55	4.455		
OESTE	Cristal	m2 x 459	x 0,48		Aplicaciones							
NO	Cristal	m2 x 211	x 0,48		SUBTOTAL		4.455					
Claraboya	45,00 m2 x 546	x 0,48	11.794		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%	446			
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL 4.901					
NORTE	Pared	m2 x 6,2	x 0,51	835	Aire Ext.		3.499,20 m3/h x 10,1	x 0,15	BF x 0,72	3.802		
NE	Pared	m2 x 7,9	x 0,51		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL 8.703							
ESTE	Pared	m2 x 9,0	x 0,51		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL 70.466							
SE	Pared	121,28 m2 x 13,5	x 0,51		CALOR AIRE EXTERIOR					TOTALES		
SUR	Pared	21,03 m2 x 15,7	x 0,51		Sensible		3.499,20 m3/h x 13,0	x (1- 0,15 BF) x 0,3	11.600			
SO	Pared	m2 x 15,1	x 0,51		Latente		3.499,20 m3/h x 10,1	x (1- 0,15 BF) x 0,72	21.544			
OESTE	Pared	m2 x 12,4	x 0,51		SUBTOTAL		33.143					
NO	Pared	m2 x 7,3	x 0,51		GRAN CALOR TOTAL		103.610					
Tejado-Sol	649,60 m2 x 19,0	x 0,36	4.443									
Tejado-Sombra	m2 x 5,1	x 0,36										
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES		A.D.P.					
Total Cristal	62,93 m2 x 13,0	x 3,32	2.716		FACTOR CALOR SENSIBLE	61.764	Efec. Sens. Local	=	0,88			
Tabiques LNC	m2 x 6,5	x 1,55				70.466	Efec. Total Local					
Techo LNC	m2 x 6,5	x 1,20			ADP Indicado= °C							
Suelo	649,60 m2 x 6,5	x 1,00	4.222		ADP Seleccionado= 12 °C							
Suelo exterior	m2 x 13,0	x 1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (Q impulsión)							
Puertas	m2 x 13,0	x 2,00			Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - 12 ADP)=		11,05					
Infiltración	m3/h x 13,0	x 0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	61.764	Sensible Local	=	18.632			
CALOR INTERNO					TOTALES		Observaciones:					
Personas	81	Personas x 57	4.617									
Alumbrado	12.992	Wattios x 0,86	x 1,25	13.966								
Aplicaciones, etc.		12.992	x 0,86	11.173								
Potencia		x										
Ganancias Adicionales		x										
SUBTOTAL					54.288							
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %		5.429					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					59.717							
Aire Exterior	3.499,20 m3/h x 13,0	x 0,15	BF x 0,3	2.047								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					61.764							

2.1.1.2 Recinto Piscina

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																							
Proyecto:		Reforma de instalaciones de climatizacion de la piscina										8 de junio de 2026											
Planta:		BAJA			Zona:		PISCINA																
DIMENSIONES:		X		=		608,25 m2			HORA SOLAR:		15												
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES:		JULIO		BADAJOZ									
GANANCIA SOLAR-CRISTAL									TOTALES		CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr		
NORTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48				Exteriores	38,0	28,0	61			20,1							
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48				Interiores	27,0		60										
ESTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48				DIFERENCIA	11,0					20,1							
SE	Cristal		m2 x	41	x	0,48				CALOR LATENTE				TOTALES									
SUR	Cristal		m2 x	82	x	0,48				Infiltración	m3h x	20,1	x	0,72									
SO	Cristal	55,11	m2 x	399	x	0,48		10.555		Personas	61	Personas	x	52							3.172		
OESTE	Cristal		m2 x	459	x	0,48				Aplicaciones													
NO	Cristal		m2 x	211	x	0,48				SUBTOTAL				3.172									
	Claraboya		m2 x	546	x	0,48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD				10		%				317			
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS									TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				3.489								
NORTE	Pared		m2 x	4,3	x	0,51				Aire Ext.	2.635,20	m3h x	20,1 x	0,15	BF x 0,7						5.709		
NE	Pared		m2 x	6,0	x	0,51				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				9.198									
ESTE	Pared		m2 x	7,1	x	0,51				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				61.125									
SE	Pared		m2 x	11,6	x	0,51				CALOR AIRE EXTERIOR				TOTALES									
SUR	Pared		m2 x	13,8	x	0,51				Sensible	2.635,20	m3h x	11,0 x (1-	0,15 BF	) x 0,3						7.392		
SO	Pared	94,14	m2 x	13,2	x	0,51		634		Latente	2.635,20	m3h x	20,1 x (1-	0,15 BF	) x 0,72						32.352		
OESTE	Pared		m2 x	10,5	x	0,51				SUBTOTAL				39.743									
NO	Pared		m2 x	5,4	x	0,51				GRAN CALOR TOTAL				100.868									
	Tejado-Sol	608,25	m2 x	17,1	x	0,36		3.744		A.D.P.													
	Tejado-Sombra		m2 x	3,2	x	0,36				FACTOR CALOR SENSIBLE	51.927	Efec. Sens. Local	=	0,85									
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS									TOTALES		ADP Indicado=				°C								
Total Cristal		55,11	m2 x	11,0	x	3,32		2.013		ADP Seleccionado=				12				°C					
Tabiques LNC			m2 x	5,5	x	1,55				CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (0 impulsión)													
Techo LNC			m2 x	5,5	x	1,20				▲ T=(1-0,15 BF)x[°C Lo(				27,0		-		12		ADP]=		12,75	
Suelo		295,75	m2 x	5,5	x	1,00		1.627		CAUDAL DE AIRE M3/H				51.927		Sensible Local		=		13.576			
Suelo exterior			m2 x	11,0	x	1,10				0,3 X				12,75		▲ T							
Puertas		7,92	m2 x	11,0	x	2,00		174		Observaciones:													
Infiltración		4,00	m3h x	11,0	x	0,30		13															
CALOR INTERNO									TOTALES														
Personas		61	Personas	x	61			3.721															
Alumbrado		12.165	Wattios x 0,86	x	1,25			13.077															
Aplicaciones, etc.			12.165	x	0,86			10.462															
Potencia				x																			
Ganancias Adicionales				x																			
SUBTOTAL									46.020														
COEFICIENTE DE SEGURIDAD									10		%				4.602								
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL									50.622														
Aire Exterior		2.635,20	m3h x	11,0	x	0,15	BF x 0,3	1.304															
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL									51.927														

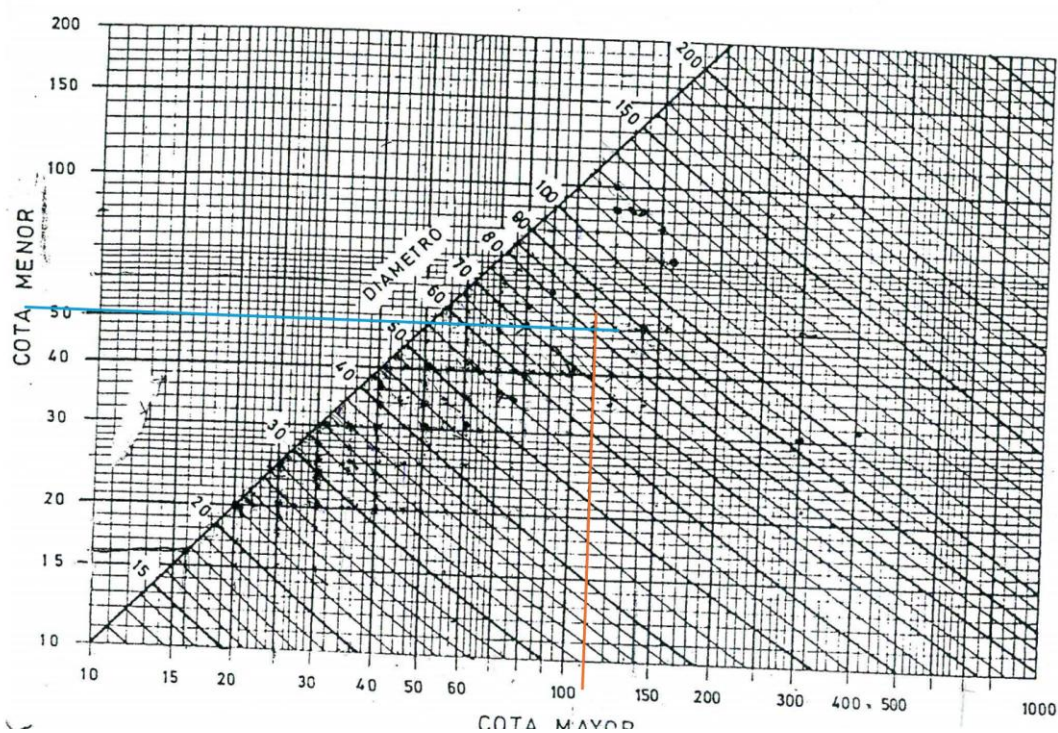
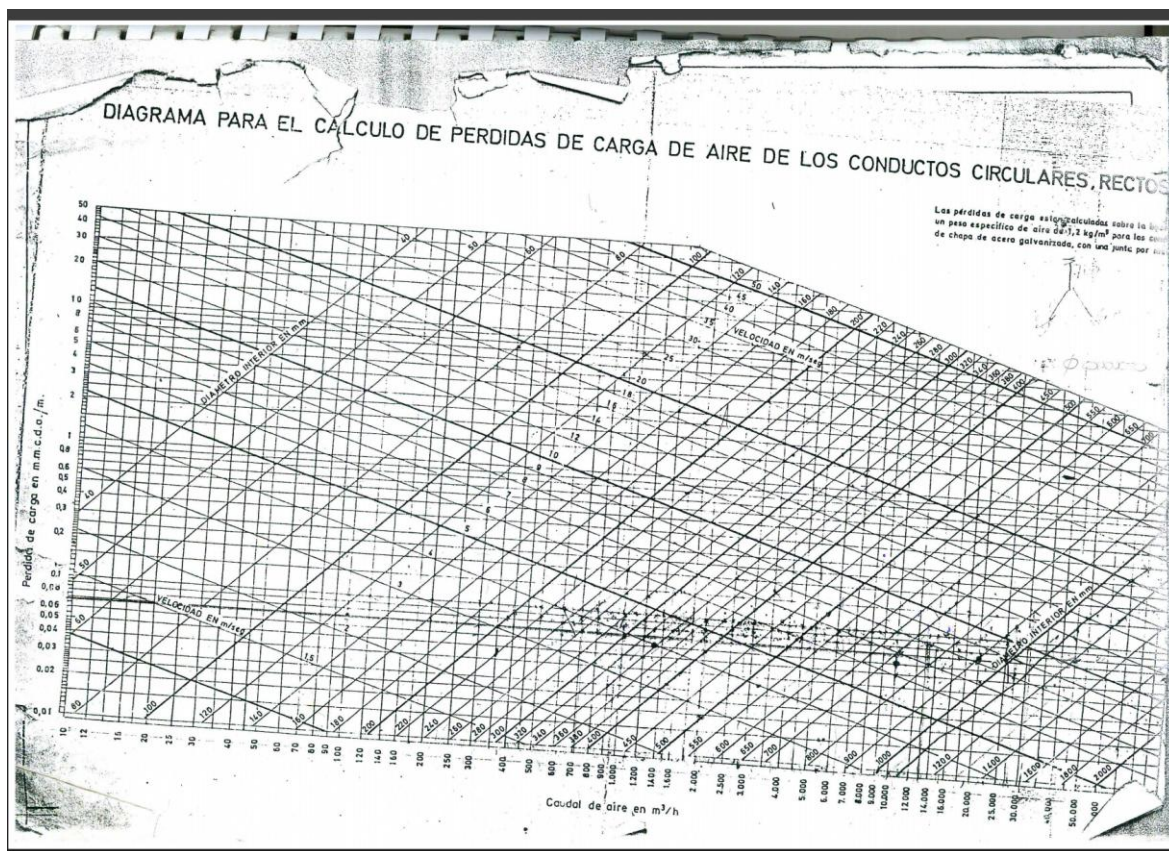
2.1.2 CARGAS EN INVIERNO

2.1.2.1 Recinto Sala Fitness

PÉRDIDAS POR TRANSMISION INVIERNO									
CIUDAD		BADAJOZ							
Temp. Exterior		-1,00 °C							
Temp. Interior		21,00 °C							
Temp. TERRENO		10,00 °C							
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Superficie (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001									
CRISTAL	N				3,32	22,0	1,35	1,15	
CRISTAL	NE				3,32	22,0	1,35	1,15	
CRISTAL	E				3,32	22,0	1,25	1,15	
CRISTAL	SE				3,32	22,0	1,15	1,15	
CRISTAL	S			17,9	3,32	22,0	1,00	1,15	1.506,05 Kcal/h
CRISTAL	SO				3,32	22,0	1,10	1,15	
CRISTAL	O				3,32	22,0	1,20	1,15	
CRISTAL	NO				3,32	22,0	1,25	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	N				0,51	22,0	1,20	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NE				0,51	22,0	1,20	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	E				0,51	22,0	1,15	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SE			66,7	0,51	22,0	1,10	1,15	946,69 Kcal/h
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	S			3,5	0,51	22,0	1,00	1,15	45,16 Kcal/h
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SO				0,51	22,0	1,05	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	O				0,51	22,0	1,10	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NO				0,51	22,0	1,15	1,15	
CUBIERTA	H			649,6	0,36	22,0	1,00	1,15	5.916,56 Kcal/h
SUELO (en contacto con el terreno)					1,10	11,0	1,00	1,15	
SUELO EXTERIOR					1,10	22,0	1,00	1,15	
SUELO O TECHO A LNC					1,00	11,0	1,00	1,15	
TABIQUE A LNC (Superficies a Locales No Climatizados)					1,55	11,0	1,00	1,15	
CARGA DE VENTILACIÓN	Q (m3/h)								
AIRE EXTERIOR	3499,2								23.094,72 Kcal/h
TOTAL									31.509,18 Kcal/h

2.1.2.2 Recinto Piscina

PÉRDIDAS POR TRANSMISION INVIERNO									
CIUDAD	BADAJOS								
Temp. Exterior	-1,00 °C								
Temp. Interior	21,00 °C								
Temp. TERRENO	10,00 °C								
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Superficie (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
002									
CRISTAL	N				3,32	22,0	1,35	1,15	
CRISTAL	NE				3,32	22,0	1,35	1,15	
CRISTAL	E				3,32	22,0	1,25	1,15	
CRISTAL	SE				3,32	22,0	1,15	1,15	
CRISTAL	S				3,32	22,0	1,00	1,15	
CRISTAL	SO			55,1	3,32	22,0	1,10	1,15	5.091,92 Kcal/h
CRISTAL	O				3,32	22,0	1,20	1,15	
CRISTAL	NO				3,32	22,0	1,25	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	N				0,51	22,0	1,20	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NE				0,51	22,0	1,20	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	E				0,51	22,0	1,15	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SE				0,51	22,0	1,10	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	S				0,51	22,0	1,00	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SO			94,1	0,51	22,0	1,05	1,15	1.275,42 Kcal/h
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	O				0,51	22,0	1,10	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NO				0,51	22,0	1,15	1,15	
CUBIERTA	H			608,3	0,36	22,0	1,00	1,15	5.539,94 Kcal/h
SUELO (en contacto con el terreno)					1,10	11,0	1,00	1,15	
SUELO EXTERIOR					1,10	22,0	1,00	1,15	
SUELO O TECHO A LNC				295,8	1,00	11,0	1,00	1,15	3.741,24 Kcal/h
TABIQUE A LNC (Superficies a Locales No Climatizados)					1,55	11,0	1,00	1,15	
CARGA DE VENTILACIÓN	Q (m3/h)								
AIRE EXTERIOR	2.635,20 m3/h								17.392,32 Kcal/h
TOTAL									33.040,84 Kcal/h



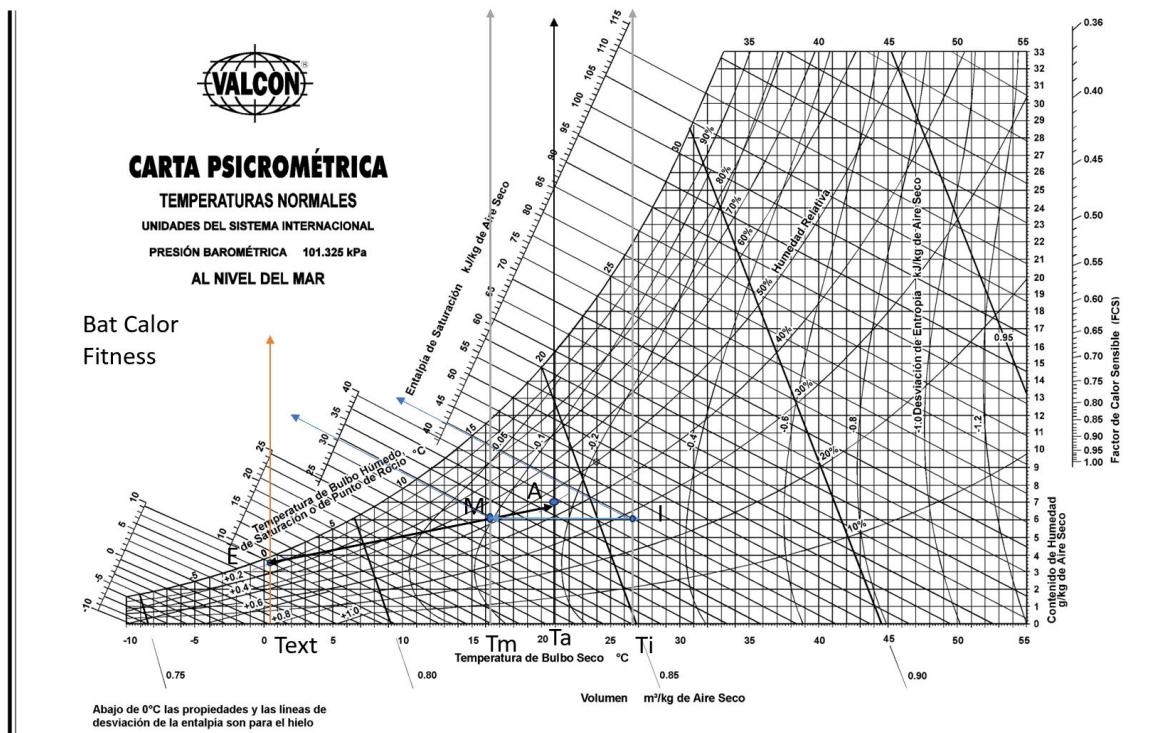
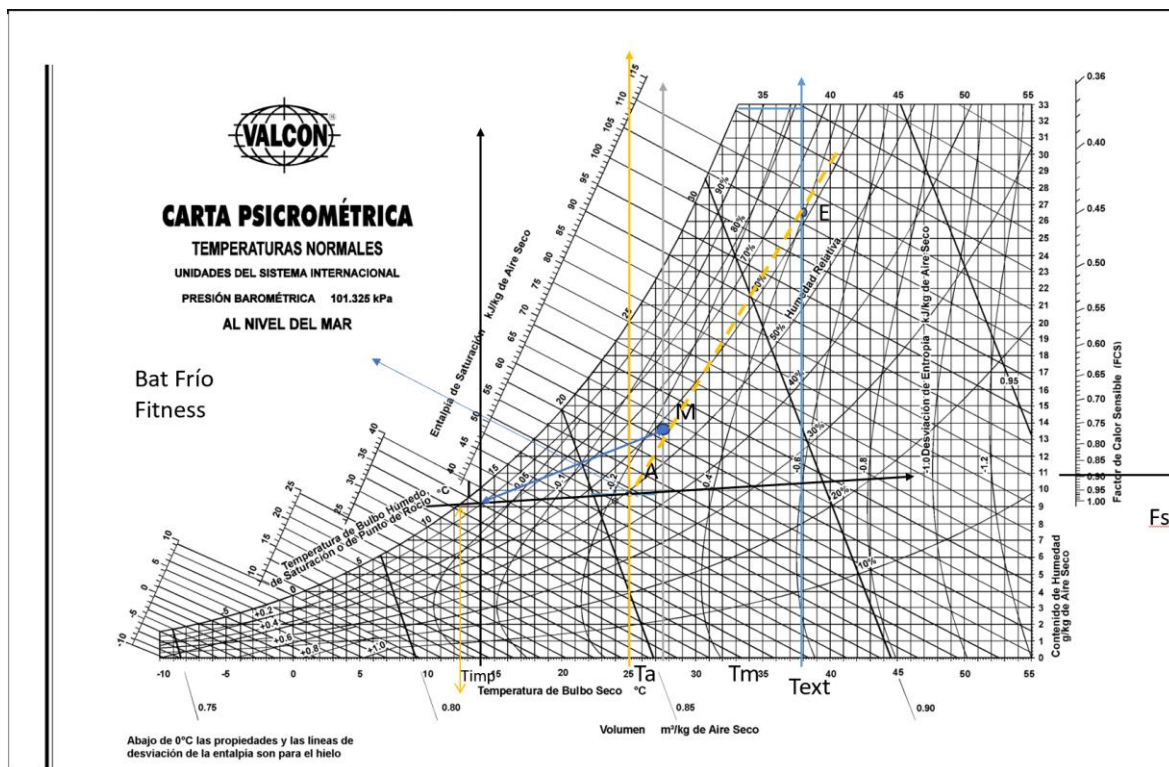
LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS

v (m/s)	n=	
	REDUCCIÓN	DERIVACIÓN
1	0,20	0,33
1,5	0,46	0,75
2	0,82	1,33
2,5	1,27	2,07
3	1,83	2,98
3,5	2,50	4,06
4	3,26	5,30
4,5	4,13	6,71
5	5,09	8,28
5,5	6,16	10,02
6	7,34	11,93
6,5	8,61	14,00
7	9,98	16,23
7,5	11,46	18,63
8	13,04	21,20
8,5	14,72	23,93
9	16,50	26,83
9,5	18,39	29,90
10	20,38	33,13
10,5	22,46	36,52
11	24,65	40,08
11,5	26,95	43,81
12	29,34	47,70
12,5	31,84	51,76
13	34,43	55,98
13,5	37,13	60,37
14	39,94	64,93
14,5	42,84	69,65
15	45,84	74,53
15,5	48,95	79,58
16	52,16	84,80
16,5	55,47	90,18
17	58,88	95,73
17,5	62,40	101,45
18	66,02	107,33
18,5	69,73	113,37
19	73,55	119,58
19,5	77,48	125,96
20	81,50	132,50

LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE CODOS A 90° CON RELACIÓN R/D = 1,25

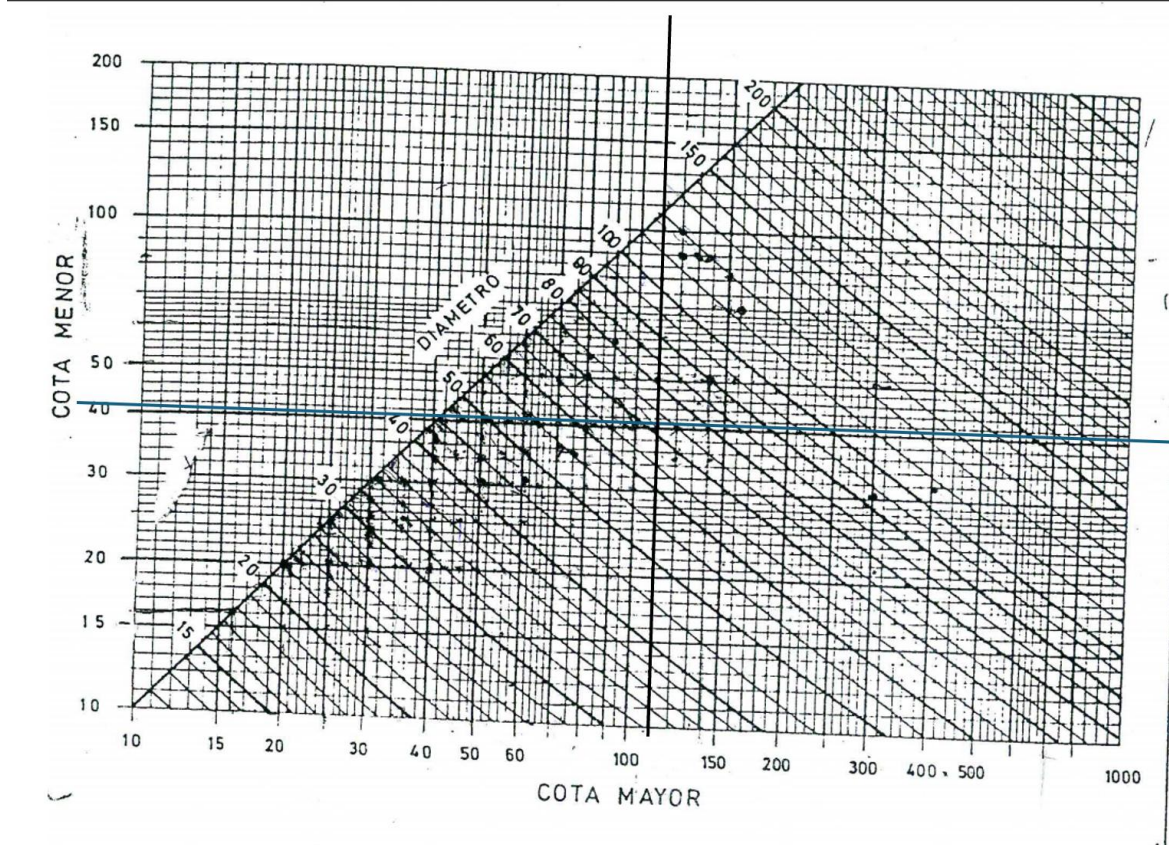
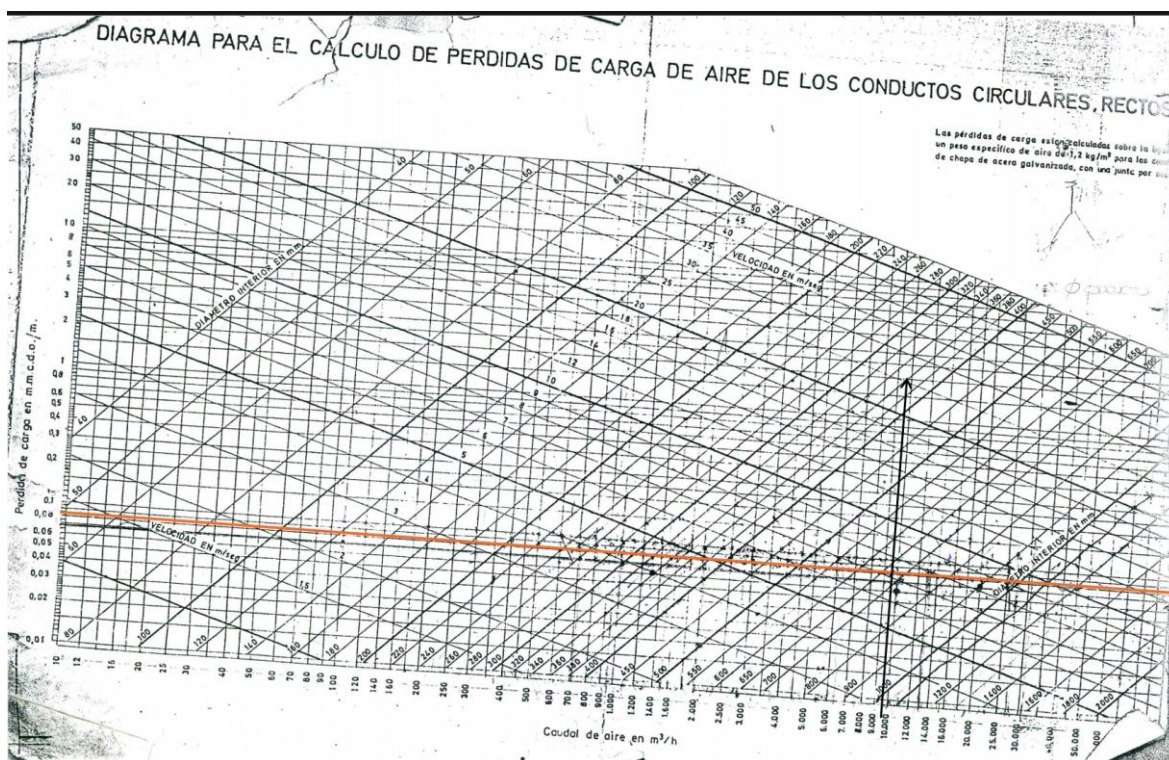
alto (mm) ancho (mm)	1200	900	750	600	500	400	300	250	200	150
2400	9,22	7,38	6,51	5,65	4,67					
1800	8,25	6,9	6,2	5,05	4,42	3,8	3,56			
1500	8	6,51	5,65	4,77	4,18	3,56	2,95			
1200	7,67	5,9	5,28	4,42	4,18	3,26	2,62	2,4	2,39	
1050		5,9	5,03	4,42	3,87	3,25	2,66	2,4	2,08	
900		5,6	4,79	4,14	3,53	2,98	2,7	2,36	2,08	
800			4,76	4,11	3,54	2,95	2,33	2,08	1,72	
700				3,84	3,54	2,95	2,33	2,08	1,72	
600				3,74	3,26	2,91	2,33	2,05	1,75	1,47
500					3,25	2,66	2,05	1,8	1,47	1,17
400						2,66	2,05	1,76	1,47	1,17
300							2,05	1,76	1,47	1,15
250								1,47	1,19	1,19
200									1,16	0,88
150										0,88

2.2.1.1 Carta psicrométrica climatizador



Concepto	Batería de frío	Batería de calor
Caudal aire exterior Q_v	3.499,20 m^3/h	3.499,20 m^3/h
Caudal de impulsión Q_i	18.716 m^3/h	18.716 m^3/h
Caudal de retorno Q_r	15.216,8 m^3/h	15.216,8 m^3/h
Temperatura interior	25 °C	21 °C
HR interior	50 %	45 %
Temperatura exterior	38 °C	0,3 °C
HR exterior	61 %	92 %
Temperatura de impulsión	14 °C	26,88 °C
Temperatura de mezcla	27,43 °C	17,13 °C
Entalpía de mezcla	62 kJ/kg = 14,8 kcal/kg	31 kJ/kg = 7,4 kcal/kg
Entalpía de impulsión	36 kJ/kg = 8,6 kcal/kg	42 kJ/kg = 10,0 kcal/kg
Humedad absoluta mezcla	13,18 g/kg	6 g/kg
Humedad absoluta impulsión	9,2 g/kg	6 g/kg
Tadp	12,8 °C	—
Factor bypass	0,098	—
Potencia sensible	75.407 frig/h = 87,7 kW	—
Potencia latente	52.143 frig/h = 60,6 kW	—
Potencia total	127.550 frig/h = 148,3 kW	54.744 kcal/h = 63,7 kW
Régimen agua adoptado	7/12 °C	50/45 °C
Caudal de agua	25.510 l/h = 25,51 m^3/h	10.949 l/h = 10,95 m^3/h

Tabla 16: Resumen datos del climatizador sala fitness



2.3 RED DE TUBERÍAS

A continuación, se adjuntan las hojas de cálculo utilizadas para tuberías y bombas, junto con las tablas requeridas para su elaboración



ANEXOS

Página 1

Página 1

73

Página 1

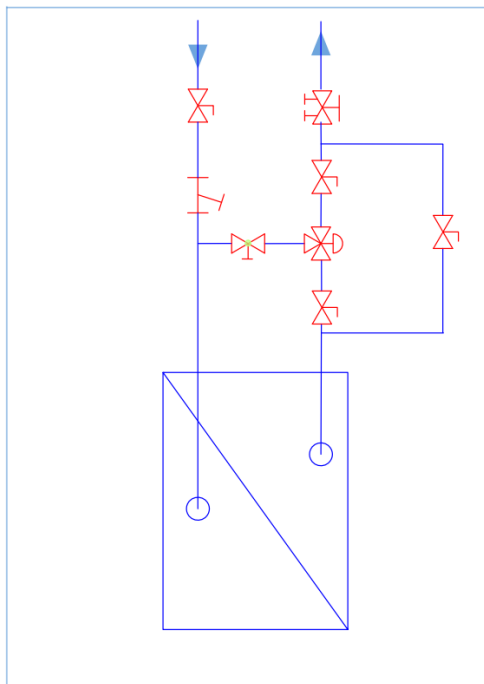
75



ANEXOS

76

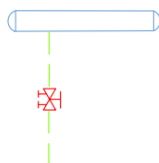
CONEXIÓN BATERIA CLIMATIZADORES



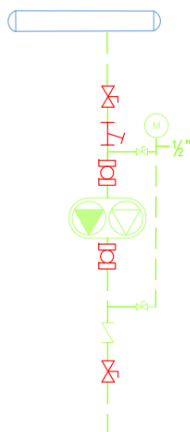
-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS
-  VÁLVULA DE ASIENTO O GLOBO

DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

RETORNO DE BOMBA



IMPULSIÓN



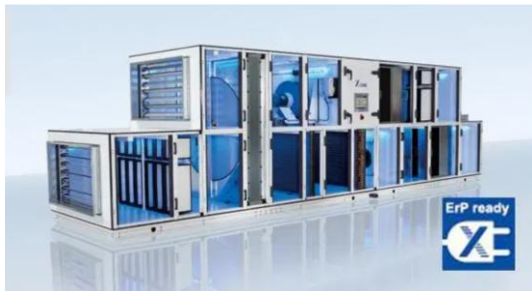
-  VÁLVULA DE CORTE TIPO MARIPOSA PARA $\varnothing > 2"$
-  VÁLVULA DE CORTE TIPO BOLA PARA $\varnothing \leq 2"$
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS
-  MANGUITO ANTIVIBRATORIO

2.4 CATÁLOGOS DE EQUIPOS/DESCRIPCIONES

En este apartado se presentan las fichas técnicas y catálogos de los equipos y elementos que se van a usar en el sistema de climatización.

2.4.1 CLIMATIZADOR

Se adopta una unidad de tratamiento de aire modular tipo TROX X-CUBE / X-CUBE X2, apta para caudales de hasta 25.000 m³/h, configurada para las condiciones de diseño de la sala fitness.



X-CUBE

Las unidades X-CUBE ofrecen un número ilimitado de opciones de configuración lo que convierte a esta serie en el sistema perfecto para cualquier proyecto. Por su calidad, rendimiento, flexibilidad, fiabilidad, eficiencia energética e higiene, X-CUBE establece nuevos estándares en el tratamiento de aire.

- Indicadas para instalaciones que requieren caudales de aire de hasta 100 000 m³/h
- Fabricación a medida de los equipos
- Ejecución estándar en cumplimiento con la normativa higiénica VDI 6022
- Construcción flexible con bastidor cubierto exteriormente por paneles su totalidad
- Rotura de puente térmico
- Posibilidad de integración en el sistema de gestión del edificio (BMS)
- Disponibles en ejecución higiénica especial, según DIN 1946/4, indicada para hospitales y laboratorios, así como en ejecución para instalación intemperie

Caudal impulsión: 18.716 m³/h

Caudal retorno: 15.216,8 m³/h

Aire exterior: 3.499,2 m³/h

Presión externa impulsión: 150 Pa

Presión externa retorno: 150 Pa

Batería de frío: 148,3 kW

Batería de calor: 63,7 kW

Agua fría: 7/12 °C

Agua caliente: 50/45 °C

Caudal agua fría: 25,51 m³/h

Caudal agua caliente: 10,95 m³/h

Ubicación: cubierta

Dimensiones orientativas: 6 x 3 m

2.4.2 BOMBA 4 TUBOS

WinPACK EXP

TXAEY 4150÷4340

Capacidad en frío 137,7+339,6 kW

Capacidad en caliente 150,3+372,4 kW



Unidades polivalentes con TER hasta 7,9

Gestión MASTER/SLAVE integrada

Incentivos fiscales*



EXPSystems – Sistema ecológico polivalente con condensación por aire y ventiladores helicoidales.

Serie de compresores herméticos scroll y gas refrigerante R410A.

Características de fabricación

- Compresor: hermético rotativo tipo scroll con protección térmica y resistencia del cárter.
- 4 etapas de parcialización de elevada eficiencia con cargas parciales.
- Intercambiadores principal y secundario: de placas de acero inoxidable del tipo de flujos cruzados, con resistencia antihielo, aislamiento de goma de poliuretano expandido de células cerradas y presostato diferencial de flujo de agua.
- Intercambiador del lado del aire: de batería de aletas con tubos de cobre y aletas de aluminio.
- Ventilador: electroventiladores de tipo helicoidal con rotor externo, protección térmica interna y rejillas de protección contra accidentes. Los electroventiladores están equipados con un dispositivo electrónico proporcional para la regulación continua de la velocidad de rotación.
- Control: electrónico con microprocesador, con lógica Adaptive Function Plus.
- Estructura: de chapa de acero galvanizada y barnizada

con polvos de poliéster.

• Además, la unidad incluye:

- Interruptores magnetotérmicos en compresores y ventiladores.
- válvula de expansión electrónica;
- visualización de alta/baja presión del circuito frigorífico;
- gestión Master/Slave de hasta 4 unidades en paralelo;
- tarjeta reloj;
- gestión Variable Primary Flow (VPF_R).

Versiones

- T - Versión de alta eficiencia.
- Q - Versión súper silenciada con insonorización del compartimento técnico de los compresores y ventiladores de velocidad reducida.

WinPACK EXP TXAEY 4150÷4340



Modelos

- TXAETY: unidad EXPsystems.
- TXAEQY: unidad EXPsystems súper silenciada.

Accesorios montados en fábrica

- PUMP con electrobomba individual o doble, de las que una se encuentra en modo espera con accionamiento automático. Las electrobombas se encuentran disponibles en los equipos de baja o alta presión de impulsión.
- TANK&PUMP con depósito de acumulación integrado de 440 a 700 litros (en función de los tamaños) y electrobomba individual o doble, con depósito de expansión, válvulas de purga de aire, válvula de seguridad y manómetro del lado del agua.
- Gestión de las bombas del inversor para poner en marcha la unidad.
- Gestión VPF_R del lado de la recuperación.
- Control de condensación con ventiladores con motor EC.
- Control de condensación mediante ventiladores con sobrepresión (solo versión T)
- Condensadores de corrección del factor de potencia ($\cos\phi > 0,94$).
- Limitación forzada de la absorción eléctrica.
- Limitación forzada del ruido.
- Medidor de parámetros energéticos.
- Optimización de la eficiencia energética.
- Soft starter.
- Insonorización del compartimento técnico de los compresores.
- Cascos afónicos en los compresores.
- Llaves en las líneas de aspiración e impulsión del circuito frigorífico.
- Detector de pérdidas de refrigerante (leak detector).
- Manómetros de alta y baja presión del circuito frigorífico.
- Válvulas de seguridad dobles.

- Filtros metálicos o mallas de protección de las baterías.
- Baterías cobre/cobre o cobre/aluminio prebarnizado.
- Control mín./máx. tensión de alimentación.
- Doble valor de consigna mediante señal digital.
- Valor de consigna variable mediante señal analógica 4-20 mA.
- Resistencia del cuadro eléctrico, depósito de acumulación, electrobombas si están presentes.
- Interfaces para la comunicación serie con otros dispositivos.
- Soportes anti-vibraciones.

Accesorios suministrados por separado

- Teclado remoto con display.
- Supervisores Rhoss para el seguimiento y la gestión a distancia de la unidad.
- Secuenciador Rhoss para la gestión integrada de varias enfriadoras.

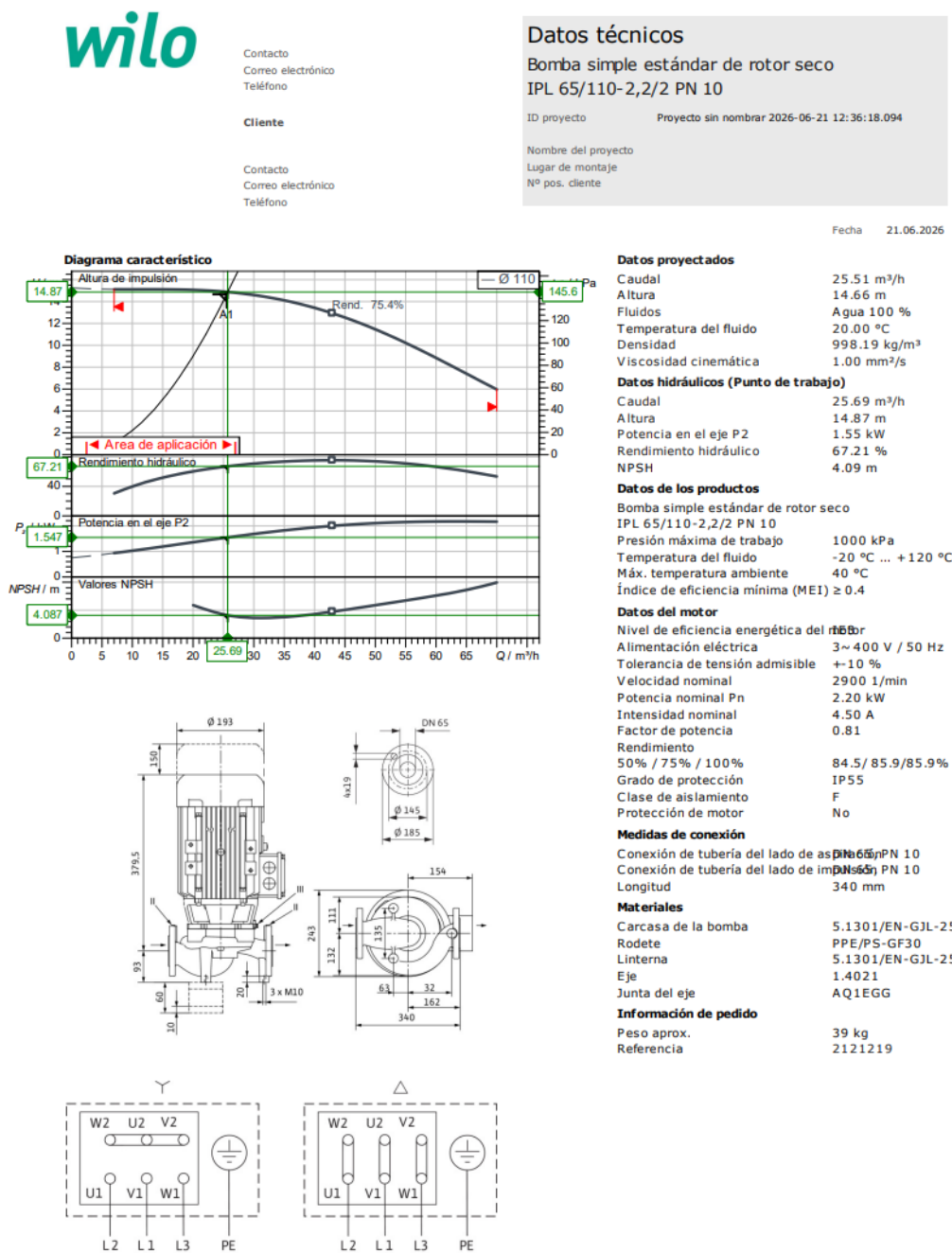
Datos técnicos

MODELO TXAETY		4150	4160	4190	4220	4240	4270	4300	4340
FUNCIONAMIENTO EN REFRIGERACIÓN (MODALIDAD AUTOMATIC 1)									
❶ Potencia frigorífica nominal	kW	145,7	162,7	193,7	219,7	237,7	268,7	303,6	339,6
❶ Potencia consumida	kW	49,4	56,5	65,9	77,4	85,8	94	105,4	120,4
❶ E.E.R.		2,95	2,88	2,94	2,84	2,77	2,86	2,88	2,82
FUNCIONAMIENTO EN REFRIGERACIÓN + RECUPERACIÓN TOTAL (MODALIDAD AUTOMATIC 2)									
❶ Potencia frigorífica nominal	kW	149,8	169,5	201,7	230,1	251,7	279,5	314,7	351,5
❶ Potencia térmica de recuperación	kW	192,1	217,5	257,5	296,2	324,4	358,4	404,5	452,6
❶ T.E.R.		7,75	7,7	7,84	7,61	7,57	7,74	7,63	7,59
FUNCIONAMIENTO EN CALEFACCIÓN (MODALIDAD SELECT 1-2 AUTOMATIC 3)									
❶ Potencia térmica nominal	kW	155,4	171,3	211,3	241,3	261,4	292,4	329,4	372,4
❶ Potencia absorbida	kW	48,1	53,4	66	74,9	81,4	91,4	102,3	116,4
❶ C.O.P.		3,23	3,21	3,2	3,22	3,21	3,2	3,22	3,2
MODELO TXAEQY		4150	4160	4190	4220	4240	4270	4300	4340
FUNCIONAMIENTO EN REFRIGERACIÓN (MODALIDAD AUTOMATIC 1)									
❶ Potencia frigorífica nominal	kW	137,7	152,7	183,7	206,7	225,7	258,7	288,7	327,6
❶ Potencia consumida	kW	52,2	59	66,8	79,2	89,6	92,7	104,6	115,4
❶ E.E.R.		2,64	2,59	2,75	2,61	2,52	2,79	2,76	2,84
FUNCIONAMIENTO EN REFRIGERACIÓN + RECUPERACIÓN TOTAL (MODALIDAD AUTOMATIC 2)									
❶ Potencia frigorífica nominal	kW	150,3	169,9	202,3	230,7	252,3	280,2	315,4	352,3
❶ Potencia térmica de recuperación	kW	192,5	217,9	258	296,8	324,9	358,9	405,1	453,2
❶ T.E.R.		7,81	7,74	7,9	7,65	7,6	7,77	7,68	7,63
FUNCIONAMIENTO EN CALEFACCIÓN (MODALIDAD SELECT 1-2 AUTOMATIC 3)									
❶ Potencia térmica nominal	kW	150,3	167,3	202,3	231,3	251,3	279,4	316,4	357,4
❶ Potencia absorbida	kW	46,5	52,1	62,6	71,4	78	86,5	97,4	110
❶ C.O.P.		3,23	3,21	3,23	3,24	3,22	3,23	3,25	3,25
MODELO TXAETY - TXAEQY		4150	4160	4190	4220	4240	4270	4300	4340
❶ Presión sonora TXAETY	dB(A)	54	55	57	57	58	60	61	62
❶ Presión sonora TXAEQY	dB(A)	48	49	51	51	52	54	55	56
❶ Potencia sonora TXAETY	dB(A)	86	87	89	89	90	92	93	94
❶ Potencia sonora TXAEQY	dB(A)	80	81	83	83	84	86	87	88
Compresor scroll/etapas	n.º	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Circuitos	n.º	2	2	2	2	2	2	2	2
Alimentación eléctrica	V-ph-Hz	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50
DIMENSIONES Y PESOS									
L – Anchura	mm	3450	3450	4800	4800	4800	4800	5300	5300
H – Altura	mm	2000	2000	2030	2030	2030	2030	2030	2030
P – Profundidad	mm	1520	1520	2090	2090	2090	2090	2090	2090
❶ Peso TXAETY	kg	1670	1685	2405	2550	2610	2750	3030	3250
❶ Peso TXAEQY	kg	1735	1750	2495	2640	2700	2840	3120	3340
PRESTACIONES ENERGÉTICAS ESTACIONALES									
MODELO TXAETY PRESTACIONES ESTACIONALES EN CALEFACCIÓN									
❸ Pdesignh (EN 14825)	kW	136	152	187	213	232	259	292	331
❸ SCOP (EN 14825)		3,61	3,59	3,58	3,6	3,55	3,53	3,58	3,49
❸ ηs	%	142	141	140	141	139	138	140	137
MODELO TXAEQY PRESTACIONES ESTACIONALES EN CALEFACCIÓN									
❸ Pdesignh (EN 14825)	kW	132	148	179	205	223	247	281	318
❸ SCOP (EN 14825)		3,63	3,6	3,68	3,66	3,59	3,69	3,66	3,62
❸ ηs	%	142	141	144	144	141	144	143	142

- Datos con las siguientes condiciones:
- ❶ Aire: 35 °C – Agua: 12/7 °C.
 - ❶ Aire: 7 °C B.S. – 6 °C B.U. – Agua: 40/45 °C.
 - ❶ Agua salida evaporador: 7 °C, caudal nominal. Agua salida recuperación: 45 °C, caudal nominal.
 - ❶ En campo abierto (Q = 2) a 10 m de la unidad.

2.4.3 BOMBAS RED HIDRÁULICA

B-01



B-02

wilo

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

Cliente

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

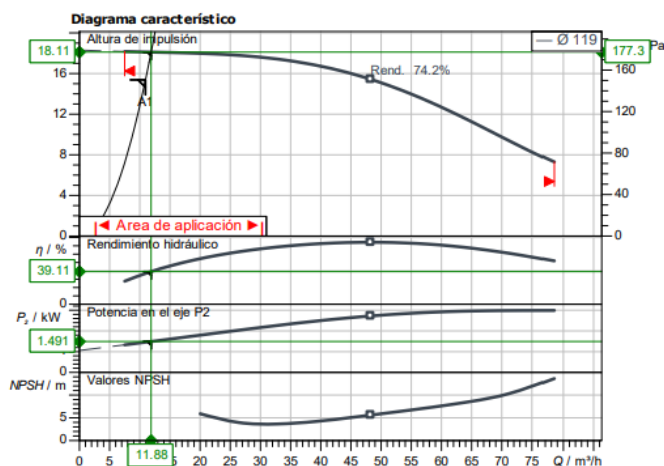
Datos técnicos

Bomba simple estándar de rotor seco
IPL 65/120-3/2 PN 10

ID proyecto Proyecto sin nombrar 2026-06-21 12:36:18.094

Nombre del proyecto
Lugar de montaje
Nº pos. cliente

Fecha 21.06.2026



Datos proyectados

Caudal 10.95 m³/h
Altura 15.38 m
Fluidos Agua 100 %
Temperatura del fluido 20.00 °C
Densidad 998.19 kg/m³
Viscosidad cinemática 1.00 mm²/s

Datos hidráulicos (Punto de trabajo)

Caudal 11.88 m³/h
Altura 18.11 m
Potencia en el eje P₂ 1.49 kW
Rendimiento hidráulico 39.11 %
NPSH

Datos de los productos

Bomba simple estándar de rotor seco
IPL 65/120-3/2 PN 10
Presión máxima de trabajo 1000 kPa
Temperatura del fluido -20 °C ... +120 °C
Máx. temperatura ambiente 40 °C
Índice de eficiencia mínima (MEI) ≥ 0.4

Datos del motor

Nivel de eficiencia energética del motor
Alimentación eléctrica 3~400 V / 50 Hz
Tolerancia de tensión admisible +10 %
Velocidad nominal 2900 1/min
Potencia nominal Pn 3.00 kW
Intensidad nominal 6.15 A
Factor de potencia 0.79
Rendimiento 50% / 75% / 100%
Grado de protección IP55
Clase de aislamiento F
Protección de motor No

Medidas de conexión

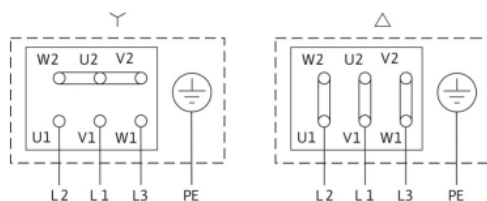
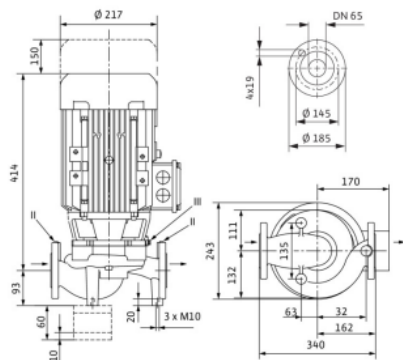
Conexión de tubería del lado de aspiración DN 65
Conexión de tubería del lado de impulsión DN 65
Longitud 340 mm

Materiales

Carcasa de la bomba 5.1301/EN-GJL-250
Rodete PPE/PS-GF30
Linterna 5.1301/EN-GJL-250
Eje 1.4021
Junta del eje AQ1EGG

Información de pedido

Peso aprox. 44 kg
Referencia 2121220



B-03

wilo

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

Cliente

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

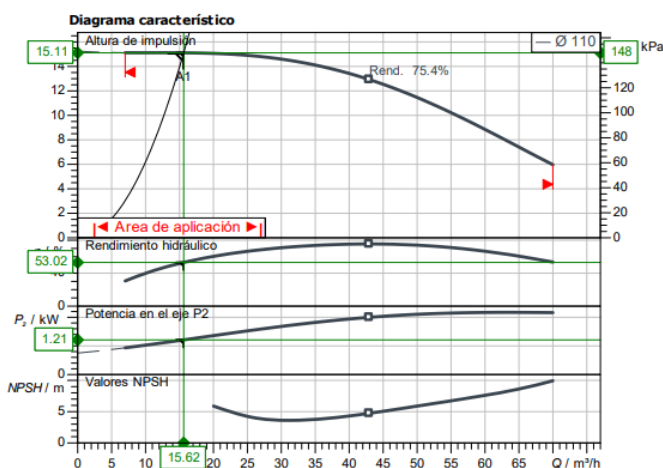
Datos técnicos

Bomba simple estándar de rotor seco
IPL 65/110-2,2/2 PN 10

ID proyecto Proyecto sin nombrar 2026-06-21 12:36:18.094

Nombre del proyecto
Lugar de montaje
Nº pos. cliente

Fecha 21.06.2026



Datos proyectados

Caudal: 15.58 m³/h
Altura: 15.04 m
Fluidos: Agua 100 %
Temperatura del fluido: 20.00 °C
Densidad: 998.19 kg/m³
Viscosidad cinemática: 1.00 mm²/s

Datos hidráulicos (Punto de trabajo)

Caudal: 15.62 m³/h
Altura: 15.11 m
Potencia en el eje P2: 1.21 kW
Rendimiento hidráulico: 53.02 %
NPSH

Datos de los productos

Bomba simple estándar de rotor seco
IPL 65/110-2,2/2 PN 10
Presión máxima de trabajo: 1000 kPa
Temperatura del fluido: -20 °C ... +120 °C
Máx. temperatura ambiente: 40 °C
Índice de eficiencia mínima (MEI) ≥ 0.4

Datos del motor

Nivel de eficiencia energética del motor: 100 %
Alimentación eléctrica: 3~400 V / 50 Hz
Tolerancia de tensión admisible: +10 %
Velocidad nominal: 2900 1/min
Potencia nominal Pn: 2.20 kW
Intensidad nominal: 4.50 A
Factor de potencia: 0.81
Rendimiento: 50 % / 75 % / 100 %
Grado de protección: IP55
Clase de aislamiento: F
Protección de motor: No

Medidas de conexión

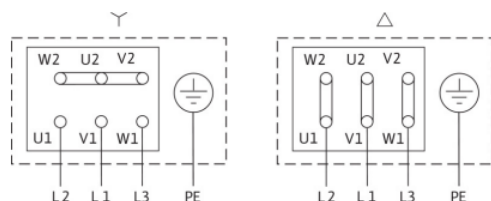
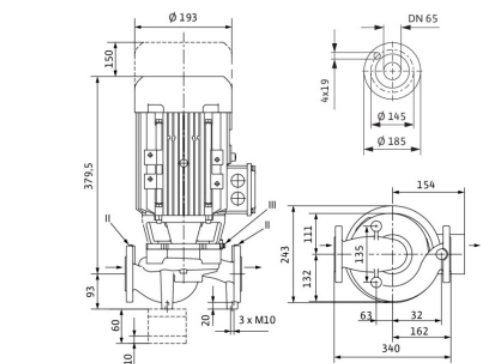
Conexión de tubería del lado de aspiración: DN 65
Conexión de tubería del lado de impulsión: DN 65
Longitud: 340 mm

Materiales

Carcasa de la bomba: 5.1301/EN-GJL-250
Rodete: PPE/PS-GF30
Linterna: 5.1301/EN-GJL-250
Eje: 1.4021
Junta del eje: AQ1EGG

Información de pedido

Peso aprox.: 39 kg
Referencia: 2121219



B-04

wilo

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

Cliente

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

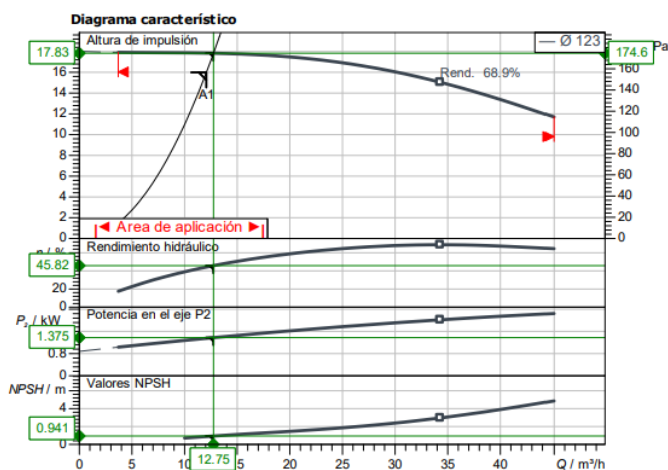
Datos técnicos

Bomba simple estándar de rotor seco
IPL 50/130-2,2/2 PN 10

ID proyecto Proyecto sin nombrar 2026-06-21 12:36:18.094

Nombre del proyecto
Lugar de montaje
Nº pos. cliente

Fecha 21.06.2026



Datos proyectados

Caudal 12.07 m³/h
Altura 15.99 m
Fluidos Agua 100 %
Temperatura del fluido 20.00 °C
Densidad 998.19 kg/m³
Viscosidad cinemática 1.00 mm²/s

Datos hidráulicos (Punto de trabajo)

Caudal 12.75 m³/h
Altura 17.83 m
Potencia en el eje P2 1.37 kW
Rendimiento hidráulico 45.82 %
NPSH 0.94 m

Datos de los productos

Bomba simple estándar de rotor seco
IPL 50/130-2,2/2 PN 10
Presión máxima de trabajo 1000 kPa
Temperatura del fluido -20 °C ... +120 °C
Máx. temperatura ambiente 40 °C
Índice de eficiencia mínima (MEI) ≥ 0.4

Datos del motor

Nivel de eficiencia energética del motor 100 %
Alimentación eléctrica 3~400 V / 50 Hz
Tolerancia de tensión admisible ±10 %
Velocidad nominal 2900 1/min
Potencia nominal Pn 2.20 kW
Intensidad nominal 4.50 A
Factor de potencia 0.81
Rendimiento 50 % / 75 % / 100 %
Grado de protección IP55
Clase de aislamiento F
Protección de motor No

Medidas de conexión

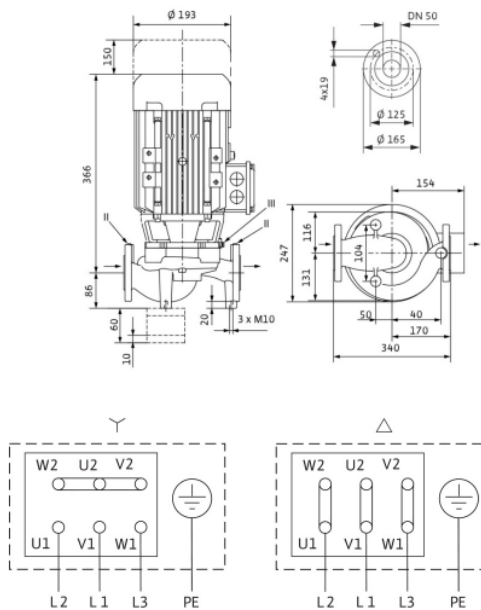
Conexión de tubería del lado de aspiración DN 50 PN 10
Conexión de tubería del lado de impulsión DN 50 PN 10
Longitud 340 mm

Materiales

Carcasa de la bomba 5.1301/EN-GJL-250
Rodete PPE/PS-GF30
Linterna 5.1301/EN-GJL-250
Eje 1.4021
Junta del eje AQ1EGG

Información de pedido

Peso aprox. 37 kg
Referencia 2121210



2.4.4 INTERCAMBIADOR APOYO CIRCUITO PISCINA

Fabricante de referencia: Sedical

Modelo de referencia: Intercambiador de placas con juntas Sedical UFP P-Flow o equivalente

Aplicación: Apoyo térmico al vaso de piscina mediante conexión entre el circuito de producción térmica y el circuito de recirculación del vaso.

Datos de diseño adoptados:

Parámetro	Valor
Potencia térmica de diseño	90,6 kW
Caudal primario	15,58 m ³ /h
Salto térmico considerado	5 °C
Fluido primario	Agua
Material de placas	Acero inoxidable AISI 316L
Tipo de intercambiador	Intercambiador de placas con juntas desmontables
Presión nominal de referencia	PN 10
Conexiones previstas	Compatibles con red hidráulica DN65/DN80
Pérdida de carga adoptada para cálculo	2.000 mm.c.a.
Ubicación	Sala de instalaciones de piscina, junto al sistema de filtración y compensación

El intercambiador ICP-01 ayuda con el calor del vaso de piscina. Transfiere calor desde el circuito de producción de la bomba de calor aire-agua de cuatro tubos al circuito de recirculación de la piscina.

Su función principal es cubrir las necesidades de puesta en régimen del vaso de la piscina y servir como apoyo en condiciones de funcionamiento desfavorables.

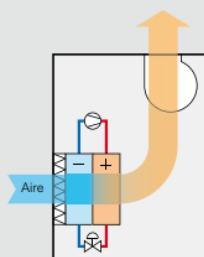
La selección definitiva del número de placas, superficie de intercambio y pérdida de carga exacta se realizará mediante el software de selección del fabricante elegido finalmente, adoptándose en este proyecto un intercambiador de placas con juntas desmontables del tipo Sedical UFP P-Flow o equivalente, con placas de acero inoxidable AISI 316L y características compatibles con los caudales, temperaturas y potencia térmica indicados.

2.4.5 MÁQUINA DESHUMECTADORA

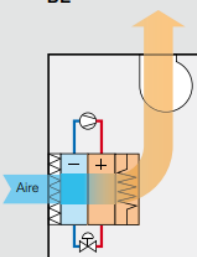
7.10 Deshumectadoras La gama más completa



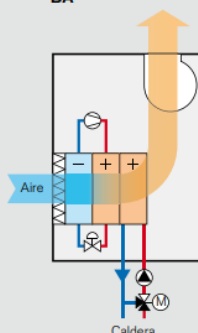
DAESY
Deshumectación
cediendo calor al
aire de la piscina



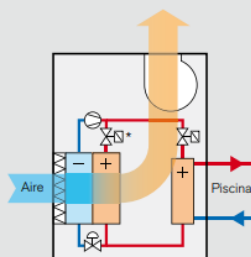
BE



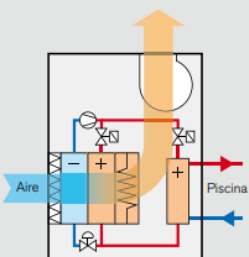
BA



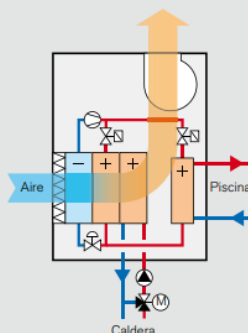
**DRESY
DTESY
DEESY**
Deshumectación
cediendo calor al
aire y al agua de
la piscina



BE



BA

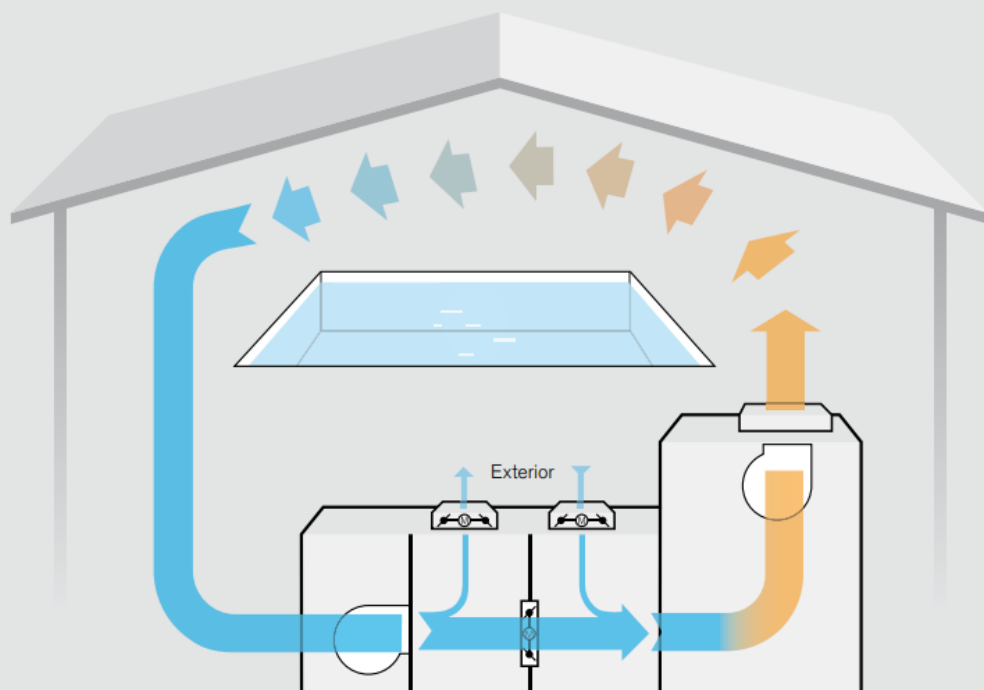


* El modelo DRESY no lleva esta electroválvula

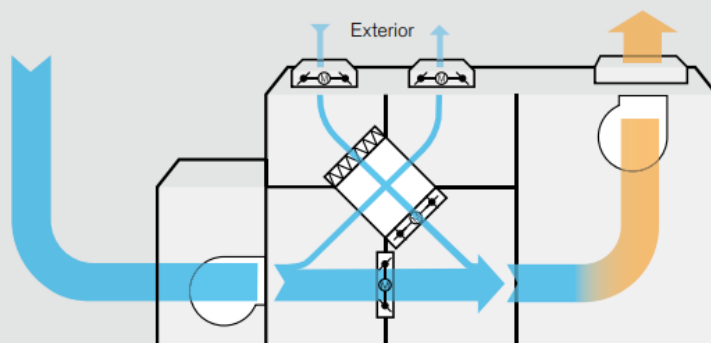
Modelos	DAESY	DRESY	DTESY	DEESY
Cesión 100% al aire de la piscina	*	*	*	*
Cesión 55% al aire de la piscina y 45% al agua de la piscina		*	*	*
Cesión 100% al agua de la piscina			*	*
Cesión del calor excedente mediante Dry-Cooler exterior				*
Baterías adicionales (opcional)				
Batería de apoyo eléctrica (BE)	*	*	*	*
Batería de apoyo de agua caliente (BA)	*	*	*	*
Ejecuciones disponibles (opcional)				
Instalación en el exterior (EXT)	*	*	*	*
Impulsión de aire horizontal en el lado de aspiración (USCO-A)	*	*	*	*
Impulsión de aire horizontal en el lado opuesto al lado de aspiración (USCO-B)	*	*	*	*

7.10 Deshumectadoras

Módulos adicionales de tratamiento de aire de renovación



Deshumectación con módulo de mezcla de aire exterior de renovación y posibilidad de free-cooling



Deshumectación con módulo de mezcla de aire exterior de renovación, con recuperación de calor al 100% del aire exterior y posibilidad de free-cooling

7.10 Deshumectadoras

Datos técnicos



Modelos DAESY, DRESY, DTESY, DEESY		108	112	115	118	122	128	131	136
Capacidad de deshumectación ²	l/h	7,7	11,3	13,1	16,5	19,5	25,2	28,0	33,0
Potencia térmica cedida al aire 100% ²	kW	12,6	18,8	23,0	30,1	33,9	43,7	49,6	57,6
Potencia absorbida total ²	kW	3,2	4,9	5,4	7,0	7,4	10,0	11,3	13,1
Circuitos/Compresores	Nº	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Ventiladores/Motores	Nº	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Presión estática disponible ⁵	Pa	100	100	100	100	100	100	100	100
Caudal de aire nominal	m³/h	2200	3000	3500	4500	4700	6200	7200	8200
Dimensiones en mm									
Ancho	mm	790	790	850	850	850	850	850	850
Largo	mm	1300	1300	1600	1600	1600	1600	1600	2100
Alto	mm	1380	1380	1580	1580	1890	1890	1890	1890
Modelo DRESY									
Capacidad de deshumectación ¹	l/h	7,8	11,3	14,5	18,1	21,6	27,4	30,5	36,2
Potencia térmica cedida al agua: 45%	kW	6,9	10,1	11,4	13,8	15,9	19,6	23,4	27,3
Potencia absorbida total ¹	kW	2,6	4,1	4,4	5,6	5,8	8,3	9,4	10,5
Modelo DTESY									
Capacidad de deshumectación ³	l/h	8,5	12,3	14,5	18,2	21,3	27,4	30,1	36,0
Potencia térmica cedida al agua: 100% ³	kW	14,7	20,8	24,8	31,9	35,6	45,4	51,5	60,0
Potencia absorbida total ³	kW	2,7	4,3	4,5	5,8	6,0	8,5	9,6	10,8
Modelo DEESY DRY-COOLER									
Capacidad de deshumectación ⁴	l/h	8,3	11,9	14,2	18,2	21,3	26,6	30,1	35,9
Potencia térmica cedida al agua: 100% ⁴	kW	14,7	19,7	23,7	30,7	35,6	45,4	50,2	58,6
Potencia absorbida total ⁴	kW	2,8	4,5	4,8	5,9	6,4	8,9	10,0	11,3

Modelos DAESY, DRESY, DTESY, DEESY		237	242	250	254	262	271	281	294	2111	2126	2140
Capacidad de deshumectación ²	l/h	34,0	38,3	43,6	49,3	56,0	64,8	72,4	83,4	96,4	110,7	126,0
Potencia térmica cedida al aire: 100% ²	kW	59,8	67,8	78,1	88,0	100,5	116,4	121,7	143,2	183,3	204,8	231,7
Potencia absorbida total ²	kW	9,0	15,1	18,5	20,1	22,1	27,0	32,1	35,9	44,9	53,7	60,0
Circuitos/Compresores	Nº	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2
Ventiladores/Motores	Nº	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	3/3	3/3	3/3	3/3
Presión estática disponible ⁵	Pa	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Caudal de aire nominal	m³/h	9000	9300	11 000	12 400	14 400	16 500	18 000	21 000	22 000	25 000	27 000
Dimensiones en mm												
Ancho	mm	850	850	850	1230	1230	1230	1230	1230	1230	1230	1230
Largo	mm	2270	2270	2270	2870	2870	2870	2870	3370	3870	3870	3870
Alto	mm	1890	1890	1890	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2300
Modelo DRESY												
Capacidad de deshumectación ¹	l/h	37,3	42,0	48,7	53,9	61,2	71,0	80,7	93,7	111,1	127,1	144,6
Potencia térmica cedida al agua: 45% ¹	kW	27,4	31,8	39,0	41,4	46,8	56,1	61,0	69,7	84,2	96,7	109,6
Potencia absorbida total ¹	kW	10,8	11,9	14,2	16,0	18,1	21,8	25,2	28,5	34,6	40,8	45,4
Modelo DTESY												
Capacidad de deshumectación ³	l/h	37,3	41,7	48,3	53,5	60,6	70,5	80,0	92,0	110,3	127,1	144,6
Potencia térmica cedida al agua: 100% ³	kW	61,5	69,5	81,0	89,6	103,0	119,3	127,6	149,2	185,1	208,6	234,0
Potencia absorbida total ³	kW	11,1	12,2	14,6	16,5	18,6	22,4	25,9	29,4	35,5	41,3	46,5
Modelo DEESY DRY-COOLER												
Capacidad de deshumectación ⁴	l/h	37,3	41,0	48,1	52,4	60,2	70,3	78,8	91,6	109,8	124,8	142,4
Potencia térmica cedida al agua: 100% ⁴	kW	60,8	68,2	79,8	89,6	101,5	118,0	126,3	147,5	184,7	206,8	232,3
Potencia absorbida total ⁴	kW	11,3	12,8	15,3	17,3	19,1	23,1	26,7	30,1	35,8	43,1	48,5

¹ Cediendo calor al aire y al agua. Temperatura aire de retorno piscina: 27 °C, 65% Hr.
Temperatura agua piscina entrada/salida: 26 °C/32 °C

² Cediendo calor solo al aire. Temperatura aire retorno piscina: 27 °C, 65% Hr.

³ Cediendo calor solo al agua. Temperatura aire retorno piscina: 27 °C, 65% Hr
Temperatura agua piscina entrada/salida: 26 °C/32 °C

⁴ Cediendo calor solo al agua del intercambiador de piscina.
Temperatura aire de retorno piscina: 29 °C, 65% Hr.
Temperatura agua primario intercambiador piscina
entrada/salida: 31 °C / 37 °C.

⁵ Sin batería de agua caliente auxiliar y/o módulo mezcla de aire exterior de renovación y posibilidad de free-cooling.

2.4.6 DIFUSORES Y REJILLAS

Se ha empleada la tabla de selección rápida de la marca TROX

Impulsión sala fitness: difusor **TROX VDW 825x72**

UNIDADES TERMINALES DE AIRE

VDW

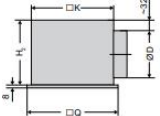
DIFUSORES DE TECHO

Difusores rotacionales de techo

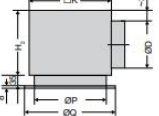
TABLAS DE SELECCIÓN RÁPIDA



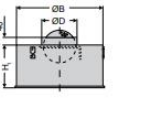
VDW-Q...-H



VDW-R...-H



VDW...-V



+ Descripción

Difusor rotacional Serie VDW, en ejecución cuadrada o circular, con deflectores que permiten la modificación de la dirección de la vena de aire. De elevada inducción, consigue una rápida reducción de la temperatura y la velocidad del aire con diferencias máximas de temperatura de ± 10 K. Reducido nivel sonoro. La altura mínima de instalación es de 2,6 m aproximadamente.

Ejecuciones

VDW-R Ejecución circular
VDW-Q Ejecución cuadrada
VDW...-V Con plenum de conexión vertical
VDW...-H Con plenum de conexión horizontal
VDW...-M Con compuertas de regulación

Dimensiones

Tamaño	Q	Q	B	D	H ₁	H ₂	P	K
300 x 8	298	300	280	158	200	250	278	290
400 x 16	398	400	364	198	200	295	362	372
500 x 24	498	500	462	198	200	295	460	476
600 x 24	598	600	559	248	200	345	557	567
600 x 48	598	600	580	248	300	345	578	590
625 x 24	623	625	559	248	200	345	557	567
625 x 54	623	-	605	248	300	345	-	615
825 x 72	823	-	796	313	300	410	-	806

Datos técnicos

Tamaño	L _{WA}	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	45 dB(A)
300 x 8	Q	137	161	189	223	263
	Δp	18	25	35	48	67
400 x 16	Q	237	275	320	377	445
	Δp	16	21	29	40	55
500 x 24	Q	305	353	410	480	563
	Δp	16	21	29	39	54
600 x 24	Q	433	500	580	677	794
	Δp	14	19	25	34	47
600 x 48	Q	535	616	713	825	962
	Δp	16	21	28	38	51
625 x 54	Q	547	631	732	853	997
	Δp	15	21	28	38	51
825 x 72	Q	843	973	1.124	1.300	1.505
	Δp	14	19	25	33	44

Datos técnicos calculados con plenum de conexión horizontal

L_{WA} en dB(A)
Nivel de potencia sonora

Q en m³/h
Caudal de aire

Δp en Pa
Pérdida de carga

18

TROX[®] TECHNIK

Retorno sala fitness: rejilla TROX AR-AG 625x425


TABLAS DE SELECCIÓN RÁPIDA

REJILLAS DE VENTILACIÓN
 Rejillas de retorno lamas fijas a 45°

AR




+ Descripción

◊ Ejecuciones

+ Secciones efectivas

H en mm
 Altura nominal de la rejilla
L en mm
 Longitud nominal de la rejilla

Rejilla de retorno o extracción fabricada en aluminio con lamas horizontales fijas a 45° con acabado estándar aluminio E6-C-0.

AR-A Rejilla de lamas fijas a 45° sin compuerta de regulación
AR-AG Rejilla de lamas fijas a 45° con compuerta de regulación

H	L							
	225	325	425	525	625	825	1.025	1.225
125	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,024	0,03	0,036
165	0,009	0,015	0,018	0,024	0,030	0,036	0,053	0,067
225	-	0,02	0,027	0,033	0,040	0,053	0,067	0,080
325	-	-	0,042	0,052	0,063	0,083	0,105	0,125
425	-	-	-	-	0,086	0,113	0,140	0,170
525	-	-	-	-	-	-	0,180	0,210

* Los valores de las secciones efectivas están dados en m²

Las dimensiones L y H corresponden al hueco que debe dejarse en obra cuando se utiliza marco de montaje. Para montaje directamente con tornillos vistos sin marco de montaje, el hueco sería L-14 mm y H-14 mm.

UNIDADES TERMINALES DE AIRE


65



Datos técnicos retorno con regulación abierta

Serie AR (Rango de caudales de retorno 100 a 6.000 m³/h)

Caudal m³/h	H										L														
	525	425	325	225	165	125	225	325	425	525	625	825	1.025	1.225	425	525	625	825	1.025	1.225	525	625	825	1.025	1.225
100	Δp dB(A)	10 16	5 <15	3 <15																					
200	Δp dB(A)	41 33	18 24	10 19	7 <15	5 <15	3 <15																		
300	Δp dB(A)		41 34	23 29	15 20	10 15	6 15	4 15	3 15	2 15															
400	Δp dB(A)			41 36	27 32	18 27	10 21	7 16	5 15	4 15	2 15														
500	Δp dB(A)				41 37	29 32	16 27	10 22	7 18	6 15	3 15	2 15													
600	Δp dB(A)					41 37	23 31	15 27	10 22	8 20	5 15	3 15	3 15	2 15											
700	Δp dB(A)						32 35	20 30	14 26	11 23	7 17	5 15	4 15	3 15	2 15										
800	Δp dB(A)							41 38	27 34	18 29	15 27	9 21	6 17	5 17	4 15	3 15	2 15								
900	Δp dB(A)								34 36	23 32	19 29	11 23	8 20	7 19	5 16	4 15	3 15	2 15							
1.000	Δp dB(A)									41 39	29 34	23 32	13 26	9 23	8 22	6 19	5 18	4 15	3 15	2 15					
1.200	Δp dB(A)										41 39	34 36	19 30	14 27	12 27	8 24	7 23	5 19	4 16	3 16	3 15				
1.400	Δp dB(A)												26 34	18 31	16 31	11 27	10 26	7 22	6 20	5 19	4 17	3 15			
1.600	Δp dB(A)														34 38	24 34	21 33	15 31	13 30	9 26	7 24	6 23	5 20	3 18	2 15
1.800	Δp dB(A)															43 41	30 37	27 33	19 33	16 29	11 27	9 25	8 23	4 18	3 15
2.000	Δp dB(A)																38 40	33 39	23 36	20 35	14 31	12 29	10 28	8 25	5 20
2.200	Δp dB(A)																	40 42	28 38	24 37	16 34	14 32	12 30	9 28	6 22
2.400	Δp dB(A)																		34 40	29 40	20 35	17 34	14 32	11 30	7 26
2.600	Δp dB(A)																			39 42	34 38	23 36	20 35	16 32	13 28
2.800	Δp dB(A)																				40 43	27 40	23 36	19 34	15 30
3.000	Δp dB(A)																					30 41	26 40	22 38	17 35
3.250	Δp dB(A)																						36 43	31 41	25 37
3.500	Δp dB(A)																							43 45	40 42
3.750	Δp dB(A)																								41 45
4.000	Δp dB(A)																								41 45
4.500	Δp dB(A)																								39 45
5.000	Δp dB(A)																								32 44
5.500	Δp dB(A)																								39 46
6.000	Δp dB(A)																								41 47

H en mm

Altura nominal de la rejilla

L en mm

Longitud nominal de la rejilla

Δp en Pa

Pérdida de carga

dB(A)

Nivel de potencia sonora

Impulsión piscina: **Tobera TROX DUE 400, ejecución DUE-S-Q / DUE-V-Q**



Datos técnicos con conexión axial de las Series DUE-S y DUE-V												
Tamaño	Alcance											
	10 m				20 m				30 m			
	V _{TOTAL} l/s	m ³ /h	L _{WA} dB(A)	L _{WNC} NC	V _{TOTAL} l/s	m ³ /h	L _{WA} dB(A)	L _{WNC} NC	V _{TOTAL} l/s	m ³ /h	L _{WA} dB(A)	L _{WNC} NC
50	8	29	<20	<20	15	54	30	26	23	83	41	37
75	10	36	<20	<20	19	70	27	<20	30	110	43	39
100	11	40	<20	<20	22	80	20	<20	33	120	32	28
125	15	54	<20	<20	30	108	20	<20	45	162	30	26
160	18	66	<20	<20	37	132	<20	<20	55	199	27	23
200	24	87	<20	<20	48	174	<20	<20	72	261	22	<20
250	30	110	<20	<20	61	220	<20	<20	91	329	<20	<20
315	44	160	<20	<20	78	280	<20	<20	117	421	<20	<20
400	53	190	<20	<20	103	371	<20	<20	155	557	<20	<20
450	72	260	<20	<20	130	470	<20	<20	200	720	<20	<20
50	18	65	40	36	-	-	-	-	-	-	-	-
75	24	85	37	33	-	-	-	-	-	-	-	-
100	32	115	32	28	55	198	50	46	-	-	-	-
125	38	137	25	21	75	270	45	41	112	403	50	46
160	46	165	20	<20	92	331	41	37	138	496	53	49
200	60	218	<20	<20	121	436	36	32	182	654	48	44
250	76	274	<20	<20	152	549	33	29	229	823	44	40
315	97	351	<20	<20	195	702	28	24	293	1055	39	35
400	129	464	<20	<20	258	928	25	20	387	1392	36	32
450	150	540	<20	<20	305	1100	<20	<20	500	1800	37	33
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	56	202	50	44	-	-	-	-	-	-	-	-
125	76	274	45	41	150	540	53	49	-	-	-	-
160	92	330	42	38	157	662	61	57	-	-	-	-
200	121	436	36	32	242	872	56	52	-	-	-	-
250	152	548	33	29	305	1098	52	48	-	-	-	-
315	195	702	28	24	390	1404	48	44	585	2106	58	54
400	258	928	25	21	515	1856	45	41	773	2784	56	52
450	278	1000	<20	<20	653	2350	40	36	972	3500	55	51

Ejecuciones · Dimensiones

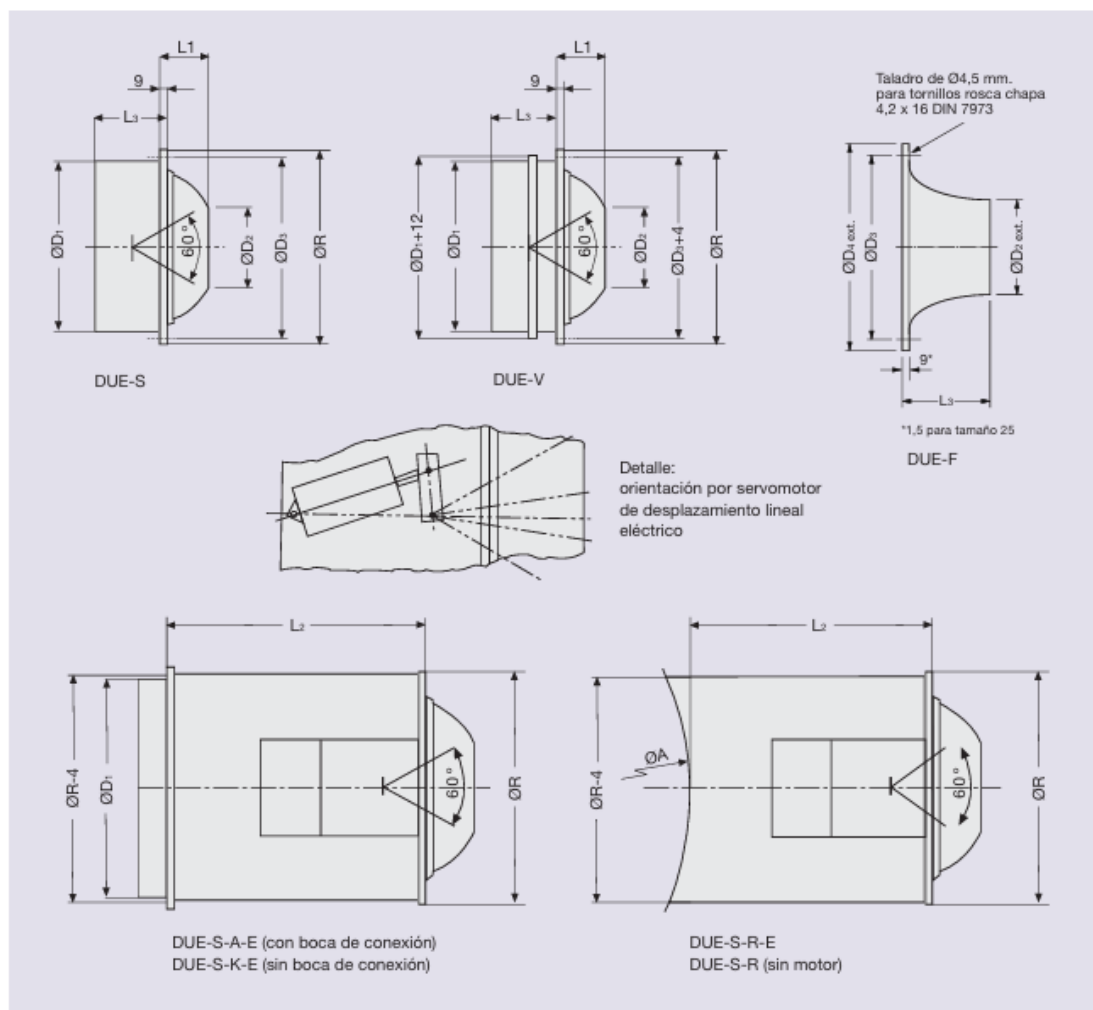
Las toberas de la serie DUE, debido a sus múltiples variantes, son apropiadas para casi todos los casos de montaje. Los tipos DUE-S son orientables mientras que las DUE-V giran y se orientan. Estos tipos básicos pueden ser combinados, según el código de

pedido de la página 15, con conexiones a conducto rectangular o circular, así como con un accionamiento manual o automático (accionador eléctrico).

Tamaño	D ₁	D ₂	D ₃	L ₁	L ₂ *	L ₃	R	Nº de Taladros
25	—	21	48	—	—	28	58	2 x 180°
50	81	30	110	22	70	39	130	2 x 180°
75	107	40	138	32	75	44	158	2 x 180°
100	128	50	160	35	75	56	180	3 x 120°
125	158	65	190	44	85	59	210	3 x 120°
160	194	87	226	53	100	76	246	3 x 120°
200	242	113	274	67	120	81	294	3 x 120°
250	300	141	333	76	145	97	352	3 x 120°
315	376	181	408	93	175	111	428	4 x 90°
400	474	235	506	101	220	136	526	4 x 90°
450	593	290	625	129	240	176	645	4 x 90°

Tamaño	conducto admisible Ø A						
	200	250	250	315	500	650	800
25	•	•	•	•	•	•	•
50	•	•	•	•	•	•	•
75	•	•	•	•	•	•	•
100		•	•	•	•	•	•
125			•	•	•	•	•
160				•	•	•	•
200					•	•	•
250					•	•	•
315					•	•	•
400						•	•
450						•	•

*En ejecuciones con servomotor L₂ - 315 mm. Independiente del tamaño

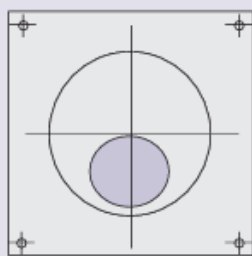


Ejecuciones · Dimensiones

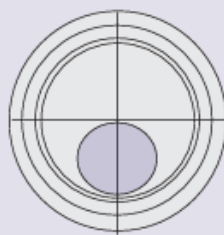
Los conjuntos abajo representados son adecuados tanto para el montaje sobre conducto rectangular (DUE-S/V-Q y DUE-S/V-R) como para el montaje sobre conducto circular (DUE-S/V-QR y DUE-S-RR). La orientación de estas últimas se realiza manualmente in situ, puesto que es imposible la colocación de un sistema de regulación.

Tamaño	□R	ØR	L	L ₁	ØD ₁	ØD ₂
50 ¹⁾	125	108	48	70	81	30
75	168	133	55	76	107	40
100	190	155	65	85	128	50
125	220	185	68	103	158	65
160	265	221	85	129	194	87
200	300	269	90	148	242	113
250	360	327	106	173	300	141
315	435	403	120	204	376	181
400	535	501	145	245	474	235
450	655	620	215	325	593	290

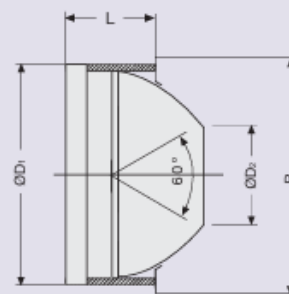
No disponible en tamaño 25



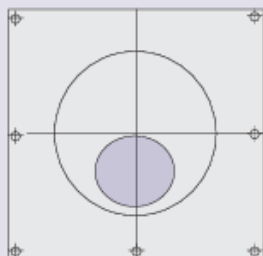
DUE-S-Q
DUE-V-Q



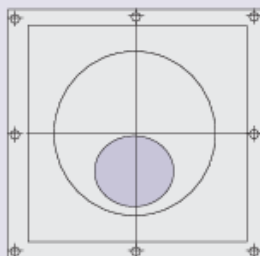
DUE-S-R
DUE-V-R



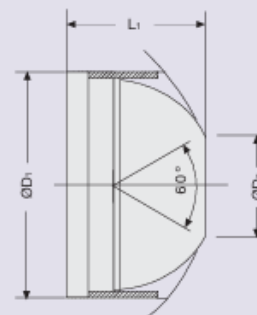
Sección DUE-S/V-R
Sección DUE-S/V-Q



DUE-S-RR
¹⁾ Disponible sólo en ejecución S



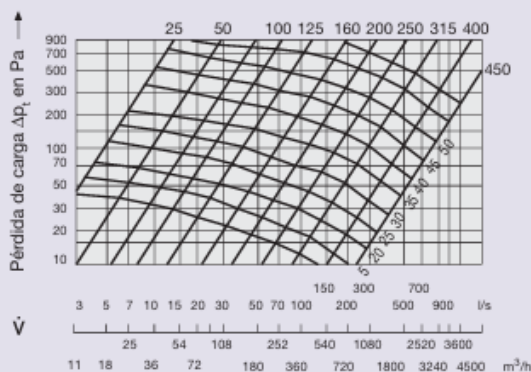
DUE-S-QR
DUE-V-QR



Sección DUE-S-RR
Sección DUE-S/V-QR

Datos acústicos

7. Potencia sonora y pérdida de carga

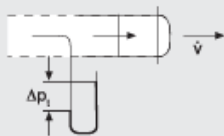


Corrección al diagrama 7

Tamaño	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	450
L_{WA} / L_{WNG}	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+1	0	-1	-1

Para ángulo de giro $\alpha = \pm 30^\circ$

para variación del ángulo
no es necesario ninguna
corrección adicional



Tamaño	A_{eff} en m^2
25	0,000314
50	0,00070
75	0,001257
100	0,001744
125	0,00294
160	0,00469
200	0,00813
250	0,01289
315	0,02110
400	0,03686
450	0,0580

$$V_{eff} = \frac{\dot{V}}{1000 \cdot A_{eff}} \quad (m/s)$$

$$V_{eff} = \frac{\dot{V}}{3600 \cdot A_{eff}} \quad (m/s)$$

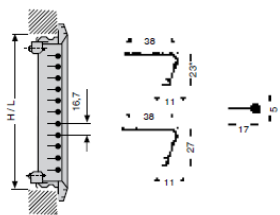
$\dot{V}$ en m^3/h , A_{eff} en m^2

Retorno piscina: TROX AT-AG 825x325


TABLAS DE SELECCIÓN RÁPIDA

REJILLAS DE VENTILACIÓN
 Rejillas de impulsión y retorno de lamas móviles

AT





Descripción

Rejilla de aluminio indicada para instalación en pared, antepecho de ventana y conducto, lamas horizontales regulables con acabado estándar aluminio E6-C-0.


Ejecuciones

AT-A Rejilla simple deflexión sin compuerta de regulación
AT-AG Rejilla simple deflexión con compuerta de regulación
AT-AS Rejilla simple deflexión con compuerta de corredera (sólo para impulsión)
AT-D Rejilla doble deflexión sin compuerta de regulación (sólo para impulsión)
AT-DG Rejilla doble deflexión con compuerta de regulación (sólo para impulsión)


Secciones efectivas

Rejillas impulsión

H	L							
	225	325	425	525	625	825	1.025	1.225
125	0,014	0,021	0,029	0,036	0,043	0,057	0,072	0,086
165	0,018	0,029	0,037	0,043	0,057	0,072	0,086	0,114
225	0,029	0,043	0,057	0,072	0,086	0,114	0,142	0,172
325	-	0,072	0,086	0,108	0,129	0,172	0,214	0,256
425	-	-	0,114	0,142	0,172	0,228	0,285	0,342
525	-	-	-	0,172	0,214	0,285	0,355	0,427

* Los valores de las secciones efectivas están dados en m²


Detalles de montaje

Rejillas retorno

H	L							
	225	325	425	525	625	825	1.025	1.225
125	0,011	0,016	0,022	0,028	0,033	0,044	0,055	0,066
165	0,014	0,022	0,028	0,033	0,044	0,055	0,066	0,090
225	-	0,033	0,044	0,055	0,066	0,090	0,110	0,134
325	-	-	0,066	0,083	0,100	0,134	0,170	0,200
425	-	-	-	-	0,134	0,180	0,220	0,270
525	-	-	-	-	-	-	0,280	0,340

* Los valores de las secciones efectivas están dados en m²

Las dimensiones nominales L y H que figuran en las tablas corresponden al hueco que debe dejarse en obra cuando se utiliza marco de montaje. Para montaje directamente con tornillos vistos sin marco de montaje, el hueco sería L-14 mm y H-14 mm.


47

AT

REJILLAS DE VENTILACIÓN

Rejillas de impulsión y retorno de lamas móviles

TABLAS DE
SELECCIÓN
RÁPIDA



 **Datos técnicos impulsión con regulación abierta, lama a 0° y efecto techo**
 Serie AT (Rango de caudales de impulsión 100 a 2.000 m³/h)

Caudal m³/h	H	L															
	525 425 325 225 165 125	225	325	425	525	625	825	1.025	1.225	525 425 325 225 165 125	625 525 425 325 225 165 125	825 625 525 425 325 225 165 125	1.025 825 625 525 425 325 225 165 125	1.225 1.025 825 625 525 425 325 225 165 125	1.425 1.225 1.025 825 625 525 425 325 225 165 125	1.625 1.425 1.225 1.025 825 625 525 425 325 225 165 125	1.825 1.625 1.425 1.225 1.025 825 625 525 425 325 225 165 125
100	V _{ef}	2,0															
	Δp	3															
	dB(A)	<15															
	ALC	3,0															
200	V _{ef}	4,0	3,1	2,6													
	Δp	12	7	5													
	dB(A)	20	<15	<15													
	ALC	6,0	5,3	4,9													
300	V _{ef}	6,0	4,6	4,0	2,9	2,3											
	Δp	27	17	12	6,0	4,0											
	dB(A)	31	25	22	<15	<15											
	ALC	9,1	8,0	7,4	6,3	5,7											
400	V _{ef}	7,9	6,2	5,3	3,8	3,1	2,6										
	Δp	49	29	22	11	7	5										
	dB(A)	38	33	30	21	16	<15										
	ALC	12,1	10,7	9,9	8,4	7,5	6,9										
500	V _{ef}		7,7	6,6	4,8	3,9	3,2	2,4									
	Δp		46	34	18	12	8	5									
	dB(A)		38	35	28	22	18	<15									
	ALC		13,3	12,3	10,5	9,4	8,6	7,5									
600	V _{ef}		9,3	7,9	5,7	4,6	3,9	2,9	2,3								
	Δp		66	49	26	17	12	7	4								
	dB(A)		43	40	33	27	23	16	<15								
	ALC		16,0	14,8	12,6	11,3	10,3	9,0	8,0								
800	V _{ef}				7,7	6,2	5,2	3,9	3,1	2,6							
	Δp				45	29	21	12	7	5							
	dB(A)				40	35	31	24	19	16							
	ALC				16,8	15,1	13,8	12,0	10,7	9,8							
1.000	V _{ef}				9,6	7,7	6,5	4,9	3,9	3,2	2,6	2,4	2,2				
	Δp				71	46	32	18	12	8	5	5	4				
	dB(A)				47	40	37	31	25	22	17	16	15				
	ALC				21,0	18,8	17,2	15,0	13,3	12,2	10,9	10,6	10,0				
1.250	V _{ef}						8,1	6,1	4,8	4,0	3,2	3,0	2,7	2,4			
	Δp						50	29	18	13	8	7	6	5			
	dB(A)						43	36	31	28	23	21	19	17			
	ALC						21,5	18,7	16,7	15,2	13,6	13,2	12,4	11,9			
1.500	V _{ef}							7,3	5,8	4,8	3,9	3,7	3,2	2,9	2,4		
	Δp							41	26	18	12	10	8	7	5		
	dB(A)							41	36	33	28	27	24	21	18		
	ALC							22,5	20,0	18,3	16,3	15,9	14,9	14,2	12,9		
1.750	V _{ef}								8,5	6,8	5,7	4,5	4,3	3,8	3,4	2,8	2,3
	Δp								56	35	25	16	14	11	9	6	4
	dB(A)								45	40	38	32	31	28	25	21	18
	ALC								26,2	23,3	21,3	19,0	18,5	17,4	16,6	15,1	13,5
2.000	V _{ef}									7,7	6,5	5,1	4,9	4,3	3,9	3,2	2,6
	Δp									46	32	20	18	14	12	8	5
	dB(A)									43	41	35	35	32	29	25	20
	ALC									26,6	24,4	21,8	21,2	19,9	19,0	17,2	15,5

H en mm

Altura nominal de la rejilla

L en mm

Longitud nominal de la rejilla

V_{ef} en m/s

Velocidad efectiva de salida

dB(A)

Nivel de potencia sonora

Δp en Pa

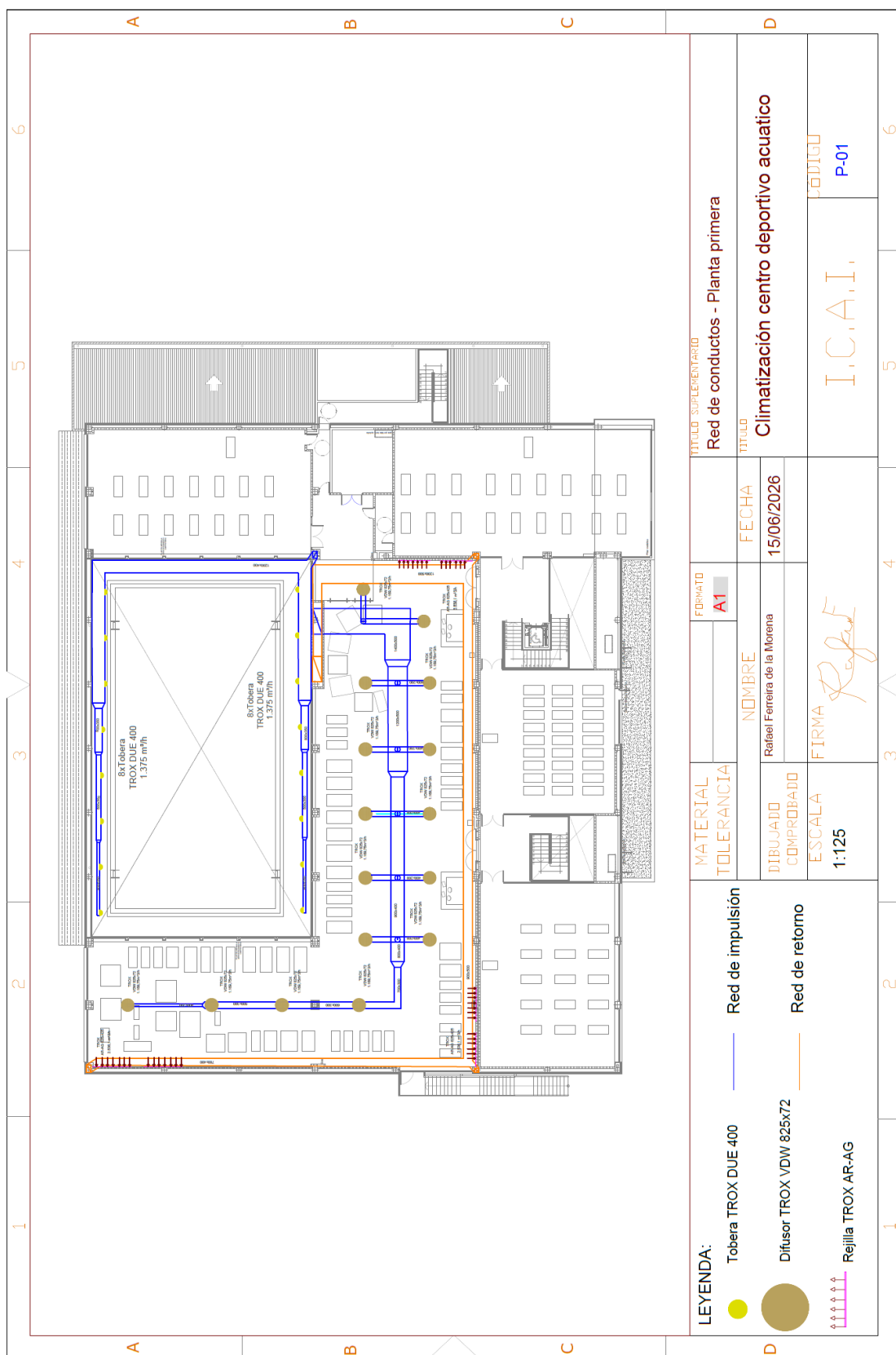
Pérdida de carga

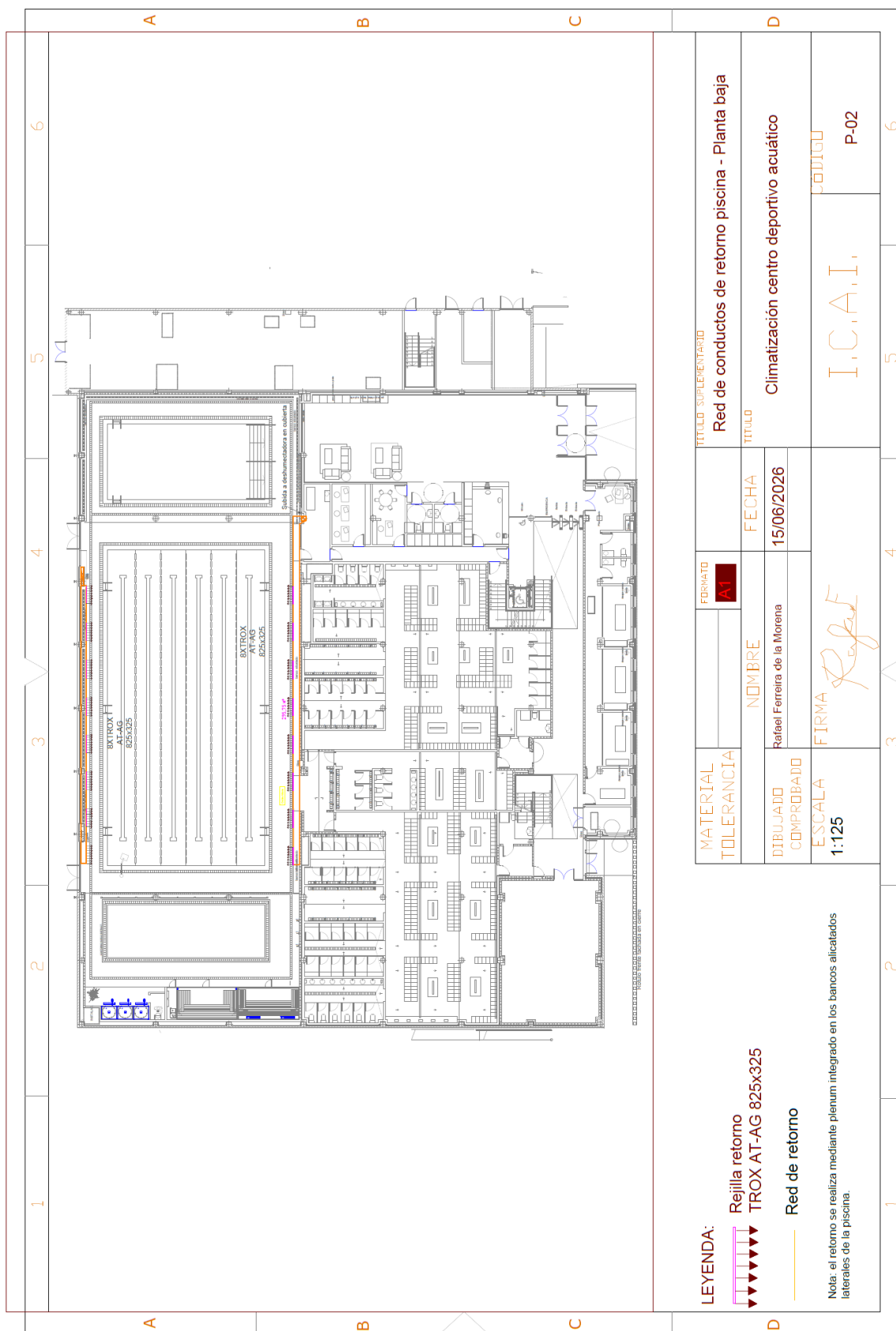
ALC en m

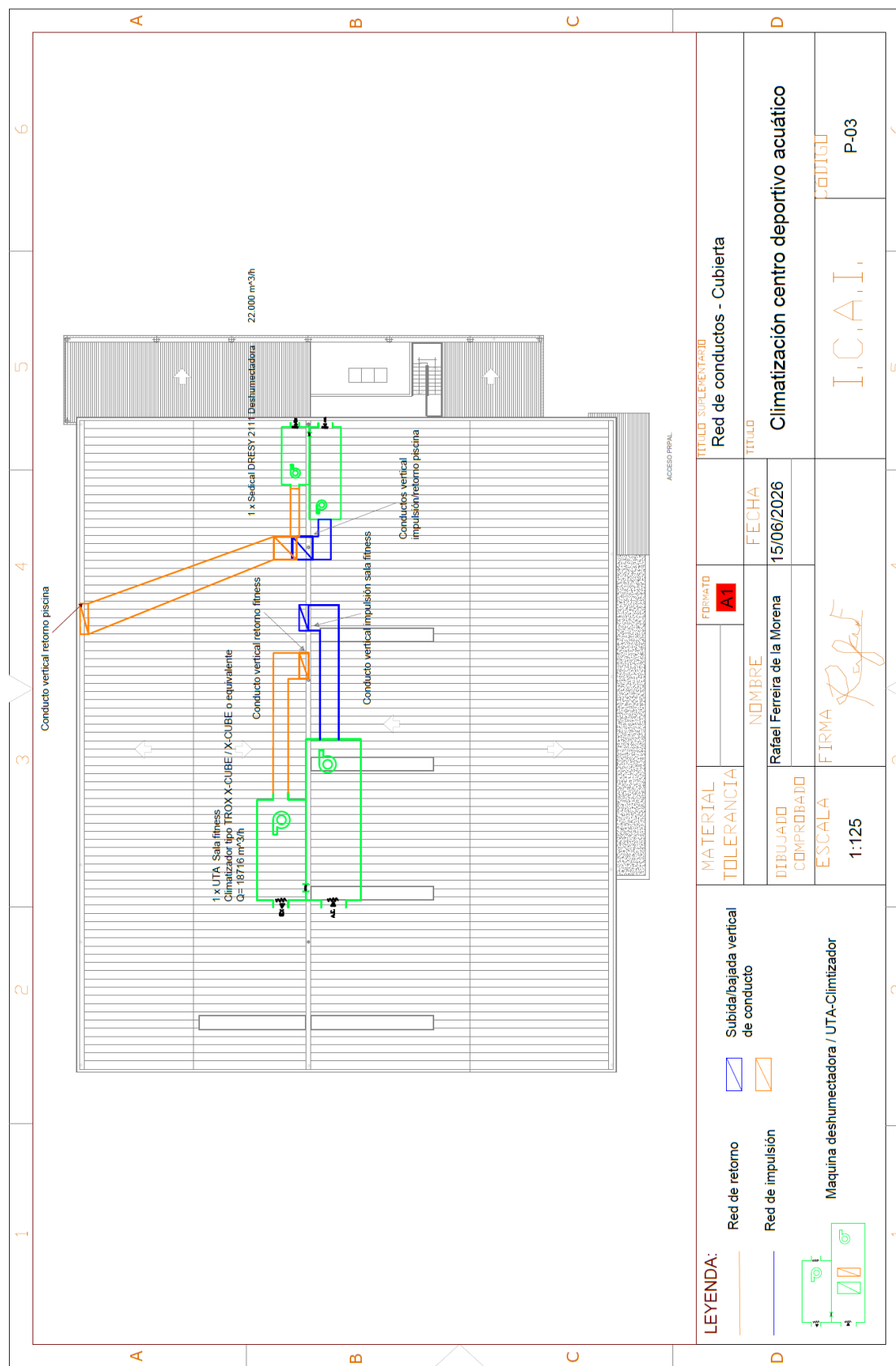
Alcance de la vena de aire a una velocidad residual de 0,5 m/s con lamas a 0° y efecto techo

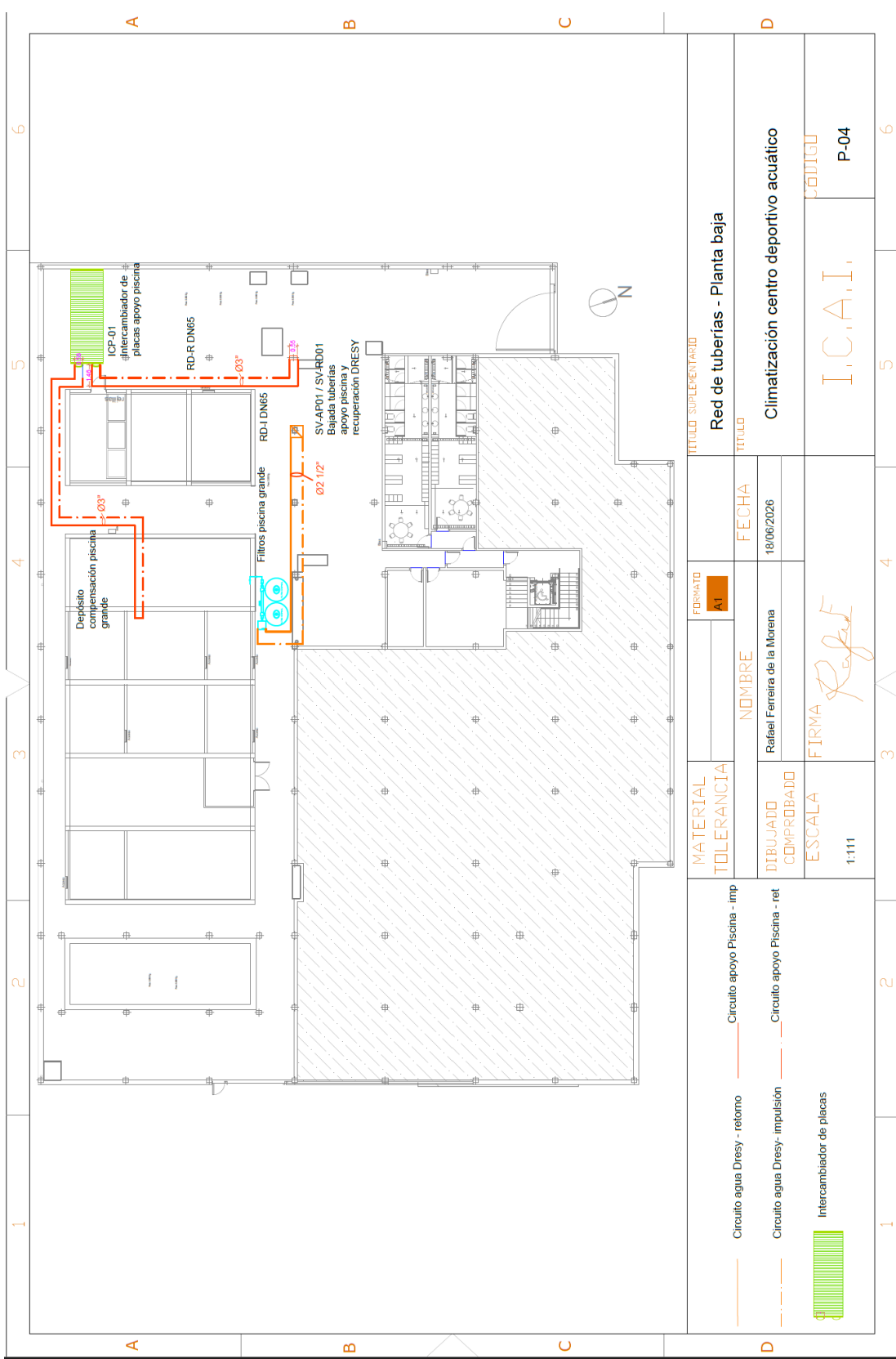
3. PLANOS

- Red de conductos de aire – Planta primera - P-01
- Red de conductos de retorno - Piscina – P-02
- Red de conductos – Cubierta – P-03
- Red hidráulica – Planta baja - P-04
- Red hidráulica – Cubierta – P-05
- Esquema principio aire
- Esquema principio agua

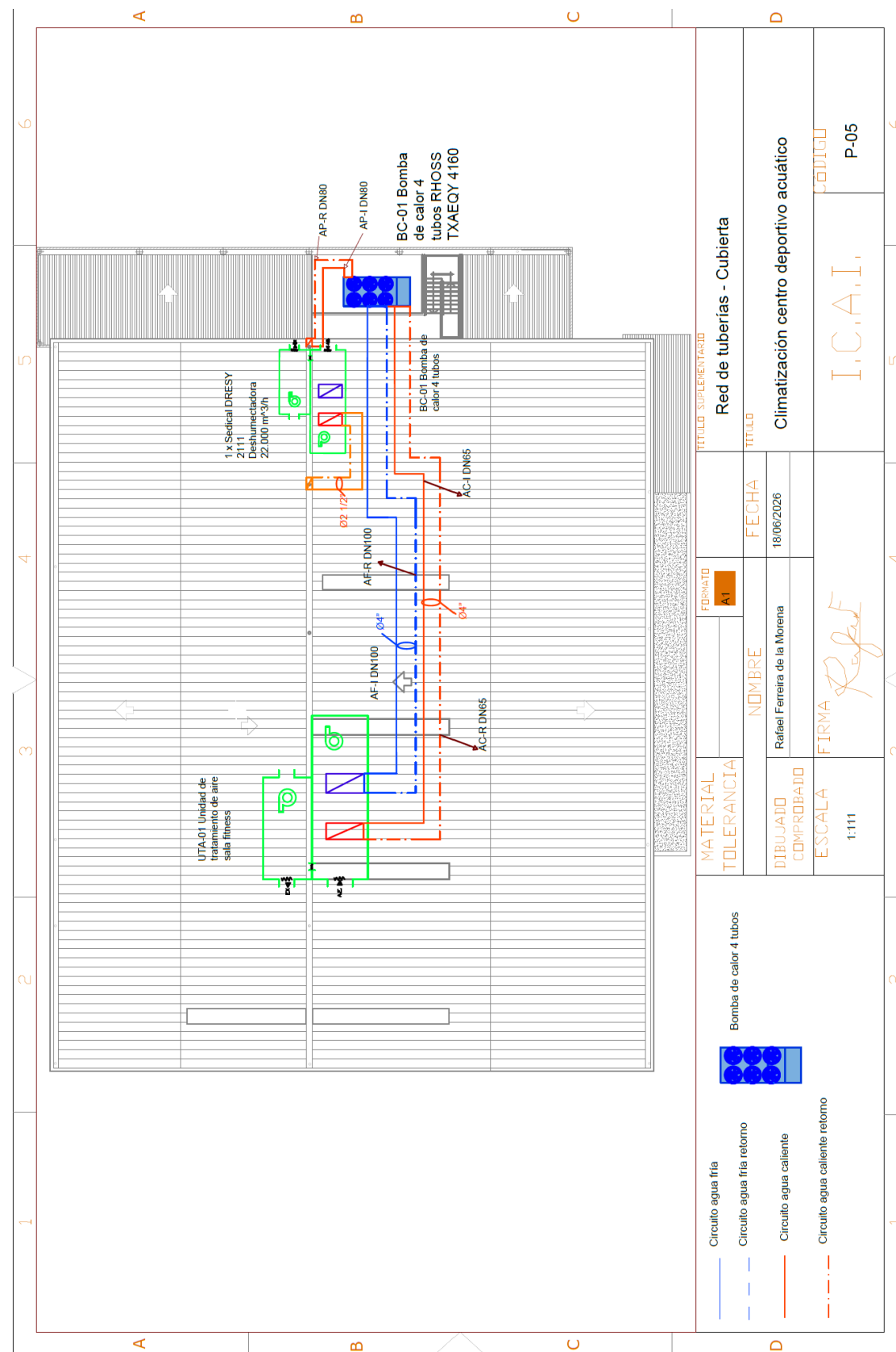


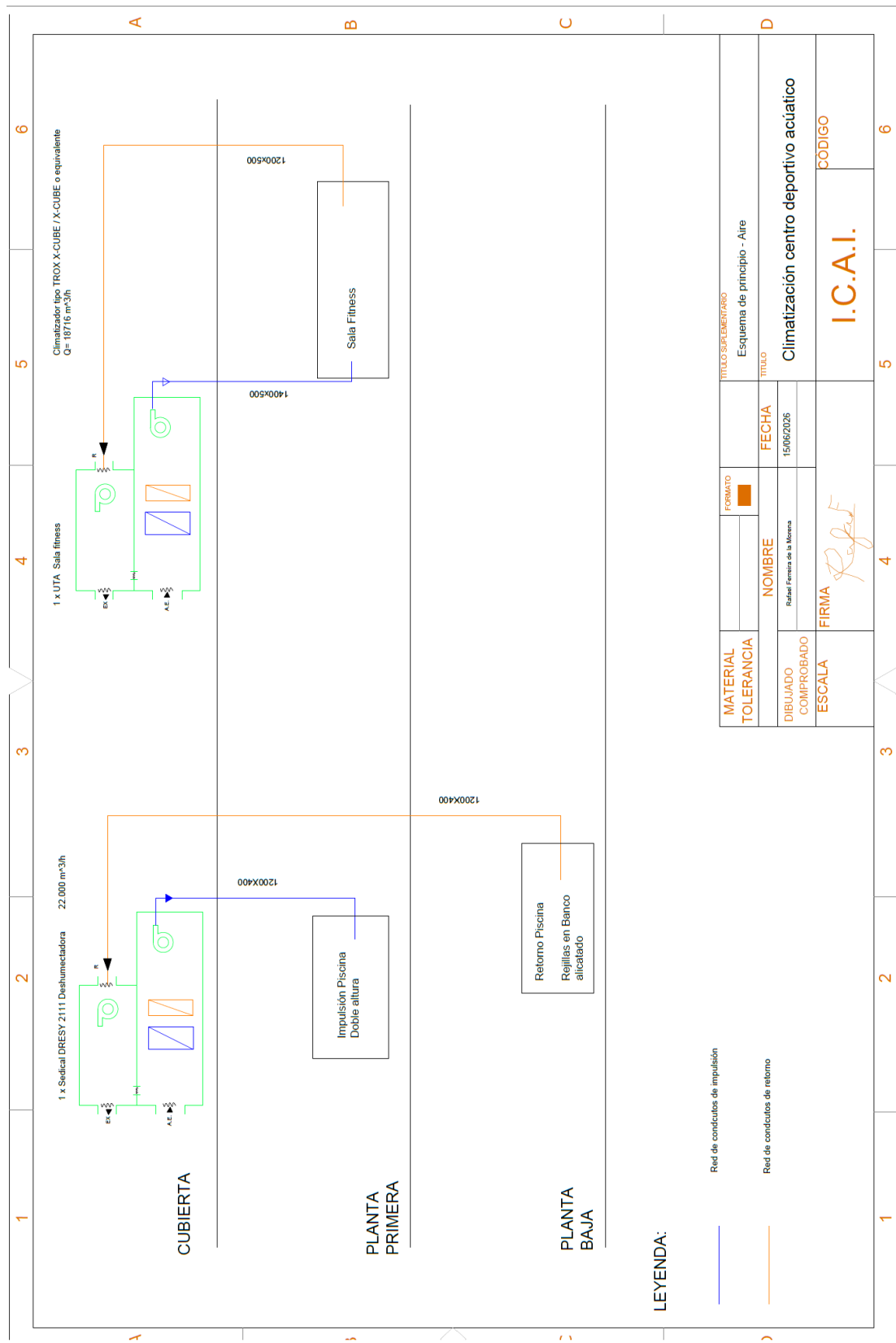






MATERIAL TOLERANCIA	NOMBRE	FECHA	TÍTULO SUPLEMENTARIO	
			Red de tuberías - Planta baja	
DIBUJADO COMPROBADO	Rafael Ferreira de la Morena	18/06/2026	TÍTULO	
ESCALA	FIRMA		Climatización centro deportivo acuático	
1:111			ICAI	
			P-04	







4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

4.1.1 INSTALACIONES EN GENERAL

- Ley 12-2008 de 31 de julio de Seguridad Industrial.
- Real Decreto 314/2006 Código Técnico de la Edificación. Documentos anexados a la normativa del código:
 - DB SU: Seguridad de Utilización.
 - DB HE: Ahorro de Energía.
 - DB HR: Protección Frente al Ruido.
 - DB HS: Salubridad.
- Ley 34/2007 Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera en derogación del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas D. 2414/61 de 30-11-1961.

4.1.2 INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Legislación aplicable:

- Real Decreto 1027/2007 del 20 Julio del 2007, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) para su adaptación a las nuevas exigencias de eficiencia energética europeas.

- Corrección de Errores del Real Decreto 1027/2007, BOE nº 51 jueves 28 febrero de 2008.
- Ley 38/1999, de 5 noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 3099/1977 de 8.9.1977 por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Orden de 24.1.978 por la que se aprueban las Instrucciones complementarias MI-IF al Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Real Decreto 363/1984, de 22 febrero, complementario del Real Decreto 3089/1982, de 15 de octubre. Establece sujeción a normas técnicas de los tipos de radiadores y convectores de calefacción.
- Orden CTE/3190/2002, de 5 de diciembre del MIE por la que se modifican las instrucciones técnicas complementarias MI-IF002, MIIF004 y MI-IF009, del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- Real Decreto 487/2022, de 4 de Julio, Establecimiento Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, Reglamento de equipos a presión y sus

instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 275/1995, de 27 de marzo, Disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las comunidades europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos.

4.2 *PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS*

4.2.1 TUBERÍAS

Las tuberías serán instaladas de forma que permitan su libre dilatación sin causar ningún esfuerzo que pueda producir desperfectos en la obra o en los equipos a los cuales se encuentren conectadas, equipando en caso preciso dilatadores, anclajes y soportería en general.

Las tuberías de evacuación y drenaje tendrán pendientes en la dirección del agua con un mínimo de 10 mm por m.

Tuberías de acero para soldar, serie normal

Esta especificación será aplicable a tuberías para soldar con presión nominal hasta 25 atm (PN-25), con agua o líquidos no peligrosos.

1. Materiales

- Diámetro nominal: DN-6 a DN-150
- Norma de aplicación: según UNE 19.040, coincidente con DIN-2440
- Material: acero St. 35, según DIN-17100
- Ejecución: con soldadura o sin soldadura, según se indique
- Espesor de pared: según DIN-2440

- Dimensiones y pesos: según DIN-2440
- Acabado: negro según DIN-2444

2. Accesorios

- Tipo: soldado
- Material: accesorios soldados St-35, según DIN-17100
- Codos: se usarán codos de radio largo en los lugares donde el espacio lo permita, según DIN 2605
- Tes: según DIN-2615
- Reducciones: según DIN-2616

Serán de aplicación las N.T.E. y Normas UNE en sus diferentes actividades de utilización.

3. Ejecución

La instalación de la tubería se realizará de acuerdo con las normas y práctica común, para un buen uso, asegurando la eliminación de bolsas de aire y fácil drenaje.

La tubería se instalará de forma que permita la libre dilatación sin producir esfuerzos que puedan ocasionar daños.

Los recorridos de tuberías se ejecutarán de acuerdo con los planos del proyecto, respetando los diámetros indicados para los circuitos de agua fría, agua caliente, apoyo a piscina y recuperación de calor de la máquina deshumectadora.

Se colocarán los soportes necesarios para garantizar la correcta fijación de las tuberías, evitando deformaciones, vibraciones o esfuerzos sobre los equipos conectados.

Las uniones y accesorios se ejecutarán de forma que se garantice la estanqueidad del circuito. Los cambios de dirección se realizarán mediante codos adecuados, evitando recorridos innecesarios y pérdidas de carga excesivas.

En los puntos altos de la instalación se colocarán purgadores, y en los puntos bajos se dispondrán elementos de vaciado cuando sea necesario.

Antes de su puesta en servicio, las tuberías se someterán a las pruebas de presión, estanqueidad, limpieza y purga correspondientes.

4. Aislamiento

Las tuberías de agua fría deberán aislarse térmicamente y disponer de barrera de vapor para evitar condensaciones.

Las tuberías de agua caliente deberán aislarse térmicamente para reducir las pérdidas de calor.

El aislamiento se ejecutará de forma continua, incluyendo accesorios, válvulas y tramos singulares, siempre que sea posible y compatible con el mantenimiento de la instalación.

4.2.2 VÁLVULAS

Esta especificación será aplicable a las válvulas instaladas en los circuitos hidráulicos de climatización, incluyendo circuitos de agua fría, agua caliente, apoyo a piscina y recuperación de calor.

1. Materiales

- Las válvulas serán adecuadas para agua como fluido de trabajo.
- La presión nominal será igual o superior a la presión máxima de servicio del circuito.

- Los materiales del cuerpo, asiento, eje y cierre serán compatibles con el fluido y con las condiciones de temperatura y presión.
- Las válvulas deberán presentar cierre estanco y accionamiento adecuado.

2. Tipos de válvulas

- Válvulas de corte.
- Válvulas de regulación.
- Válvulas de retención.
- Válvulas de equilibrado, cuando sea necesario.
- Válvulas de vaciado y purga en los puntos requeridos.

3. Criterio de instalación

- Se instalarán válvulas de corte en la entrada y salida de todos los equipos principales.
- Se dispondrán válvulas de corte en:
 - Bomba de calor aire-agua.
 - Unidad de tratamiento de aire.
 - Máquina deshumectadora.
 - Intercambiador de placas.
 - Bombas de circulación.
 - Baterías de frío y calor.
- Las válvulas permitirán el aislamiento y desmontaje de los equipos en caso de avería o mantenimiento.

- Para diámetros pequeños se podrán utilizar válvulas de bola.
- Para diámetros mayores se utilizarán preferentemente válvulas de mariposa.
- Las válvulas de retención se colocarán en los circuitos de bombeo para evitar retornos de caudal no deseados.
- Las válvulas de regulación se instalarán en los puntos necesarios para equilibrar la instalación.

4. Ejecución

- Las válvulas se instalarán en lugares accesibles.
- El sentido de montaje deberá respetar las indicaciones del fabricante.
- Las uniones serán estancas y compatibles con la tubería correspondiente.
- No se permitirán esfuerzos sobre el cuerpo de la válvula debidos a mala alineación de tuberías.
- Las válvulas deberán poder accionarse sin dificultad.

5. Recepción

- Se comprobará el diámetro nominal.
- Se comprobará la presión nominal.
- Se revisará el correcto accionamiento.
- Se comprobará la estanqueidad.
- Se verificará la correspondencia con los planos y esquema de principio.

4.2.3 BOMBAS CENTRÍFUGAS

Esta especificación será aplicable a las bombas centrífugas instaladas en los circuitos hidráulicos de climatización.

1. Condiciones generales

- Las bombas serán aptas para circulación de agua limpia.
- Serán bombas centrífugas en línea, de rotor seco o solución equivalente.
- Las bombas se seleccionarán en función del caudal y la altura manométrica del circuito correspondiente.
- La altura manométrica deberá considerar:
 - Pérdidas lineales en tuberías.
 - Pérdidas localizadas en accesorios.
 - Pérdidas en equipos.
 - Pérdidas en válvulas.
 - Coeficiente de seguridad considerado en el cálculo.
- Las bombas deberán trabajar dentro del rango recomendado por el fabricante.

2. Materiales y características

- Cuerpo de bomba adecuado para instalación hidráulica de climatización.
- Rodete adecuado para agua.
- Motor eléctrico trifásico.
- Conexiones bridadas o roscadas según diámetro.

- Placa de características visible.
- Protección adecuada frente a humedad y ambiente de instalación.

3. Instalación

- Las bombas se instalarán de forma que sean accesibles para mantenimiento.
- Las tuberías deberán quedar correctamente soportadas, sin transmitir esfuerzos al cuerpo de la bomba.
- Se dispondrán válvulas de corte antes y después de cada bomba.
- Se instalará válvula de retención cuando sea necesario evitar circulación inversa.
- Se colocarán filtros, manguitos antivibratorios, manómetros y elementos auxiliares según esquema de principio.
- Se comprobará el sentido de giro antes de la puesta en marcha.
- Se evitará el funcionamiento en seco.

4. Bombas previstas en la instalación

- B-01: bomba circuito agua fría UTA.
- B-02: bomba circuito agua caliente UTA.
- B-03: bomba circuito apoyo piscina-intercambiador.
- B-04: bomba circuito recuperación DRESY-piscina.

5. Recepción y pruebas

- Comprobación de caudal.
- Comprobación de altura manométrica.

- Comprobación de potencia del motor.
- Verificación del sentido de giro.
- Comprobación de ausencia de vibraciones anómalas.
- Comprobación de estanqueidad.
- Verificación de funcionamiento dentro del punto de trabajo seleccionado.

4.2.4 BOMBA DE CALOR AIRE-AGUA

Esta especificación será aplicable a la bomba de calor aire-agua encargada de la producción térmica principal de la instalación.

1. Condiciones generales

- La producción térmica se realizará mediante una bomba de calor aire-agua de cuatro tubos.
- El equipo deberá ser apto para instalación exterior en cubierta.
- Permitirá disponer de circuito de agua fría y circuito de agua caliente.
- El equipo alimentará:
 - Batería de frío de la UTA.
 - Batería de calor de la UTA.
 - Circuito de apoyo térmico a piscina mediante intercambiador de placas.
- El equipo deberá cumplir las potencias frigorífica y calorífica indicadas en la memoria.

2. Características mínimas

- Equipo compacto, ensamblado y probado en fábrica.
- Preparado para funcionamiento exterior.
- Circuitos hidráulicos diferenciados para frío y calor.
- Regulación automática.
- Protecciones de seguridad.
- Control de temperatura de agua.
- Protección frente a funcionamiento anómalo.
- Conexiones hidráulicas compatibles con la instalación proyectada.

3. Instalación

- Se instalará en cubierta, en la zona destinada a instalaciones.
- Se colocará sobre bancada o soporte adecuado.
- Se dispondrán elementos antivibratorios si fuera necesario.
- Se garantizará espacio suficiente para mantenimiento.
- Se respetarán las distancias mínimas recomendadas por el fabricante.
- En las conexiones hidráulicas se dispondrán válvulas de corte para aislamiento.
- Se colocarán elementos de purga, vaciado, filtrado y medida cuando sea necesario.
- Las conexiones eléctricas se realizarán conforme a la normativa aplicable.

4. Recepción

- Comprobación del modelo suministrado.
- Comprobación de potencia frigorífica y calorífica.
- Verificación de alimentación eléctrica.
- Revisión de conexiones hidráulicas.
- Revisión de protecciones y elementos de control.
- Comprobación de ausencia de daños de transporte.
- Puesta en marcha según instrucciones del fabricante.

4.2.5 UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE

Esta especificación será aplicable a la unidad de tratamiento de aire destinada a la climatización de la sala fitness.

1. Condiciones generales

- La unidad será apta para instalación en cubierta.
- Deberá proporcionar el caudal de impulsión indicado en memoria y planos.
- Deberá permitir la incorporación de aire exterior de ventilación.
- Deberá incluir las baterías necesarias para cubrir las cargas térmicas de verano e invierno.
- El equipo será modular o compacto, según selección final.

2. Secciones mínimas

La UTA seleccionada estará formada, como mínimo, por:

- Sección de entrada de aire.
- Sección de mezcla de aire exterior y aire de retorno.
- Sección de filtración.
- Batería de frío.
- Batería de calor.
- Ventilador de impulsión.
- Ventilador de retorno o extracción, si procede.
- Sección de salida.
- Registros de mantenimiento.

3. Materiales y construcción

- Envolvente formada por paneles aislados.
- Paneles desmontables o registrables.
- Estructura resistente a la intemperie.
- Filtros extraíbles para mantenimiento.
- Baterías de agua adecuadas para instalaciones de climatización.
- Bandeja de condensados en la batería de frío.
- Drenaje correctamente sifonado.
- Ventiladores seleccionados para vencer las pérdidas de carga de la red de conductos.

4. Instalación

- La UTA se instalará en la ubicación indicada en planos.
- Se garantizará acceso para mantenimiento.
- Las conexiones a conductos se realizarán mediante elementos flexibles.
- Las conexiones hidráulicas dispondrán de válvulas de corte.
- Se dispondrán purgadores y vaciados en las baterías cuando sea necesario.
- Las baterías deberán conectarse según el esquema hidráulico de principio.

5. Recepción

- Comprobación del caudal nominal.
- Comprobación de potencias de batería.
- Revisión de filtros.
- Revisión de ventiladores.
- Revisión de accesos de mantenimiento.
- Comprobación de bandeja de condensados.
- Comprobación de correspondencia con la ficha técnica y planos.

4.2.6 MÁQUINA DESHUMECTADORA DE PISCINA

Esta especificación será aplicable a la máquina deshumectadora destinada al tratamiento del recinto de piscina.

1. Condiciones generales

- El equipo deberá ser apto para piscinas cubiertas.

- Permitirá controlar la humedad relativa del recinto.
- Permitirá tratar el aire de impulsión y retorno de la piscina.
- Incorporará recuperación de calor hacia el agua del vaso.
- El equipo deberá cumplir el caudal nominal y capacidad de deshumidificación indicados en memoria.

2. Características mínimas

- Máquina deshumectadora con recuperación de calor.
- Equipo compacto o modular.
- Circuitos frigoríficos integrados.
- Compresores.
- Ventiladores.
- Baterías de intercambio.
- Filtros.
- Bandeja de condensados.
- Drenaje de condensados.
- Elementos de regulación y control.
- Recuperación térmica hacia el circuito de agua de piscina.

3. Materiales

- Materiales adecuados para ambientes húmedos.
- Elementos interiores resistentes a la corrosión.

- Bandejas y drenajes adecuados para condensados.
- Envolvente apta para condiciones de piscina cubierta.
- Componentes compatibles con funcionamiento en ambientes con elevada humedad relativa.

4. Instalación

- Se instalará en cubierta, según planos.
- Se garantizará acceso para mantenimiento.
- Se dispondrán conexiones flexibles en conductos para evitar transmisión de vibraciones.
- Se dispondrán válvulas de corte en las conexiones hidráulicas.
- El drenaje de condensados se ejecutará conforme a las indicaciones del fabricante.
- La conexión con la red de conductos se realizará respetando los caudales de impulsión y retorno previstos.
- La conexión hidráulica de recuperación se realizará según esquema de principio.

5. Recepción

- Comprobación del modelo suministrado.
- Comprobación del caudal de aire.
- Comprobación de capacidad de deshumidificación.
- Comprobación de potencia térmica recuperada.
- Revisión de dimensiones y conexiones.

- Comprobación de ventiladores, filtros y drenajes.
- Puesta en marcha según instrucciones del fabricante.

4.2.7 INTERCAMBIADOR DE PLACAS

Esta especificación será aplicable al intercambiador de placas empleado como apoyo térmico al vaso de piscina.

1. Condiciones generales

- El intercambiador permitirá transferir calor desde el circuito de agua caliente de climatización al circuito de piscina.
- No existirá mezcla directa entre el circuito cerrado de climatización y el agua tratada de piscina.
- El equipo deberá ser capaz de transmitir la potencia térmica indicada en memoria.
- Se instalará en la sala de instalaciones de piscina, junto al sistema de filtración y compensación.

2. Materiales

- Intercambiador de placas desmontable o equivalente.
- Placas de acero inoxidable AISI 316L o material equivalente.
- Juntas compatibles con las condiciones de temperatura, presión y características del agua.
- Conexiones compatibles con los diámetros de la instalación.
- Materiales aptos para agua tratada de piscina.

3. Instalación

- Se colocará en ubicación accesible para mantenimiento.
- Se conectará al circuito primario de agua caliente procedente de la bomba de calor.
- Se conectará al circuito secundario de recirculación del agua de piscina.
- Se dispondrán válvulas de corte en ambos lados del intercambiador.
- Se dispondrán elementos de purga y vaciado cuando sea necesario.
- Se garantizará el sentido de circulación indicado por el fabricante.
- Se instalarán elementos de medida y regulación según esquema de principio.

4. Recepción

- Comprobación de potencia térmica.
- Comprobación de materiales.
- Comprobación de conexiones.
- Verificación de estanqueidad.
- Comprobación de pérdida de carga admisible.
- Revisión del correcto montaje hidráulico.
- Verificación de separación entre circuito de climatización y circuito de piscina.

4.2.8 CONDUCTOS DE CHAPA

Esta especificación será aplicable a los conductos de chapa de la instalación de climatización y deshumectación.

1. Materiales

- Conductos de chapa de acero galvanizado o material equivalente.
- Espesor adecuado a la sección del conducto.
- Material resistente y compatible con el uso de climatización.
- En zonas húmedas o de piscina se emplearán soluciones adecuadas frente a la corrosión cuando sea necesario.

2. Ejecución

- Los conductos se ejecutarán de acuerdo con las dimensiones indicadas en planos.
- Las uniones deberán garantizar la estanqueidad.
- Los conductos se instalarán correctamente soportados.
- Se evitarán deformaciones, vibraciones y fugas de aire.
- Los cambios de dirección se realizarán mediante codos adecuados.
- Las derivaciones, reducciones y piezas especiales se ejecutarán minimizando pérdidas de carga.
- Las conexiones con equipos se realizarán mediante elementos flexibles.
- Los conductos deberán mantenerse limpios durante el montaje.

3. Accesorios

- Codos.
- Derivaciones.
- Reducciones.
- Piezas de transición.
- Compuertas de regulación, si procede.
- Registros de inspección, cuando sean necesarios.
- Elementos flexibles de conexión a equipos.

4. Recepción

- Comprobación de dimensiones.
- Comprobación de estanqueidad.
- Comprobación de soportes.
- Revisión de conexiones a equipos.
- Revisión de ausencia de obstrucciones.
- Comprobación de correspondencia con planos.
- Verificación del correcto equilibrado de caudales durante la puesta en marcha.

4.2.9 TOBERAS, DIFUSORES Y REJILLAS

Esta especificación será aplicable a los elementos terminales de impulsión y retorno de aire.

1. Elementos incluidos

- Difusores de techo para sala fitness.
- Rejillas de retorno para sala fitness.
- Toberas orientables para impulsión en piscina.
- Rejillas bajas de retorno en piscina.
- Marcos y elementos de fijación.
- Elementos de regulación, cuando proceda.

2. Materiales

- Aluminio, acero o material equivalente.
- Acabado adecuado al uso del local.
- En el recinto de piscina se emplearán elementos adecuados para ambientes húmedos.
- Los elementos deberán ser resistentes a la corrosión cuando estén expuestos a ambiente de piscina.

3. Selección

- Los elementos se seleccionarán en función del caudal unitario.
- Se comprobará la pérdida de carga.
- Se comprobará el alcance.
- Se comprobará el nivel sonoro.

- Se verificará que el funcionamiento se encuentra dentro de los rangos recomendados por el fabricante.
- Se buscará una distribución homogénea del aire en los recintos climatizados.

4. Instalación

- Los difusores se instalarán en techo o falso techo, según planos.
- Las rejillas se instalarán en la posición indicada en planos.
- Las toberas de piscina se instalarán en la parte alta del recinto, orientadas según necesidades de impulsión.
- Las rejillas bajas de piscina se integrarán en bancos, zócalos o zonas laterales previstas.
- Los elementos deberán quedar correctamente alineados y fijados.
- Se evitarán vibraciones y fugas de aire no deseadas.
- Los elementos regulables deberán permitir el ajuste de caudal.

5. Recepción

- Comprobación del modelo.
- Comprobación de dimensiones.
- Comprobación de acabado.
- Comprobación de fijación.
- Comprobación de regulación.
- Medición y equilibrado de caudal durante la puesta en marcha.

4.2.10 AISLAMIENTO TÉRMICO

Esta especificación será aplicable al aislamiento térmico de tuberías, conductos y elementos auxiliares.

1. Condiciones generales

- Se aislarán todos los elementos en los que pueda existir pérdida térmica significativa.
- Se aislarán los elementos con riesgo de condensación.
- El aislamiento se ejecutará de forma continua.
- No se permitirán discontinuidades, roturas o zonas sin proteger.
- El espesor del aislamiento cumplirá la normativa aplicable.

2. Tuberías de agua fría

- Dispondrán de aislamiento térmico.
- Dispondrán de barrera de vapor.
- Se evitará la formación de condensaciones.
- El aislamiento incluirá codos, accesorios y tramos singulares.
- La barrera de vapor deberá mantenerse continua.

3. Tuberías de agua caliente

- Dispondrán de aislamiento térmico.
- Se limitarán las pérdidas de calor.
- El aislamiento se colocará de forma continua.
- Los accesorios se aislarán siempre que sea posible.

4. Conductos

- Los conductos se aislarán cuando transporten aire a temperatura diferente de la del ambiente.
- Se evitarán condensaciones en superficies exteriores.
- En zonas exteriores se dispondrá protección frente a la intemperie.
- El aislamiento no deberá interferir con registros, compuertas o elementos de mantenimiento.

5. Ejecución

- Las superficies deberán estar limpias y secas.
- El aislamiento se fijará correctamente.
- Las juntas se sellarán adecuadamente.
- En el exterior se protegerá mediante acabado resistente a la intemperie.
- Se mantendrá el acceso a válvulas y elementos desmontables.

6. Recepción

- Comprobación de espesor.
- Comprobación de continuidad.
- Comprobación de barrera de vapor.
- Comprobación de protección exterior.
- Rechazo de aislamientos mojados, rotos o mal colocados.

4.2.11 PRUEBAS, RECEPCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Antes de la recepción definitiva de la instalación se realizarán las pruebas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento de todos los sistemas.

1. Pruebas hidráulicas

- Prueba de presión en tuberías.
- Comprobación de estanqueidad.
- Limpieza de circuitos.
- Llenado de circuitos.
- Purga de aire.
- Comprobación de vaciados.
- Comprobación de funcionamiento de bombas.
- Comprobación de válvulas.
- Comprobación de intercambiadores y baterías.
- Verificación de caudales de agua.

2. Pruebas de aire

- Comprobación de red de conductos.
- Comprobación de estanqueidad.
- Comprobación de soportes.
- Revisión de elementos terminales.
- Medición de caudales de impulsión y retorno.

- Ajuste de difusores, toberas y rejillas.
- Comprobación de compuertas.
- Comprobación de ventiladores.

3. Equipos principales

Se comprobará el correcto funcionamiento de:

- Bomba de calor aire-agua.
- Unidad de tratamiento de aire.
- Máquina deshumectadora.
- Intercambiador de placas.
- Bombas de circulación.
- Baterías de frío y calor.
- Elementos terminales de difusión y retorno.

4. Puesta en marcha

- Verificación de conexiones hidráulicas.
- Verificación de conexiones eléctricas.
- Comprobación de sentido de giro de bombas y ventiladores.
- Ajuste de caudales.
- Lectura de presiones.
- Lectura de temperaturas.

- Comprobación de drenajes.
- Comprobación de ausencia de fugas.
- Comprobación de ausencia de vibraciones anómalas.
- Regulación inicial de la instalación.

5. Documentación final

Antes de la recepción se entregará la documentación correspondiente:

- Fichas técnicas de equipos.
- Manuales de instalación y mantenimiento.
- Esquemas de principio.
- Planos finales.
- Certificados y documentación de puesta en marcha.
- Resultados de pruebas realizadas.
- Instrucciones básicas de operación y mantenimiento.

La recepción final quedará condicionada al correcto funcionamiento de la instalación, a la superación de las pruebas indicadas y a la entrega de la documentación técnica correspondiente.

4.2.12 SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y CONTROL AUTOMÁTICO

1. Condiciones generales

- La instalación dispondrá de un sistema de control automático programable que optimizará el funcionamiento de las máquinas para minimizar el consumo energético del edificio (RITE IT 1.2.4.2).
- Los ventiladores de la UTA y de la deshumectadora regularán su velocidad mediante variadores de frecuencia en función de la ocupación real del gimnasio (sonda de CO₂) y de la humedad de la piscina.

2. Estrategias de Ahorro Energético

- Free-cooling (Enfriamiento gratuito): La UTA-01 dispondrá de compuertas motorizadas proporcionales para realizar free-cooling térmico y entálpico cuando las condiciones del aire exterior sean favorables.
- Prioridad de recuperación en Piscina: El sistema de control priorizará siempre la recuperación de calor del aire de extracción hacia el agua del vaso de la piscina (84,2 kW). Solo si el vaso está a la temperatura de consigna (28 °C), el calor se desviará a la batería de aire.
- Parada por inactivación: Se programarán horarios de funcionamiento diferenciados para periodos nocturnos, reduciendo el caudal de ventilación al mínimo legal higiénico.

5. MEDICIONES

5.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TÉRMICA

Descripción	Unidades	€/unidad	TOTAL
Bomba de calor aire-agua de cuatro tubos RHOSS WinPACK EXP TXAEQY 4160 o equivalente, con potencia frigorífica nominal de 152,7 kW y potencia calorífica nominal de 167,3 kW, incluyendo suministro, colocación en cubierta, bancada, elementos antivibratorios, conexiones básicas y puesta en marcha.	1	50.000	50.000
Intercambiador de placas de apoyo a piscina 5 o equivalente, con placas de acero inoxidable AISI 316L, potencia térmica mínima 90,6 kW, caudal primario 15,58 m³/h, conexiones compatibles con la instalación, incluyendo suministro, colocación, soportes y conexiones básicas.	1	4.000	4.000
TOTAL= 54.000 €			

Tabla 17: Mediciones sistemas de producción térmica

5.2 CLIMATIZACIÓN PISCINA

Descripción	Unidades	€/unidad	TOTAL
Máquina deshumectadora de piscina Sedical DRESY 2111 o equivalente, con caudal nominal de aire de 22.000 m³/h, capacidad de deshumidificación de 111,1 l/h y recuperación de calor al agua del vaso de 84,2 kW, incluyendo suministro, colocación en cubierta, conexiones básicas, elementos antivibratorios y puesta en marcha.	1	45.100	45.100
TOTAL= 45.100 €			

Tabla 18: Mediciones máquina deshumectadora

Bomba centrífuga en línea B-02, marca Wilo, modelo IPL 65/120-3/2 PN 10 o equivalente, para circuito de agua caliente de la UTA, con caudal de diseño 10,95 m³/h y altura manométrica 15,38 m.c.a., incluyendo suministro, montaje, conexiones y puesta en marcha.	1	2.200	2.200
Bomba centrífuga en línea B-03, marca Wilo, modelo IPL 65/110-2,2/2 PN 10 o equivalente, para circuito de apoyo al intercambiador de placas de piscina, con caudal de diseño 15,58 m³/h y altura manométrica 15,04 m.c.a., incluyendo suministro, montaje, conexiones y puesta en marcha.	1	1.650	1.650
Bomba centrífuga en línea B-04, marca Wilo, modelo IPL 50/130-2,2/2 PN 10 o equivalente, para circuito de recuperación DRESY-piscina, con caudal de diseño 12,07 m³/h y altura manométrica 15,99 m.c.a., incluyendo suministro, montaje, conexiones y puesta en marcha.	1	1.950	1.950
TOTAL= 7.700 €			

Tabla 20: Mediciones bombas de circulación

5.5 DIFUSIÓN DE AIRE

Descripción	Unidades	€/unidad	TOTAL
Difusor de techo para impulsión en sala fitness, tipo TROX VDW o equivalente, incluyendo suministro, montaje, marco de fijación y regulación inicial.	16	150	2.400
Rejilla de retorno para sala fitness, tipo TROX AR-AG / AE-AG o equivalente, incluyendo suministro, montaje, marco de fijación y regulación inicial.	6	120	720
Tobera orientable de impulsión para recinto de piscina, tipo TROX DUE o equivalente, adecuada para grandes alcances, incluyendo suministro, montaje, fijación y regulación inicial.	16	350	5.600

Rejilla baja de retorno para recinto de piscina, tipo TROX AR-AG / AE-AG o equivalente, integrada en banco/zócalo lateral, incluyendo suministro, montaje, marco de fijación y regulación inicial.	16	150	2.400
TOTAL= 11.120 €			

Tabla 21: Mediciones elementos difusión

5.6 RED DE CONDUCTOS

Descripción	Unidades	€/unidad	TOTAL
Conducto de chapa galvanizada para redes de impulsión y retorno de aire, incluyendo suministro, fabricación, montaje, soportes, uniones, piezas especiales y pruebas de estanqueidad.	425 m ²	29,97	12.737,25

Aislamiento térmico de conductos de climatización, incluyendo suministro, colocación, fijaciones y acabado.	425 m ²	9,41 €/m ²	4.000
Accesorios principales de red de conductos, incluyendo codos, reducciones, derivaciones, conexiones flexibles a equipos, registros y elementos auxiliares.	1 lote	1.500	1.500
TOTAL= 18.237,25 €			

Tabla 22: Mediciones red de conductos

5.7 RED HIDRÁULICA

Descripción	Unidades	€/unidad	TOTAL
Tubería de acero al carbono DN65 / Ø2 1/2", para circuitos de agua caliente y recuperación DRESY-piscina, incluyendo suministro, montaje, accesorios, soportes, soldadura y prueba de estanqueidad.	175 m	37,12	6.496
Tubería de acero al carbono DN80 / Ø3", para circuito de apoyo a intercambiador de piscina, incluyendo suministro, montaje, accesorios, soportes, soldadura y prueba de estanqueidad.	70 m	45	3.150
Tubería de acero al carbono DN100 / Ø4", para circuito de agua fría de la UTA, incluyendo suministro, montaje, accesorios, soportes, soldadura y prueba de estanqueidad.	75 m	59,77	4.482,75

Aislamiento térmico de tuberías de agua fría y caliente, incluyendo barrera de vapor en circuitos de agua fría, fijaciones y protección en tramos exteriores.	320	18	5.760
TOTAL= 19.888,75 €			

Tabla 23: Mediciones red hidráulica

5.8 VALVULERÍA Y ACCESORIOS

Descripción	Unidades	€/unidad	TOTAL
Válvulas de corte y aislamiento para equipos principales, bombas, UTA, DRESY, intercambiador y bomba de calor, incluyendo suministro y montaje.	24	185	4.440

Válvulas de retención y regulación/equilibrado para circuitos hidráulicos de agua fría, agua caliente, apoyo a piscina y recuperación DRESY-piscina.	4	47,52	190,08
Válvulas de regulación/equilibrado para ajuste de caudal en circuitos hidráulicos, incluyendo suministro y montaje.	8	70,38	563,04
Filtros de agua tipo Y en circuitos hidráulicos de bombas y equipos principales, incluyendo suministro y montaje.	4	211,64	846,56

Manguitos antivibratorios y accesorios de conexión asociados a grupos de bombeo y equipos principales.	8	45	360
TOTAL= 6.399,68 €			

Tabla 24: Mediciones accesorios

5.9 ELEMENTOS AUXILIARES

Descripción	Unidades	€/unidad	TOTAL
Depósito de expansión para circuitos hidráulicos de climatización, incluyendo suministro, montaje y conexión.	1	326	326

Elementos de control y regulación de la instalación hidráulica y de climatización, incluyendo sondas, elementos de control básico y conexiónado.	1	4.000	4.000
Termómetros de capilla angular para control de temperatura en circuitos hidráulicos, incluyendo suministro y montaje.	8	42,52	340,16
Manómetros equipados con llaves de esfera y amortiguador de vibraciones, incluyendo suministro y montaje.	8	80	640

Purgadores, vaciados y accesorios auxiliares de los circuitos hidráulicos, incluyendo suministro, montaje y puesta en servicio.	12	35	420
Elementos de control y regulación básica de la instalación hidráulica y de climatización, incluyendo sondas, cableado y conexionado básico.	1	2.000	2.000
TOTAL= 7.726,16 €			

Tabla 25: Mediciones elementos auxiliares

5.10 PRESUPUESTO FINAL

A continuación se presenta el resumen económico del proyecto, desglosado por capítulos según las mediciones anteriormente expuestas, y aplicando los coeficientes legales vigentes de Gastos Generales (13%), Beneficio Industrial (6%) e Impuesto sobre el Valor Añadido (21%).

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
5.1	Sistemas de Producción Térmica	54.000,00 €
5.2	Climatización Piscina	45.100,00 €
5.3	Unidad de Tratamiento de Aire	50.000,00 €
5.4	Bombas	7.700,00 €
5.5	Difusión de Aire	11.120,00 €
5.6	Red de Conductos	18.237,25 €
5.7	Red Hidráulica	19.888,75 €
5.8	Valvulería y Accesorios	6.399,68 €
5.9	Elementos Auxiliares (Suma Corregida)	7.726,16 €
-	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)	220.171,84 €

Tabla 26: Presupuesto final

Concepto	Porcentaje	Importe (€)
Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.)	-	220.171,84€
Gastos Generales (G.G.)	13,00%	28.622,34 €
Beneficio Industrial (B.I.)	6,00%	13.210,31 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (P.B.L.) (S.I.V.A.)	-	262004,49 €
Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.)	21,00%	55.020,94 €
PRESUPUESTO TOTAL DE CONTRATA	-	317.025,43€

El presupuesto total de la instalación, por contrata, asciende a la cantidad de TRESCIENTOS DIECISIETE MIL VEINTICINCO EUROS CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS (317.025,43 €), Impuesto sobre el Valor Añadido incluido.

6. BIBLIOGRAFÍA

[AGEN15] Naciones Unidas. *"Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible"*. Organización de las Naciones Unidas, 2015.

[ASHR21] ASHRAE. *"ASHRAE Handbook: Fundamentals"*. Metric Edition, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2021

[ATEC20] Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). *"DTIE 10.06: Piscinas Cubiertas. Deshumidificación y climatización por compresión mecánica"*. Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación, 2020.

[CARR02] Carrier Corporation. *"Manual de aire acondicionado"*. Edición española, Marcombo, 2002.

[CIAT05] Maillo, A. (CIATESA). *"Climatización de piscinas cubiertas"*. Compañía Industrial de Aplicaciones Térmicas, S.A., artículo técnico, 2005.

[IDAE21] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). *"Guías técnicas de ahorro y eficiencia energética en climatización"*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021.

[KEYT18] Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización (AFEC). *"Guía de diseño y eficiencia energética en la deshumectación de piscinas climatizadas"*. Ponencia Técnica Sectorial, Madrid, 2018.

[MINI07] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *"Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y sus posteriores modificaciones"*. Boletín Oficial del Estado, No. 207, 2007.

[MINI19] Ministerio de Fomento. *"Código Técnico de la Edificación (CTE): Exigencias básicas de ahorro de energía (DB-HE) y salubridad (DB-HS)"*. Gobierno de España, 2019.

[MINI21] Ministerio de la Presidencia. "Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)". Boletín Oficial del Estado, No. 71, marzo 2021.

[MINI22] Ministerio de Sanidad. "Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis". Boletín Oficial del Estado, No. 148, junio 2022.

[RHOS24] RHOSS S.p.A. "WINPACK EXP - TXAEQY: Bombas de calor polivalentes de 4 tubos con compresores scroll de alta eficiencia". Catálogo técnico comercial, 2024. Consultado en junio de 2026.

[SEDI23] SEDICAL S.A. "Deshumidificadoras para piscinas cubiertas: Serie DRESY con recuperación de calor al agua del vaso". Documentación técnica de producto, 2023. Consultado en junio de 2026.

[SEDI24] SEDICAL S.A. "Intercambiadores de placas de juntas: Serie UFP para aplicaciones hidráulicas de climatización". Ficha técnica de ingeniería, 2024. Consultado en junio de 2026.

[TROX23] TROX España S.A. "Unidades de tratamiento de aire X-CUBE: Especificaciones de diseño higiénico y configuración modular". Manual técnico de selección, 2023. Consultado en mayo de 2026.

[TROX24] TROX España S.A. "Sistemas de difusión de aire: Difusores rotacionales VDW, rejillas de ventilación AR/AE y toberas de largo alcance DUE". Catálogo y tarifa de componentes, 2024. Consultado en mayo de 2026.

[WILO25] WILO Ibérica S.A. "Wilo VeroLine IPL: Bombas centrífugas en línea para instalación en tubería de circuitos cerrados". Software de selección Wilo-Select 4, 2025. Consultado en junio de 2026.