



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIONES TÉRMICAS EN PISCINA CUBIERTA

Alumno: Carlos Montesinos Cuadros

Tutor: Prof. D. Miguel Ángel García Gutiérrez

Dpto: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Septiembre, 2016



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Don Miguel Ángel García Gutiérrez , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado:
Instalaciones térmicas en piscina climatizada, que presenta Carlos Montesinos
Cuadros, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela
Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre de 2016

El alumno:

El tutor:

Carlos Montesinos Cuadros

Miguel Ángel García Gutiérrez

DOCUMENTO Nº 1

ÍNDICES

ÍNDICE GENERAL:

DOCUMENTO Nº 2: MEMORIA	5
DOCUMENTO Nº 3: ANEXOS DE CÁLCULO	75
1. CÁLCULOS DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS DE UNA PISCINA CUBIERTA	75
2. CÁLCULO DE TUBERÍAS	79
3. CÁLCULO RED DE CONDUCTOS	84
4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS	85
DOCUMENTO Nº 4: DOCUMENTO DE ENTIDAD PROPIA	90
1. ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD	92
2. GESTIÓN DE RESIDUOS	95
DOCUMENTO Nº 5: PLANOS	110
1. SITUACIÓN	
2. EMPLAZAMIENTO	
3. PLANTA PISCINA	
4. ACS Y DESHUMIFICADOR	
5. ESQUEMA GENERAL DE PRINCIPIO	
6. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	
DOCUMENTO Nº 6: PLIEGO DE CONDICIONES TÉRMICAS	114
1. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE CIMENTACIÓN DE UNA PISCINA CUBIERTA	
DOCUMENTO Nº 7: MEDICIONES	145
1. MEDICIONES	146
DOCUMENTO Nº 8: PRESUPUESTO	
1. CUADRO DE PRECIOS	149
2. RESUMEN TOTAL DEL PRESUPUESTO	152

DOCUMENTO Nº 2

MEMORIA

Memoria	5
Índice	6
1. Datos identificativos	8
2. Introducción	8
3. Objetivo del proyecto	9
4. Normativa de aplicación	10
5. Descripción y características de la edificación.....	11
5.1. Plantas, estancias y usos.....	11
5.2. Definición de la envolvente térmica y cerramiento objeto.....	12
5.3. Condiciones exteriores del cálculo.....	14
5.4. Condiciones interiores del cálculo.....	15
5.4.1. Calidad del aire interior. Bienestar e higiene.....	16
5.5. Régimen de funcionamiento del edificio.....	17
5.5.1. Horario de funcionamiento.....	18
5.5.2. Ocupación.....	18
6. Climatización de piscinas cubiertas.....	19
6.1. Introducción.....	19
6.2. Objetivos.....	19
6.3. Limitación de la demanda mediante la opción simplificada del CTE	20
6.3.1. Aplicabilidad a la opción simplificada.....	21
6.3.2. Cerramientos y particiones interiores objeto de la opción.....	21
6.3.3. Cálculo de los coeficientes de transmisión.....	24
6.4. Necesidades de la climatización de una piscina cubierta.....	26
6.4.1. Cálculo de las necesidades de deshumidificación.....	26
6.4.1.1. Cálculo del agua evaporada durante el uso de las instalaciones.....	31
6.4.1.2. Deshumidificación.....	33
6.4.1.3. Deshumidificación mediante bombas de calor (BCP).....	36
6.4.1.4. Tipos de deshumectadores.....	37
6.4.2. Calculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua del vaso.....	38
6.4.2.1. Pérdidas por evaporación.....	38
6.4.2.2. Pérdidas por radiación.....	39
6.4.2.3. Pérdidas por convección.....	40
6.4.2.4. Pérdidas por renovación del agua.....	41
6.4.2.5. Pérdidas por transmisión.....	42
6.4.3. Cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del aire ambiente.....	44
6.4.3.1. Pérdidas de calor por transmisión.....	45
6.4.3.2. Pérdidas de calor por ventilación.....	45
6.4.4. Resultados de los cálculos de las necesidades térmicas	46

6.4.4.1.	Resultados necesidades térmicas en el vaso de agua	46
6.4.4.2.	Resultados necesidades térmicas en el ambiente	47
7.	Agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda energética por consumo de ACS ..	
7.1.	Puntos a tener en cuenta	49
7.2.	Resultados	50
7.3.	Instalación de A.C.S.	50
7.3.1.	Aerotermia	51
7.3.2.	Sistema de acumulación	52
7.3.3.	Sistema de intercambio para el calentamiento de A.C.S.	53
7.3.4.	Sistema de control	56
7.3.5.	Sistema de medida	57
7.3.6.	Sistema de energía convencional	57
8.	Instalación del sistema de aerotermia	58
8.1.	Descripción de la instalación.	58
8.2.	Bombas de calor a usar	59
8.2.1.	Características generales de las bombas de calor Aquair Premium	
8.3.	Deshumificador seleccionado para la instalación	62
9.	Medidas de ahorro energético	63
9.1.	Ahorro energético con la Aerotermia.	64
9.2.	Recuperación del calor expulsado.	65
9.3.	Recuperador con enfriamiento adiabático	66
9.4.	Instalación de caldera de biomasa y manta térmica	67
9.5.	Instalación de los intercambiadores.	67
10.	Cálculo de tuberías	67
11.	Cálculo de red de conductos	68
12.	Conclusiones	68

1. DATOS IDENTIFICATIVOS

Título del proyecto: Instalaciones Térmicas en Piscina Cubierta.

Situación y emplazamiento: Jaén, Andalucía, España.

Propiedad: El edificio pertenece al patronato municipal de deportes de Jaén, destinado al desarrollo de actividades lúdico-deportivas.

Autor del proyecto: Carlos Montesinos Cuadros.

Tutor: Miguel Ángel García Gutiérrez.

2. INTRODUCCIÓN

El objeto del proyecto que nos ocupa es la realización del diseño de climatización de una piscina interior cubierta de uso lúdico deportivo, realizando el aporte energético principal a la instalación por medio de aerotermia.

En una primera parte del proyecto nos ocuparemos de la ejecución necesaria para una correcta climatización de una piscina cubierta y del cálculo de las necesidades de agua caliente sanitaria.

En la segunda parte procederemos al cálculo y dimensionado, en función de las posibilidades reales en la ejecución del edificio, de la implantación de un sistema de captación de energía térmica por medio de bombas de calor (aerotermia) según recomendaciones de la normativa vigente en construcción, y la realización de un consecuente estudio de viabilidad de esta instalación y de la repercusión final en la instalación.

3. OBJETIVO DEL PROYECTO

Dado el gran crecimiento de la demanda de este tipo de instalaciones, lo que se pretende en este proyecto es:

- Realizar un desglose completo de todos los pormenores en la climatización de una piscina, discernir los factores determinantes en este tipo de instalaciones y de los no tan importantes.
- Exponer y aplicar al diseño los más recientes estándares de confort térmico y de calidad del aire.
- Discutir ciertas posibilidades y configuraciones de maquinaria, sistemas de intercambio y seleccionar la más adecuada.
- Asentar unas bases para la consecución de unas instalaciones tecnológicamente avanzadas y, por definición, energéticamente eficientes y respetuosas con el medio ambiente.
- Realizar un aporte energético ajustado, limpio y bien definido, según la normativa vigente y el apoyo de herramientas informáticas creadas por el autor del proyecto.

4. NORMATIVA DE APLICACIÓN

La reglamentación que afecta a las instalaciones térmicas de una piscina climatizada es la siguiente:

1. Código Técnico de la Edificación. CTE.

Real decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda,

B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Documento Básico HE (ahorro de energía).

Sección HE4 (contribución solar mínima de agua caliente sanitaria).

Contenido:

- Se establece una contribución solar mínima para el calentamiento del agua de las piscinas cubiertas que va desde el 30% al 70%, dependiendo de la zona.
- La temperatura del recinto deberá estar $2/3^{\circ}\text{C}$ por encima de la del agua ($26/28^{\circ}\text{C}$).
- La humedad será 55/70% (preferible 60%).
- Especificaciones de montaje.

2. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. RITE

Real decreto 238/2013, del 5 de Septiembre del Ministerio de la presidencia.

Contenido:

- Fija las condiciones térmicas del aire del recinto (máx 30 °C).
1 o 2 °C por encima de la temperatura del agua.
HR < 60%.
- Fija la calidad del aire en el recinto de las piscinas como IDA 2 (aire de buena calidad).
- Fija la temperatura del agua 24/30 °C.
- Exige la contribución solar mínima del CTE.
- Prohíbe la utilización de energías convencionales en el caso de piscinas al aire libre.

3. Reglamento Sanitario de las Piscinas de Uso Colectivo.

Real decreto 23/1999, de 23 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Sanitario de las Piscinas de Uso Colectivo de la Junta de Andalucía.

Contenido:

- Fija el aforo de las piscinas y las tipifica.
- Normaliza la forma y dimensiones del vaso, así como los accesorios de la piscina.
- Regula la depuración y los tratamientos del agua.
- Fija la renovación del aire del recinto de la piscina en 8 m³/h.m² vaso.

5. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN.

5.1. Plantas, estancias y usos

El edificio objeto de estudio está compuesto por tres plantas que incluyen 8 diferentes estancias, que son:

- Planta baja: local sin climatizar dispuesto para la maquinaria necesaria.
- Planta principal: en ella se encuentran las siguientes estancias.
 - Recepción.
 - Aseos de personal.
 - Cuarto de limpieza.
 - Vestuarios de piscina.
 - Piscina semi olímpica.
 - Gradas.
 - Sótano de maquinaria.
- Azotea: utilizada principalmente para soportar las bombas de calor aunque habrá maquinaria de clima de otras dependencias.

Procederemos a clasificar los espacios del edificio según lo indicado en el CTE.

Espacios térmicos internos clasificados según la normativa:

Espacio interior	Habitabilidad	Carga interna	Nivel higrométrico
Sala de máquinas	No habitable		
Piscina	Habitable	Alta carga interna	Higrometría 5
Vestuarios	Habitable	Alta carga interna	Higrometría 4
Recepción	Habitable	Baja carga interna	Higrometría 3

Tabla 1. Espacios del edificio.

5.2. Definición de la envolvente térmica y cerramiento objeto.

A continuación desglosamos los cerramientos que comprenden la construcción y su composición:

Cerramiento	Composición
C1. Cubierta	1. Forjado 2. Capa de compresión 3. Barrera de Vapor Asfáltica 4. Láminas de Betún 5. Hormigón Aligerado 6. Capa de Mortero de Regulación 7. Aislamiento rígido ROOFMATE 8. Mortero de protección 9. Capa vegetal
C2. Muros exteriores	1. Panel de sándwich de chapa galvanizada 2. Cámara de aire 3. Trasdoso de pladur
C3. Muros enterrados	1. Lámina de polietileno 2. Hormigón armado d=2400 3. Cámara de aire interna 5cm 4. Espuma de poliuretano conformado tipo III 5. Cartón yeso
C4. Muros interiores (Piscina – Vestuario)	1. Mortero de cemento 2. Fábrica de ladrillo perforado 3. Cámara de aire interna 2cm 4. Espuma de poliuretano aplicado in situ tipo II 5. Fábrica de ladrillo hueco 6. Enlucido de yeso
C5. Separaciones interiores (Vestuarios)	1. Tabique de PLADUR con aislamiento de fibra de vidrio
C6. Soleras (oficinas)	1. Hormigón armado d=2400 2. Lámina de polietileno reticular 3. Mortero de cemento 4. Linóleo
C6B. Suelo de garaje	1. Lámina de polietileno 2. Hormigón armado d=2400 3. Mortero de cemento 4. Linóleo

C7. Playas de piscina y vestuarios	1. Hormigón armado d=2400 2. Lamina de polietileno 3. Espuma de poliuretano conformado tipo III 4. Mortero de cemento 5. Plaquetas
C8. Puerta de emergencia (tribuna)	1. Puerta exterior metálica opaca
C9. Ventanas este	1. Carpintería de aluminio lacado 2. Vidrio doble climalit 4+12+4
C10. Puertas de cristal	1. Carpintería de aluminio lacado 2. Vidrio doble climalit 4+6+4
C11. Ventanas sur y oeste	1. Carpintería en aluminio lacado 2. Vidrio doble CLIMALIT 4-12-4 con cristal de baja emisividad

Tabla 2. Cerramientos y su composición.

A continuación detallamos los cerramientos y sus propiedades en función de sus situación y características de los mismos.

Cerramiento	Descripción
C1. CUBIERTA	Cubierta en contacto con el aire, parte opaca
C2. MUROS EXTERIORES	Fachada en contacto con el aire, parte opaca
C3. PARED DE GARAJE	Muro en contacto con el terreno
C4. MUROS DE PISCINA A VESTUARIO	Partición interior
C5. SEPARACIONES VESTUARIOS	Partición interior
C6. SOLERAS (OFICINAS)	Suelo en contacto con el terreno
C6B. SUELO DE GARAJE	Suelo en contacto con el terreno
C7. PLAYAS DE PISCINA Y VESTUARIOS	Suelo en contacto con espacios no habitables
C8. PUERTAS DE EMERGENCIA (TRIBUNA)	Fachada en contacto con el aire, parte semitransparente
C9. VENTANAS DE PISCINA-ESTE	Fachada en contacto con el aire, parte semitransparente
C10. CARPINTERIA DE ENTRADA	Fachada en contacto con el aire, parte semitransparente
C11. VENTANAS DE PISCINA-OESTE-SUR	Fachada en contacto con el aire, parte semitransparente

Tabla3. Cerramientos y sus propiedades

En nuestro proyecto se presupone que todo posible puente térmico integrado en las fachadas es lo suficientemente pequeño como para ser obviado de las consideraciones generales de este proyecto.

Por otro lado, a pesar de que la norma dice que debeos eludir el cálculo de las puertas cuyo porcentaje de superficie semitransparente sea inferior al 50%, tomaremos en cuenta las puertas de emergencia situadas en el punto medio de las gradas laterales que posee la piscina, ya que la carga interna del espacio en el que se encuentran es cualitativa y cuantitativamente especial. De esta forma nos aseguramos que las restricciones que nos da la normativa ayuden a evitar unas pérdidas que de otro modo podrían llegar a suponer un serio derroche energético.

5.3. Condiciones exteriores de cálculo

Situación geográfica: Jaén, capital de la provincia de Jaén.

Latitud:	37°46'11"N
Longitud:	3°47'20"O
Altitud:	573 m.s.n.m.

Zonificación climática: Según el Apéndice D del CTE, sus instrucciones podemos asegurar que nos encontramos en la zona climática C4.

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Mejilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	985	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Figura 1. Zonificación climática

5.4 Condiciones interiores de cálculo.

Nuestras condiciones interiores serian:

Uso	Verano		Invierno	
	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)
Piscina	28	60	28	6

Como últimos datos relevantes, tendremos que la temperatura del agua de la piscina será de 25°C durante todo el año con una ocupación prevista de 80 personas y cargas por iluminación de 25 W/m².

En cuanto a los valores físicos de la construcción tenemos:

- La superficie destinada a oficinas, las cuales serán también climatizadas, pero de las cuales no nos ocuparemos en este proyecto, comprenden una superficie útil de 240 m².
- La superficie total del recinto de la piscina a climatizar comprende 540 m² con una altura del techo-cubierta de 4m, en la cual encontramos las tribunas con cargas generadas por los espectadores y todo lo referente del agua en continuo intercambio con el ambiente y sus bañistas.
- La superficie total de la lámina de agua es de 312.5 m² destinamos a uso recreativo-deportivo.

5.4.1. Calidad del aire interior. Bienestar e higiene.

Normativa de aplicación del proyecto (RITE):

Temperatura y humedad relativa operativas: La temperatura seca del aire de locales que alberguen piscinas climatizadas se mantendrá entre 1°C y 2°C por encima del vaso, con un máximo de 30°C. La humedad relativa del local se mantendrá siempre por debajo del 65% para proteger los cerramientos de la formación de condensaciones.

Velocidad media del aire: La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia. La velocidad media admisible del aire en la zona de ocupación (V), se calculará:

Para los valores de la temperatura seca t del aire dentro de los márgenes de 20 a 27°C, se calculará con la siguiente ecuación en el caso de la difusión por mezcla:

$$V = \frac{t}{100} - 0,07 \left(\frac{m}{s} \right)$$

Calidad del aire interior: según normativa, el recinto de la piscina dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal del aire exterior que evite la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece a continuación.

La instalación pertenece a la categoría de calidad del aire interior según su uso IDA2. De entre los cinco métodos de cálculo de caudal mínimo presentados en la norma escogemos el Método de dilución por el cual estamos obligados a introducir un caudal

aire exterior de ventilación que se hace necesario para la dilución de los contaminantes de 2,5 dm³/s por metro cuadrado de superficie de la lámina de agua y de la playa (no está incluida en la zona de espectadores). A este caudal se debe añadir el necesario para controlar la humedad relativa, en su caso. El local se mantendrá con una presión negativa entre 20 y 40 Pa con respecto a los locales contiguos. Por tanto deberemos calcular el mínimo, correspondiente a los 2.5 dm³/s·m² y comparar con el valor necesario de aire exterior para mantener la humedad en el recinto.

Aire de extracción: nuestra instancia corresponde al grupo AE3 por el cual estamos obligados a la extracción total del aire sin ningún tipo de recirculación y evitando la mezcla con los aires de otros tipos de dependencias para controlar la contaminación cruzada.

Además, en las piscinas climatizadas, la energía térmica contenida en el aire expulsado debería ser recuperada, con una eficiencia mínima y unas pérdidas máximas de presión iguales en las indicadas en la tabla mostrada a continuación para más de 6000 horas anuales de funcionamiento, en función del caudal.

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación										
Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m ³ /s)									
	>0,5...1,5		>1,5...3,0		>3,0...6,0		>6,0...12		>12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000 ... 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000 ... 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

5.5. Régimen de funcionamiento del edificio.

El edificio para el cual se va a realizar el proyecto de climatización posee una serie de características que procedemos a detallar:

- Horario de funcionamiento
- Ocupación

5.5.1. Horario de funcionamiento.

El horario de funcionamiento es el normal para este tipo de establecimientos extendiéndose desde las 8.00 a las 22.00 horas de lunes a domingo. Lo cual supone 14 horas de funcionamiento al día.

La piscina permanecerá abierta durante todo el año. Esto implica que se deberá definir dos formas de trabajo diferentes en función de la estación del año, ya que no se suele preparar las instalaciones para la creación de frío, por ser innecesario y poco rentable.

Uso en invierno: toda la maquinaria en uso normal

Uso en verano: solo actuarán los circuitos referidos al sistema aerotermico, que calentarán el agua de la piscina, pero esta no será climatizada (puertas y ventanas al exterior abiertas).

5.5.2. Ocupación.

Como ocupación teórica podríamos suponer por defecto la mayor de las ocupaciones posibles que por observación directa solemos encontrar. Estos son: 6 nadadores por calle, teniendo 6 calles, lo cual hace un total de 36 nadadores. Pero para ponernos en el supuesto de las condiciones más adversas, y teniendo en cuenta que existirán clases infantiles de natación, normalmente abarrotadas y generadoras de condiciones de alta turbulencia, supondremos en torno a los 13 bañistas por calle, siendo más exactos, 78-80 bañistas y hasta un máximo de 50 espectadores en las gradas proyectadas dentro del recinto.

Tenemos que comentar que estas condiciones realmente se darán en contadas ocasiones por lo que, de alguna forma estamos sobredimensionando a instalación, o visto de otra forma, curándonos en dejar la instalación en condiciones insuficientes para posibles eventos/encuentros de mayor afluencia.

6. CLIMATIZACIÓN DE PISCINAS CUBIERTAS

6.1. INTRODUCCION

El incremento de instalaciones lúdico –deportivas ha hecho que las necesidades de climatización de piscinas cubiertas se hayan incrementado de forma importante en nuestro país en los últimos años. Este tipo de instalaciones, por sus peculiares características, requieren de un estudio específico en las necesidades del recinto y de las posibles soluciones a adoptar.

En nuestro proyecto se enumeran distintos factores a tener en cuenta en el cálculo de este tipo de instalaciones y se apuntan algunas posibles soluciones a adoptar, recordando que existen múltiples sistemas y que en cada caso, como siempre, será el proyectista el que decidirá la solución más adecuada a cada problema concreto.

6.2. OBJETIVOS

En el proyecto de climatización de una piscina cubierta debe tenerse en cuenta que las diferencias fundamentales con respecto a un sistema de climatización de un edificio residencial o comercial son, en primer lugar, que los ocupantes tienen un grado de vestimenta muy bajo. Como consecuencia de ello la obtención de unas condiciones de confort adecuadas y el evitar condensaciones, que son los dos objetivos específicos de este tipo de instalaciones, pasa por:

- La consecuencia de una temperatura y humedad ambientales adecuadas.
- El mantenimiento de la temperatura del agua del vaso de la piscina.
- Garantizar el aire de ventilación como higiénico.
- Evitar las corrientes de aire en la zona de ocupación y sobre la lámina de agua.
- Evitar que se produzcan condensaciones en los distintos cerramientos como consecuencia de la alta humedad absoluta y relativa del aire ambiente interior.

Las condiciones que tenemos que cumplir como iniciales están pensadas en función de varios factores que procedemos a comentar.

Como regla general, tanto en el RITE como en el CTE, se aconseja que la temperatura del aire se sitúe siempre dos o tres grados por encima de la del agua y la humedad relativa en torno al 60% ya que debemos evitar en lo posible que los bañistas que salen mojados tengan sensación de frío, bien sea por una temperatura ambiente baja o bien por el calor cedido por el cuerpo en el proceso de evaporación del agua de la piel mojada, que es más rápida cuanto menor sea la humedad del ambiente.

En segundo lugar, como veremos más adelante, existe una relación directa entre el agua evaporada de la piscina y las condiciones de temperatura y humedad

del aire ambiente. Con todo ello trataremos que las condiciones de confort para el bañista sean óptimas.

Por tanto, y teniendo en cuenta las premisas marcadas en el apartado 6.3 sobre la calidad del aire interior, tomaremos las siguientes condiciones como las ideales de confort térmico.

- Temperatura del agua: 26°C
- Temperatura del aire: 28°C
- Humedad relativa 60%

6.3. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA MEDIANTE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA DEL CTE.

Procedemos a dar conformidad con la opción simplificada en el CTE. Con ella conseguimos limitar la demanda energética de los edificios, de una manera indirecta, mediante el establecimiento de determinados valores límite de los parámetros de transmitancia térmica U y del factor solar modificado F de los componentes de la envolvente térmica.

Esta opción implica también limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos para las condiciones ambientales establecidas en el reglamento; limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios; limitar unidades de uso calefactadas y las zonas comunes no calefactadas. Pero dado el carácter exclusivamente térmico/energético del proyecto, nos vamos a centrar solo en validar la limitación de la transmitancia térmica. Es decir, no nos haremos cargo de las infiltraciones y/o condensaciones ya que estas son misión del arquitecto/ aparejador y de un control exhaustivo de las condiciones en las que se construye el edificio y no tanto de un estudio industrial.

Por otra parte, si bien es cierto que la normativa (CTE) da ciertas pautas para la correcta limitación de la demanda energética de las piscinas cubiertas, las características especiales de las instalaciones a tratar no se encuentran debidamente desarrolladas en la norma. Por lo que buena parte de este proyecto está dedicado al análisis de las peculiaridades que nos podemos encontrar y al planteamiento de las debidas soluciones constructivas que se han de adoptar.

Por último, para conseguir valores cuantitativos de la demanda, y no solo las limitaciones en los cerramientos, procederemos a calcular la carga realizada por la instalación por medio de procedimientos alternativos, en mayor parte provenientes de la experiencia de profesionales de la materia y que ya han sido demostrados como coherentes para la correcta previsión de consumos.

Dicho todo esto, pasemos a dar conformidad a la opción simplificada que encontramos en la norma CTE.

6.3.1. **APLICABILIDAD DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA**

- a) Puede utilizarse la opción simplificada cuando se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:
 - 1. que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie;
 - 2. que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.
- b) Como excepción, se admiten porcentajes de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio.
- c) Quedan excluidos aquellos edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales tales como *muros Trombe, muros parietodinámicos, invernaderos adosados, etc.*
- d) En el caso de obras de rehabilitación, se aplicaran a los nuevos cerramientos los criterios establecidos en esta opción.

6.3.2. **CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES OBJETO DE LA OPCIÓN.**

- a) Son objeto de esta opción simplificada los *cerramientos y particiones interiores* que componen la *envolvente térmica* del edificio. Estos son:
 - 1. La envolvente térmica del edificio, como muestra la siguiente figura, está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

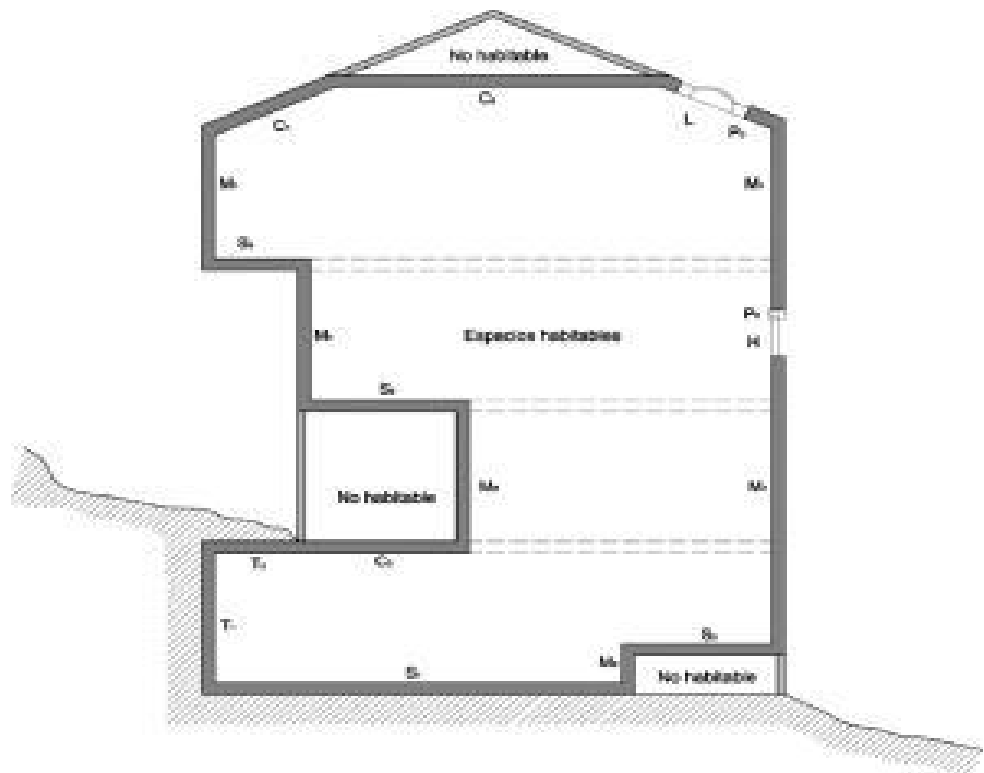
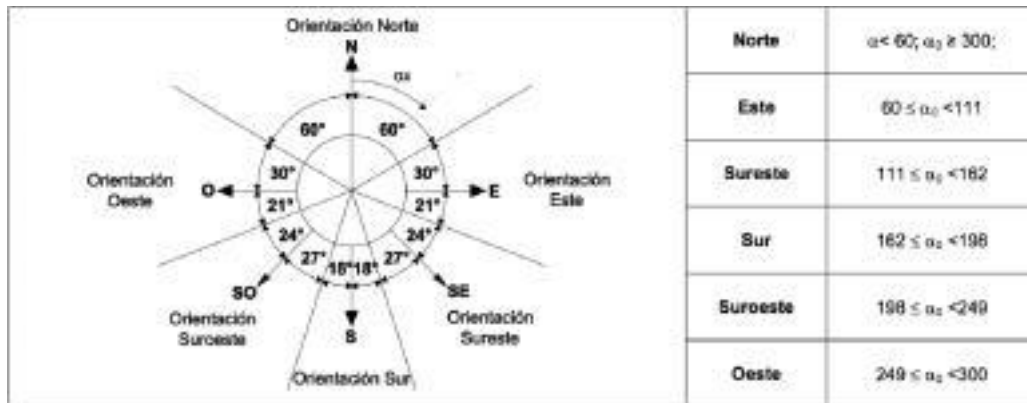


Fig8. Descripción de la envolvente térmica (CTE)

2. Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables
Se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

1. cubiertas, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal;
2. suelos, comprenden aquellos cerramientos interiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable;

Fachadas, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura mostrada más abajo. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario;



Orientación de las fachadas

3. medianerías, comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerara, a efectos térmicos, una fachada;
 4. cerramientos en contacto con el terreno, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno;
 5. particiones interiores, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.
- b) A efectos de limitación de la demanda, se incluirán en la consideración anterior solo aquellos *puentes térmicos* cuya superficie sea superior a 0,5 m² y que estén integrados en las fachadas, tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana.
- c) No se incluirán en la consideración anterior las puertas cuyo porcentaje de superficie semitransparente sea inferior al 50 %.

6.3.3. CALCULO DE LA TRANSMITANCIA

Para realizar el cálculo de los coeficientes de transmisión de cada cerramiento se ha tenido en cuenta el cumplir, en todo momento, con el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE sobre el ahorro de energía, sobre condiciones térmicas, rendimiento, eficiencias y contribuciones energéticas de fuentes renovables en edificios.

De este modo, y teniendo en cuenta las prescripciones dadas en la misma explicamos el método de cálculo:

Considerando un cerramiento con caras isotermas, que separa dos ambientes, también isotermos, el coeficiente total de transmisión térmica es: el flujo de calor por unidad de superficie (de una de las paredes o de otra superficie interna convencionalmente elegida) y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes.

La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la expresión

$$U = \frac{1}{R_t}$$

Siendo R_T la resistencia térmica total del componente constructiva ($m^2 K/W$). Suponiendo los componentes constituidos por capas térmicamente homogéneas, calcularemos el valor de la resistencia térmica total mediante la expresión:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

En donde $R_i, R_2...R_n$ son las resistencias parciales de las distintas láminas que pueden componer el componente constructivo total, ya que en nuestro caso vamos a suponer todos los componentes son homogéneos.

Las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior R_{si} y R_{se} vienen dadas por la tabla E.1. Del Apéndice E <Cálculo de los parámetros característicos de la demanda> de la CTE DB HE que más adelante presentamos.

La transmitancia, o coeficiente de transmisión térmica aire-aire difiere de la conductancia de los materiales en que para esta, la diferencia de temperatura se mide entre las dos caras, mientras que para la transmitancia esta medida se realiza entre los dos ambientes a ambos lados de la muestra.

Existen dos tipos de cálculos especificados en la norma y que nos serán de gran utilidad para obtener los valores de la transmitancia de cada elemento:

- Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con aire exterior: la norma nos da una tabla de valores estándar de la cual haremos uso.

- Resistencia térmica de las cámaras de aire existentes en los componentes, se divide en tres grupos: sin ventilar, ligeramente ventilada y muy ventilada. Para nuestro caso, según las especificaciones arquitectónicas del edificio, haremos uso únicamente de cámaras de aire sin ventilar, las cuales vienen definidas por el uso de la tabla mostrada a continuación en función de su espesor, pudiéndose determinar valores intermedios por medio de interpolación lineal.

he (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15

2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Estos valores serán aplicables cuando la cámara:

1. Este limitada por dos superficies paralelas entre si y perpendiculares a la dirección del flujo de calor y cuyas emotividades sean superiores a 0.8.
2. Tengan un espesor menor a 0.1 veces cada una de las otras dos dimensiones y no mayor a 0.3m (semejanza a placa plana infinita).
3. No tenga intercambio de aire con el ambiente interior.

Existen más detalles sobre el cálculo de coeficientes de transmisión que serán detallados según sean necesarios en el anexo correspondiente.

6.4. NECESIDADES DE CLIMATIZACIÓN DE UNA PISCINA

6.4.1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE DESHUMIFICACIÓN.

6.4.1.1. Cálculo del agua evaporada durante el uso de las instalaciones.

La evaporación en la lámina de agua aumentará de forma directamente proporcional al número de bañistas y su actividad, ya que la interacción entre el agua y el aire en régimen turbulento provocado por el chapoteo favorece la evaporación.

Una elevada velocidad de aire sobre la lámina favorecerá también el fenómeno de la evaporación, punto que por otra parte debemos evitar para conseguir el confort de las personas.

Además se tendrá en cuenta el efecto de las playas mojadas de la piscina o el agua que porten en la piel los bañistas al salir de la piscina.

Existen dos factores más que suponen un aporte de humedad extra al ambiente y que como tales hay que tener en cuenta a la hora de calcular el incremento de humedad absoluta.

Estos factores son la carga latente (considerada en cualquier cálculo de climatización común) de los propios bañistas y la del público general, que en piscinas de competición, por ejemplo, pueden llegar a ser un factor importante si la ocupación de las gradas es elevada.

También tenemos que tener en cuenta, el aire exterior de ventilación e infiltraciones, que en algunos casos puede tener más humedad absoluta que el aire ambiente interior, y por tanto, suponer un aumento de la humedad ambiental, aunque debe decirse que, en la mayoría de los casos, es justo al contrario ayudando a deshumectar por estar este aire exterior más seco que el interior.

Existen multitud de fórmulas para calcular la cantidad de agua evaporada en función de los factores anteriormente mencionados. En este sentido debemos decir que los resultados obtenidos por las diversas fórmulas pueden ser dispares, pero hay que considerar también que las hipótesis de cálculo respecto al número y tipo de bañistas (profesionales, personas de tercera edad, niños, etc.) tienen gran importancia en la cantidad de agua evaporada y pueden ser más significativas en cuanto a resultados que la fórmula que escojamos para dicho cálculo.

Ahora vamos a repasar una relación de posibles fórmulas, una de ellas es de las más usadas, la fórmula de Bernier, la cual tomaremos como la adecuada para el desarrollo de nuestro proyecto. A parte de esta trataremos de comparar los resultados con los obtenidos con la fórmula de Carreras la cual se presupone capaz de tener en cuenta el número de espectadores y la velocidad del aire sobre la lámina de agua.

Fórmula de Bernier:

$$M_e = S \cdot [(16 + 133 \cdot n) \cdot (W_e - Ga \cdot W_{as})] + 0.1 \cdot N$$

Donde:

M_e = masa de agua evaporada (kg/h)

S = superficie de piscina (m^2)

W_e = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua (kg_{ag}/kg_a)

W_{as} = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire interior (kg_{ag}/kg_a)

Ga = grado de saturación

n = número de nadadores por metro cuadrado de superficie de lámina de agua (valores típicos 0.1 – 0.15 – 0.2)

N = número total de ocupantes (espectadores)

Fórmula de Carreras:

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

Donde:

- * M_e = masa de agua evaporada (kg/h)
- * S = superficie de la lámina de agua (m²)
- * W_e = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua (kg_{ag}/kg_a)
- * W_a = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire ambiente (kg_{ag}/kg_a)
- * n = número de nadadores
- * N = número total de espectadores
- * V = velocidad del aire sobre la lámina de agua (entre 0.05 y 0.15 m/s)

En ambas expresiones podemos ver que el agua evaporada depende de la diferencia entre humedad absoluta en la saturación a la temperatura del agua y la humedad absoluta del aire ambiente, y por supuesto, del número de bañistas.

Por tanto, un aumento de la temperatura del agua desembocará en una mayor humedad absoluta en la saturación y esta en un aumento de la cantidad de agua evaporada, en las mismas condiciones del aire ambiente.

Por el contrario, si la temperatura del aire interior, su humedad relativa, o ambas, bajan, su humedad absoluta decrece y, como consecuencia, aumenta la evaporación.

Luego es conveniente que la temperatura del agua no sea excesivamente alta y que la temperatura del aire sea siempre mayor que la del agua para que la evaporación y las condiciones de confort sean las adecuadas.

El cálculo de masa de agua evaporada será:

$$M_e = S \cdot [(16 + 133 \cdot n) \cdot (W_e - G_a \cdot W_{as})] + 0,1 \cdot N$$

Donde:

: Masa de agua evaporada (kg/h)

S : Superficie de las piscinas 387'5 m².

: nº de bañistas por m² de superficie lámina de agua, consideramos 50 bañistas/387'5 m².

: Humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua 26°C, y es de 0'0213 kg agua / kg aire

: Grado de saturación 60 %.

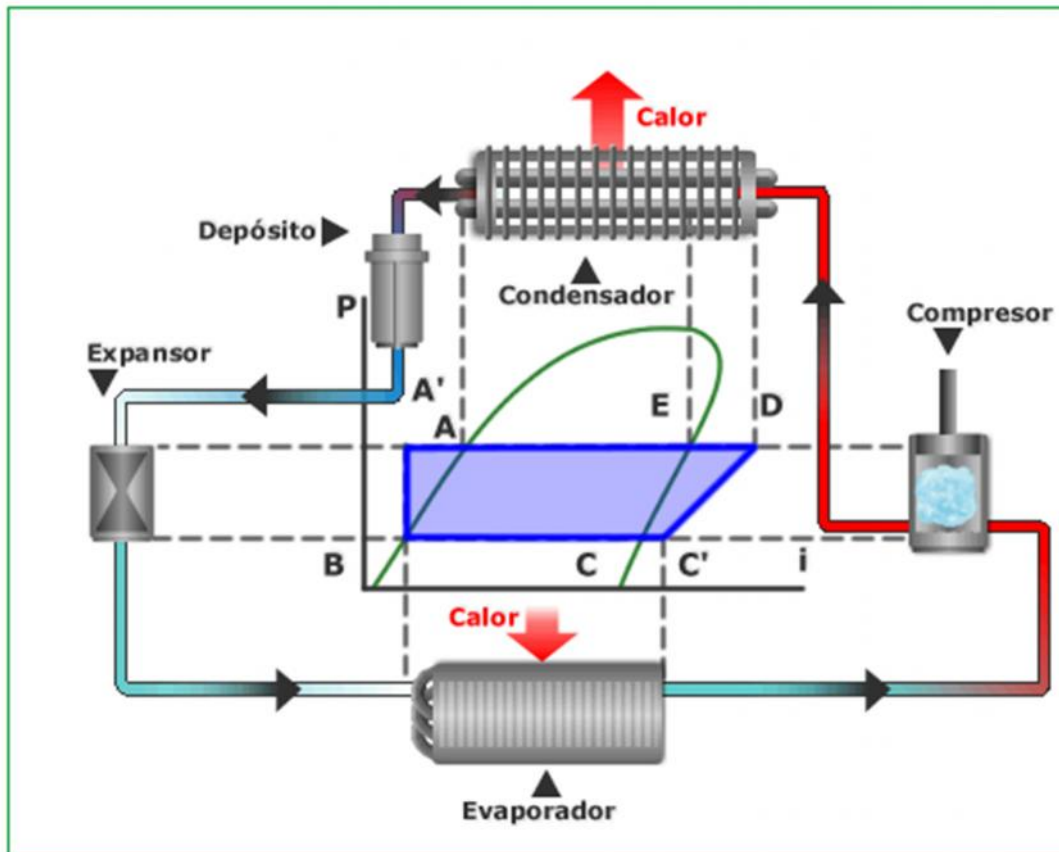
: Humedad absoluta del aire saturado a la temperatura interior 28°C, y es de 0'0240 kg agua / kg aire

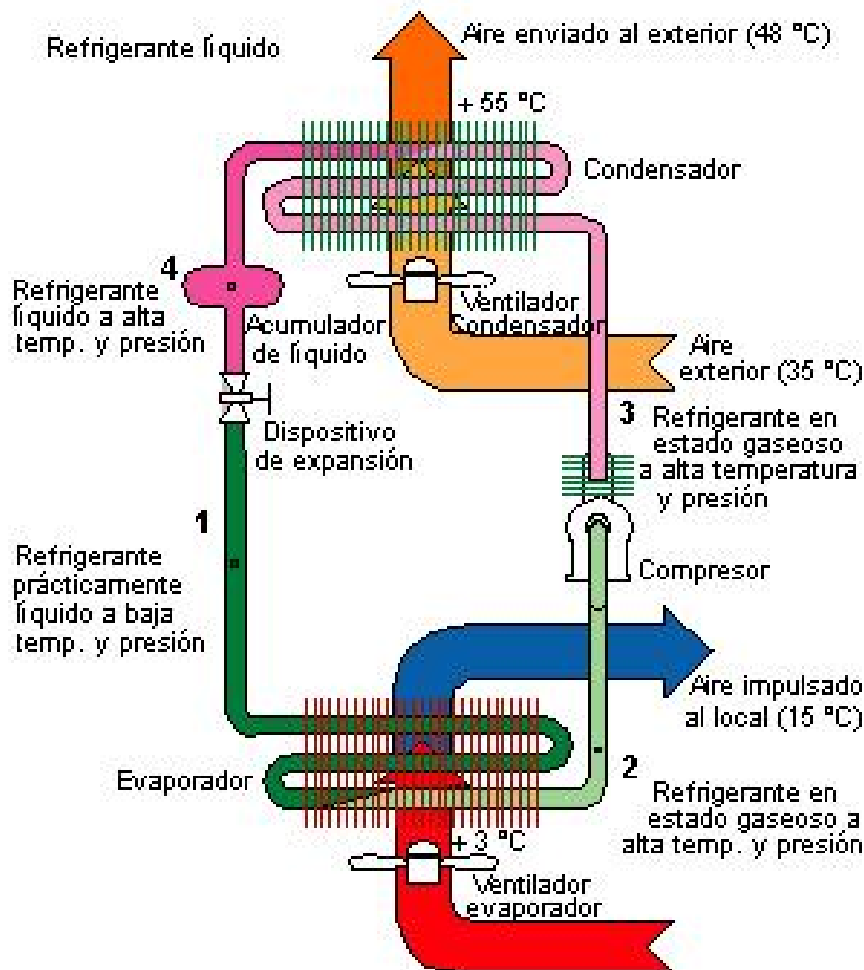
: Número total de espectadores, cogeremos 35 personas.

Sustituyendo obtenemos:

$$M_e = 92'165 \frac{kg_{agua}}{h}$$

CICLO DE RANKINE



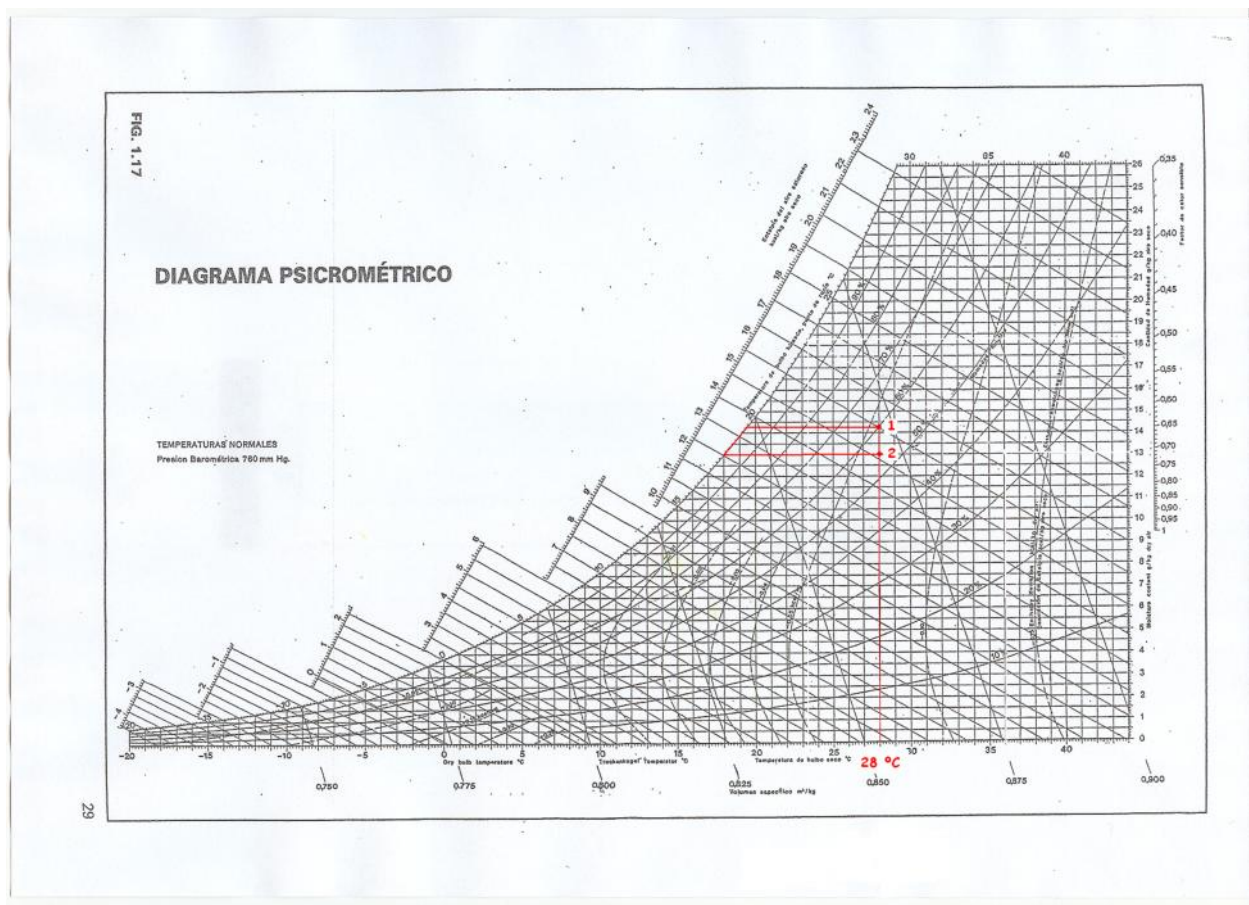
CICLO DE RANKINE APLICADO A EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN**6.4.1.2. Deshumidificación**

En el transcurso normal de las actividades de la piscina, encontraremos otro fenómeno de carga térmica que consistirá en la sobrecarga de humedad del aire del recinto debido a la evaporación.

Anteriormente mencionábamos la obligatoriedad según el RITE de la aportación de un mínimo de aire externo para el mantenimiento de las condiciones de calidad del aire. Dado que el mínimo exigible suele ser inferior al necesario para mantener la humedad del recinto, calcularemos y contrastaremos estos datos en su correspondiente apartado de los anexos de cálculo.

Para entender mejor el proceso térmico que sucede en el recinto de la piscina, vamos a detallar el proceso completo que tiene lugar en nuestro estudio y que hasta el momento sólo habíamos tenido en cuenta parcialmente:

1. Debido al chapoteo de los bañistas, el agua de la piscina se evapora, por lo que:
 - o El agua del vaso de la piscina pierde calor. Esta carga se caracterizará en puntos ulteriores.
 - o La lámina de aire, de flujo turbulento, inmediata a la superficie de agua recibe vapor de agua saturada, esta lámina de aire termina con las siguiente propiedades: $HR100\%$ y $T=Tw_b$ (bulbo húmedo) = T^a del agua = $25^{\circ}C$.
2. El agua recibirá calor de la instalación aerotérmica y, como comentábamos, la carga térmica que esto supone será calculada más adelante.
3. El aire saturado de vapor de agua se mezclará con el resto del aire del ambiente aumentando la humedad relativa total del recinto y disminuyendo su temperatura.
4. El aire de retorno, sobrecargado de la humedad será mezclado con un caudal mínimo de aire externo, que dada la localización geográfica de nuestro edificio, se presume siempre con una humedad relativa inferior a la necesaria con tan solo la aportación de aire exterior.



6.4.1.3. Deshumidificación mediante bombas de calor (BCP).

Con este tipo de sistemas conseguimos aprovechar toda la energía residual del ciclo frigorífico. En el interior de las BCP, una sección de free-cooling, intercambiadores de placas y varias etapas de filtración. Todos estos elementos son controlados por el propio equipo.

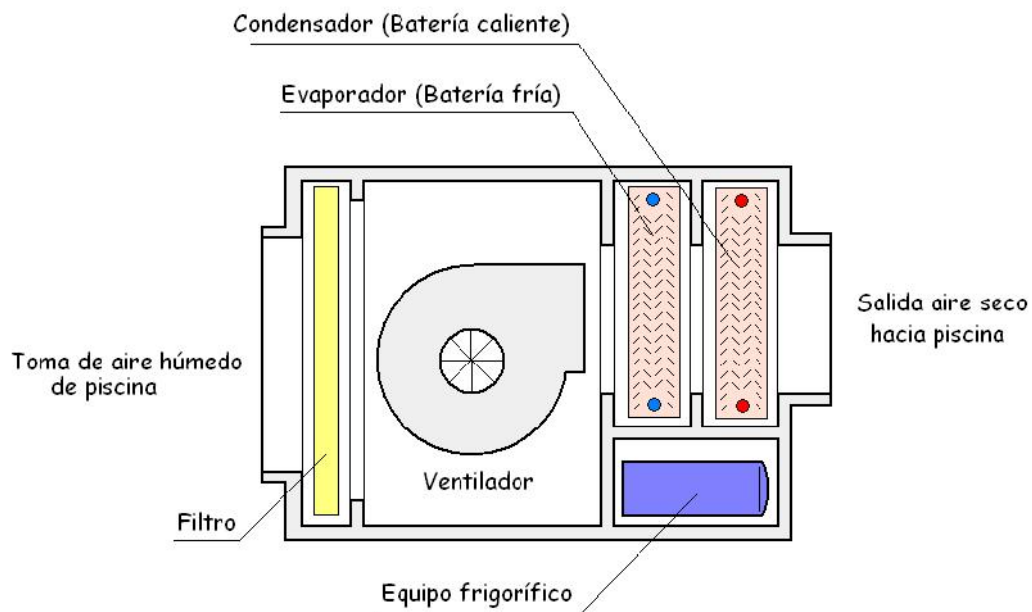
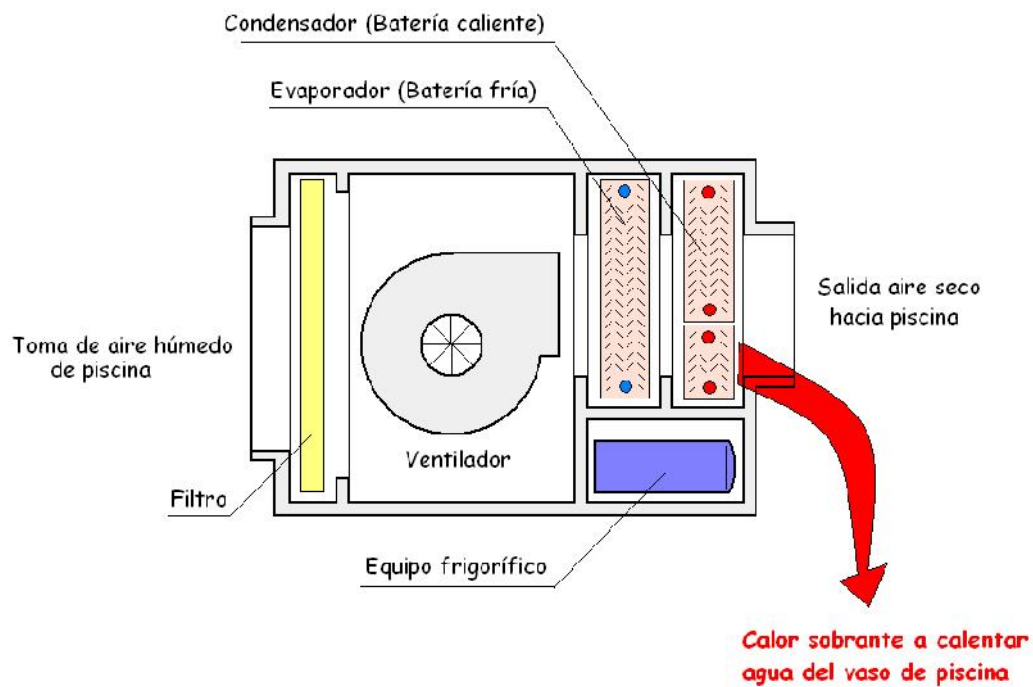
El funcionamiento de las BCP están controlados por el humidostato que controla la humedad relativa del local, y la aportación calorífica al local se hará empleando baterías de calentamientos independientes del ciclo frigorífico.

El funcionamiento consiste en pasar el aire de retorno por el evaporador del equipo donde se produce la deshumectación.

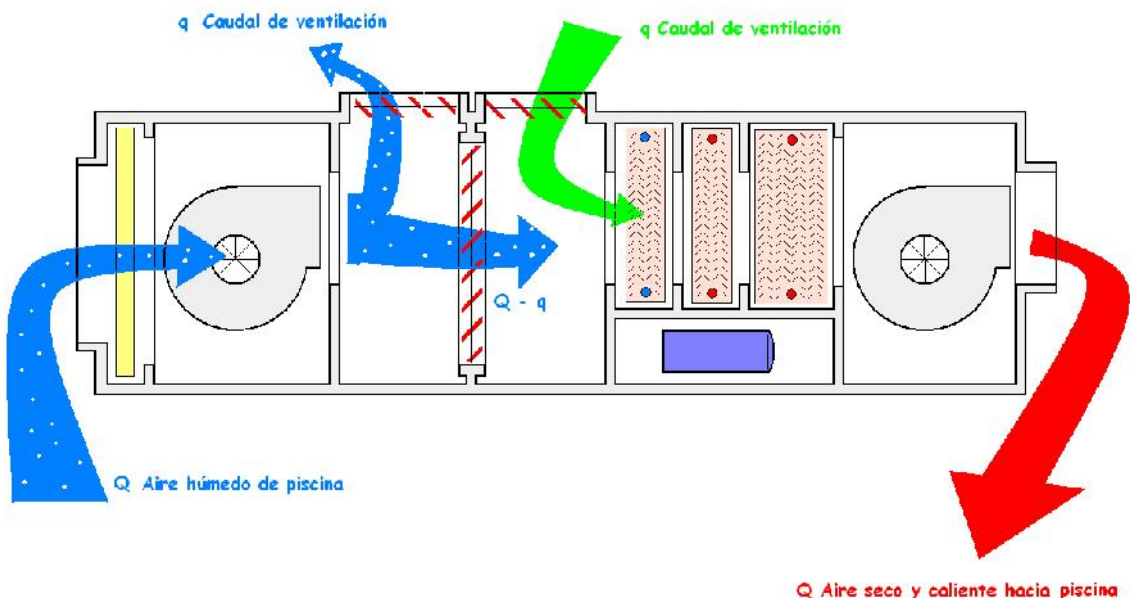
Este aire al pasar por el evaporador se enfría y pierde humedad, y este mismo aire a continuación se le hace pasar por el condensador del circuito frigorífico (en este equipo el evaporador y condensador están en serie y físicamente juntos uno a continuación del otro), de forma que toda la potencia calorífica del ciclo frigorífico se recupera sobre el aire frío y seco que es calentado hasta temperaturas similares a la que entró en el evaporador. Es necesario poner una batería de calentamiento integrada dentro del mismo equipo.

El equipo tiene dos circuitos frigoríficos, por tanto, uno de ellos vamos a emplearlo sobre el aire y el otro lo utilizaremos como intercambiador refrigerante/agua para condensar con el agua del vaso, de tal forma que el calor cedido en la condensación nos sirva para el calentamiento del agua del vaso, y contrarrestar las pérdidas.

Este sistema es el que mejor se adapta a las condiciones técnicas y constructivas de nuestra piscina.

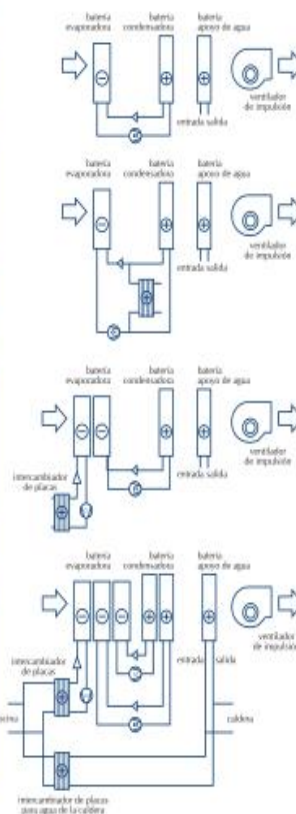
ESQUEMA DESHUMECTADOR**ESQUEMA DESHUMECTADOR CON RECUPERACIÓN DEL CALOR DE CONDESACIÓN**

DESHUMECTADOR CON COMPUERTAS DE VENTILACIÓN



6.4.1.4. Tipos de deshumectadores

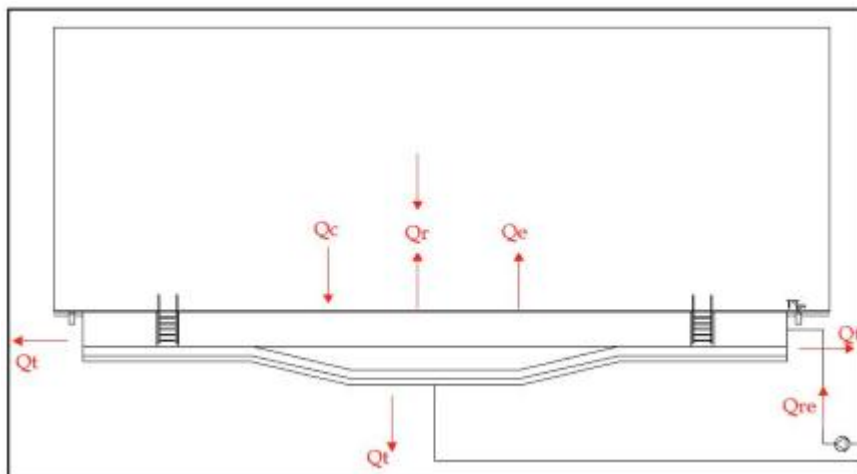
Modelo	Circuito de aire			Condens. agua	Potencia consumo	Bat. de apoyo	Dimensiones			Peso
	Caudal aire nominal (m³/h)	Caudal aire máx. (m³/h)	Potencia deshumid. (W)	Pot. calor agua (2) (kW)		Pot. calor agua (3) (kW)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	kg
Junior										
Equipos de 1 circuito, 1 etapa, configuración compacta horizontal										
BCP-20	1.200	1.440	3,9	-	2,0	13,4	1.430	638	636	168
BCP-30	1.500	1.800	5,1	-	2,5	16,5	1.430	650	636	172
Equipos de 1 circuito, 1 etapa, con recuperador opcional del 50% de la potencia de condensación, configuración compacta horizontal										
BCP-40	2.100	2.520	7,1	Opc. 6,6	3,4	18,5	1.530	838	700	206
BCP-50	2.600	3.120	8,7	Opc. 8,2	4,0	21,0	1.530	838	700	212
BCP-60	3.200	3.840	10,7	Opc. 10,1	4,9	23,6	1.530	838	700	222
Equipos de 1 circuito, 1 etapa, con recuperador del 30% de la potencia de condensación, configuración compacta vertical										
BCP-70	3.700	4.440	12,6	11,8	6,0	35,0	1.082	680	2.143	300
BCP-80	4.300	5.160	14,3	13,5	6,7	39,7	1.082	680	2.143	302
BCP-90	4.600	5.520	15,2	14,3	7,3	41,1	1.082	680	2.143	329
Agua Jr										
Equipos de 2 circuitos, 2 etapas, con recuperación, configuración compacta horizontal										
BCP-130	5.500	6.600	21,7	10,0	7,0	61,5	2.070	1.248	1.515	630
BCP-140	7.000	8.400	27,3	16,9	8,8	71,5	2.070	1.248	1.515	665
BCP-180	9.000	10.800	36,1	20,7	12,4	90,0	2.282	1.498	1.613	895
BCP-230	11.500	13.800	44,6	24,9	13,6	103,0	2.282	1.498	1.613	920
BCP-265	11.250	15.900	53,4	28,2	18,5	129,0	2.450	1.498	1.813	1.090
Equipos de 2 circuitos, 1 etapa, con recuperación, configuración compacta horizontal										
BCP-315	16.000	19.200	65,5	43,1	22,9	145,0	2.450	1.498	1.813	1.155
Air Master										
Equipos de 3 circuitos, 3 etapas, con 1 circuito de recuperación, configuración compacta horizontal										
BCP-320	16.000	24.000	66,3	39,7	22,6	130,2	4.640	2.204	1.603	2.690
BCP-360	18.000	27.000	77,8	43,1	26,3	138,4	4.640	2.204	1.603	2.865
BCP-400	20.000	30.000	82,8	42,8	29,3	145,1	4.640	2.204	1.603	2.940
BCP-440	22.000	33.000	93,1	44,0	31,2	163,3	4.640	2.204	1.822	3.360
BCP-480	24.000	36.000	100,0	54,2	33,1	179,3	4.640	2.204	1.822	3.385
BCP-535	27.775	41.625	116,2	65,1	36,9	213,3	4.640	2.204	2.138	3.950
BCP-610	30.000	43.000	126,5	65,2	45,0	216,7	4.640	2.204	2.138	4.050



6.4.2. CALCULO DE LAS NECESIDADES PARA MANTENER LA TEMPERATURA DEL AGUA DEL VASO

Para conocer las necesidades, básicamente debemos conocer las pérdidas de calor en el agua del vaso de piscina. En el ejemplo que mostramos en la figura de abajo pueden apreciarse cuáles son estas pérdidas de calor en el vaso de la piscina:

1. Evaporación de agua en el vaso (Q_e).
2. Radiación de calor por diferencias de temperatura (Q_r).
3. Convección de calor entre agua y aire (Q_c).
4. Renovación del agua del vaso (Q_{re}).
5. Transmisión de calor de agua del vaso (Q_t).



Esquema de pérdidas en el vaso.

Estas pérdidas dependen de los siguientes factores:

1. Temperatura del agua de la piscina.
2. Temperatura del aire ambiente.
3. Humedad del aire ambiente.
4. Ocupación de la piscina.
5. Características constructivas del vaso.

A continuación examinaremos cada una de estas pérdidas de calor.

6.4.2.1. PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN.

En el proceso de evaporación del agua del vaso de la piscina el calor necesario se toma mayormente de la propia agua líquida, por lo que se produce un enfriamiento del resto del agua que no se evapora, es decir, disminuye la temperatura del agua del vaso.

Por tanto, cuanto más evaporación exista más rápidamente disminuirá la temperatura del agua de la piscina y mayor será el aporte energético necesario para mantener la temperatura de la misma.

Si tenemos en cuenta que el calor de vaporización del agua (C_v), a una temperatura de 25°C y a una atmósfera de presión, es de 2272 J/g, las pérdidas de calor por evaporación del agua, son directamente proporcionales a la cantidad de bañistas contenidos en el vaso. Por tanto, no debemos olvidar la importancia de este punto a la hora de presentar nuestros cálculos.

Debemos tener en cuenta 3 factores:

- 1) Evaporación de la lámina superficial del vaso.

$$\dot{m}_w = \omega \cdot \frac{P_w - P_{ro}}{r_w} \cdot S_w$$

- 2) Evaporación del suelo mojado del suelo de la piscina (playa):

$$\dot{m}_s = \omega \cdot \frac{P_s - P_{ro}}{r_s} \cdot S_s$$

- 3) Evaporación producida por el cuerpo de las personas al salir de la piscina.

$$\dot{m}_p = \omega \cdot \frac{P_p - P_{ro}}{r_p} \cdot S_p$$

En las ecuaciones anteriores el coeficiente de velocidad ω (W/Pa·m²) se expresa con la ecuación:

$$\omega = \frac{88.75 - 78.15 \cdot V_i}{1000}$$

Las pérdidas totales de evaporación serán:

$$\dot{m} \left(\frac{kg}{s} \right) = \dot{m}_w + \dot{m}_s + \dot{m}_p$$

Donde:

P_w	Presión parcial del vapor de agua en la superficie del agua	2'140 Pa
P_s	Presión parcial del vapor de agua a la temperatura del suelo de la playa	1'168 Pa
P_p	Presión parcial del vapor de agua a la temperatura media del cuerpo humano (35°C)	3'370 Pa
P_{ro}	Presión parcial del vapor de agua a la temperatura de rocío del aire ambiente	1'1361 Pa
r^w	Calor latente de vaporización del agua a la temperatura de la superficie del agua	2.957'11 KJ/Kg
r^s	Calor latente de vaporización del agua a la temperatura de la superficie del suelo	2.963'43 KJ/Kg
r^p	Calor latente de vaporización del agua a la temperatura del cuerpo humano (35°C)	2.944'33 KJ/Kg
S_w	Superficie del agua del vaso	312'5 m ²
	Superficie playa mojada	85'38 m ²
S_p	Superficie del cuerpo de las personas mojadas	26'5625 m ²
v_w	Velocidad del aire en la superficie del vaso	0,2 m/s
v_s	Velocidad del aire en la playa de la piscina	0,4 m/s
v_p	Velocidad del aire en el cuerpo de las personas	0,4 m/s

6.4.2.2. Pérdidas por radiación.

En este apartado, procederemos a presentar la fórmula de Stefan Boltzman, en la cual, las pérdidas por radiación están en función de la diferencia entre la temperatura media de los cerramientos y la del agua, elevadas ambas a la cuarta potencia y expresados en grados Kelvin ($K = ^\circ C + 273$).

$$Q_R = S_{pis} \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{pis}^4 - T_{rec}^4)$$

Donde:

S_{pis} : Superficie de la piscina 312.5 m².

ε : Emisividad del agua 0'95.

σ : Constante $5'67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$

T_{pis} : Temperatura del agua 299 K.

T_{rec} : Temperatura del recinto 301 K.

En el caso de las piscinas cubiertas los cerramientos suelen encontrarse a muy pocos grados de temperatura por debajo de la del aire ambiente, y por tanto a muy poca diferencia con la del agua. Siempre deberemos tener en cuenta que esta diferencia de temperatura depende del tipo de cerramiento y coeficiente de transmisión de calor, ya que podemos encontrarnos, con cerramientos altamente conductivos y, por tanto, a una temperatura muy por debajo de la que posea el agua lo cual redundaría en pérdidas energéticas innecesarias y un encarecimiento a medio-largo plazo de las instalaciones considerable. A pesar de ello, podemos concluir, que por norma general estas pérdidas por radiación en piscinas cubiertas se consideran generalmente despreciables.

6.4.2.3. PERDIDAS POR CONVECCIÓN.

Las pérdidas por convección en el caso de piscinas cubiertas son prácticamente despreciables, y la explicación es porque al aplicar la fórmula que nos permite calcular estas pérdidas su valor resultante es muy pequeño, debido a que la diferencia de temperatura con la cual trabajamos en las piscinas climatizadas es muy pequeña. Para calcular las pérdidas por convección utilizamos la fórmula que se detalla a continuación:

$$Q_C = S_{pis} \cdot 0'6246 \cdot (T_{pis} - T_a)^{4/3}$$

Donde:

S_{pis} : Superficie de ambas piscinas 387'5 m².

T_{pis} : Temperatura del agua de las piscinas 26°C.

T_a : Temperatura del aire 28°C.

Estas pérdidas se consideran despreciables por lo anteriormente descrito.

6.4.2.4. PÉRDIDAS POR RENOVACIÓN

En una piscina cubierta existen pérdidas continuas de agua, desde la evaporada, a la que los propios bañistas sacan del vaso del agua, o la gastada en la limpieza de fondos y filtros. Sin embargo, estas cantidades son muy inferiores al 5% del volumen total del vaso que obligatoriamente por normativa, debido a razones higiénicas sanitarias, debe reponerse diariamente. Esta renovación, conlleva que las pérdidas de calor por este concepto sean importantes, y en todo caso dependerán de la temperatura del agua de la red y de la temperatura del agua de la piscina que se pretenda alcanzar. Estas pérdidas se pueden calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_{re} = V \cdot \rho \cdot C_P \cdot (T_W - T_{red})$$

Donde:

Q_{re} = Calor perdido debido al agua de renovación ($W \cdot h$)

V = Volumen de renovación; 5% del volumen de la piscina.

ρ = Densidad del agua 1000 kg/m^3

C_P = Calor específico del agua $1'16 \frac{W \cdot h}{kg \cdot ^\circ C}$

T_W = Temperatura del agua de la piscina $26^\circ C$

T_{red} = Temperatura del agua de la red

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1 ALAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
2 ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
3 ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
4 ALMERÍA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
5 ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
6 ÁVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
7 BADAJOZ	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
8 BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
9 BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
10 BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
11 CÁCERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
12 CÁDIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
13 CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
14 CASTELLÓN	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
15 CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11.3
16 CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
17 CÓRDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
18 LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
19 CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
20 GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
21 GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
22 GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
23 GUIPUZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
24 HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
25 HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
26 JAÉN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12.3
27 LEÓN	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
28 LERIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
29 LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
30 MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
31 MÁLAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
32 MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
33 MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
34 NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
35 ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.2
36 PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
37 LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
38 PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
39 LA RIOJA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
40 SALAMANCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
41 STA. C. DE TENERIFE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
42 SEGOVIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
43 SEVILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
44 SORIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
45 TARRAGONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
46 TERUEL	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
47 TOLEDO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
48 VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
49 VALLADOLID	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
50 VIZCAYA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
51 ZAMORA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
52 ZARAGOZA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3

Temperatura del agua de red de Jaén es de $12.3^\circ C$.

6.4.2.5. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN.

Estas pérdidas dependerán de las características constructivas del vaso (enterado, visto...etc.) y del coeficiente de transmisión térmica del material empleado.

En el caso más habitual del vaso de hormigón construido dentro del propio sótano del recinto las pérdidas por transmisión se calculan utilizando la fórmula:

$$Q_T = U_C \cdot S_C \cdot (T_W - T_{ext})$$

Donde:

: Calor por transmisión W.

: Transmitancia del cerramiento W/m² K, para un muro de hormigón 0'53 W/m² K

: Superficie del cerramiento m².

: Temperatura del agua.

: Temperatura detrás del cerramiento.

6.4.3. CALCULO DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS EN EL AMBIENTE.

Las piscinas climatizadas necesitan deshumectar el aire del recinto. Para ello vamos a usar una deshumectadora para que así el recinto consiga estar a una humedad relativa del 60%.

La renovación del aire de una piscina tiene que cumplir:

- Mantener las condiciones higiénicas de confort descritos anteriormente.
- Mantener la humedad relativa del 60% en el caso de nuestro polideportivo.

6.4.3.1. PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN.

Estas pérdidas se deben a la arquitectura de la piscina y del coeficiente de transmisión térmica del material utilizado en la construcción de la misma. Es el calor que se intercambia entre el exterior y el interior del edificio por causa de una diferencia de las temperaturas existente en ambos lados de sus cerramientos.

Este calor se calcula mediante:

$$Q_T = U \cdot S \cdot dT \cdot C$$

Donde:

: Calor por transmisión W

U : Transmitancia del cerramiento $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

S : Superficie del cerramiento m^2

: Diferencia de temperaturas

C : Coeficiente conjunto de orientación e interrupción de servicio

En valor de la transmitancia se calcula por el método indicado en el Código Técnico de la Edificación. Valores de U :

U (W/m ² °C)	
Muros	0,5
Ventanas	3,5
Suelo	0,38
Techo	0,3

La diferencia de las temperaturas la calculamos desde el interior del polideportivo que son 28°C y el exterior que dependerá de la zona geográfica y esto se obtiene mediante la siguiente tabla:

TABLA 1. CONDICIONES EXTERIORES DE PROYECTO

Ciudad	Condiciones normales Verano		Variación clima	Condiciones normales Invierno		Vientos dominantes (km/h)	Altitud	Latitud
	Tempera- tura seca T _{db}	Humedad relativa HR		T _{db}	Días-grado acumulados			
Albacete	35	36	18	-7	1377	O 12	655	39° 00
Alicante	31	80	13		338	SE 9	7	38° 21
Almería	30	70	8	5	206	OSO 9	65	36° 51
Ávila	30	41	17	-6	2127	NO 11	1126	40° 39
Badajoz	38	47	17	-1	767	NO 7	186	38° 53
Barcelona	31	68	8	2	656	S 8,5	95	41° 24
Bilbao	30	71		0	820		32	43° 18
Burgos	30	42	15	-6	2048	SO 8,5	929	42° 20
Cáceres	38	37	14	-1	1003	NO -	459	39° 29
Cádiz	32	66	12	2	227	SE 20	28	36° 28
Castellón	29	60	9	4	462	NO 3	27	39° 59
Ciudad Real	37	56	20	-4	1312	SO 4	628	38° 58
Córdoba	38	33	17	-1	862	SO 5	129	37° 53
Coruña	23	63	9	2	827	SO 18	54	43° 22
Cuenca	33	52	18	-7	826	O -	949	40° 05
Gerona	33	58	10	-3	939	S 5	95	41° 53
Granada	36	49	18	-2	1042	O 4	775	37° 11
Guadalajara	34	37	-4		1469		1017	40° 38
Huelva	31	57	14	1	402	SO -	4	37° 16
Huesca	31	72	15	-5	1350	calma -	488	42° 08
Jaén	35	35	14	0	830	SO 5	566	37° 46
Las Palmas	24	66	4	15	0	NE 9	6	28° 11
León	28	45	16	-6	2143	NO 8	908	42° 35
Lérida	33	50	14	-5	1226		323	41° 41
Logroño	33	59	14	-3	1405	NO -	380	42° 28
Lugo	26	67	14	-2	1771	NE 12	465	43° 00
Madrid	34	43	15	-3	1405	NE 10	667	40° 25
Málaga	28	60	6	13	248	S 7	40	36° 43
Murcia	36	59	14	-1	432	SO -	42	37° 59
Orense				-3	967			
Oviedo	26	70		-2	1200	NE -	232	43° 22
Palencia	30	45	16	-6	1781	NE -	734	42° 00
Palma de Mallorca	28	63	8	4	527	varia 9	25	39° 34
Pamplona	32	51	12	-5	1535	N 8	734	42° 00
Pontevedra	27	62	12	0	871	N 12	19	42° 26
Salamanca	34	46	18	-7	1862	O -	803	40° 58
Santander	25	74	7	2	724	O 20	69	43° 25
San Sebastián	22	78	7	-1	913	S 17	181	43° 19
Santa Cruz de Tenerife	22	55	8	15	0	N 18	37	28° 28
Segovia	33	35	17	-6	1866	O -	1002	40° 57
Sevilla	40	43	18	1	438	SO -	30	37° 23
Soria	29	45	18	-7	1978	varia 15	1063	41° 46
Tarazona	25	68	7	1	626	S 5	60	41° 07
Teruel	32			-6	1802		915	40° 21
Tolado	34	34	16	-4	158	E 5	540	39° 51
Valencia	32	68	11,4	0	516	O 10	10	39° 29
Valladolid	33	45	13	-5	1709	SO 10	694	41° 39
Vitoria	26	70	13	-4	1560	NE -	542	42° 51
Zamora	32	65	18	-6	1501	O 11	849	41° 30
Zaragoza	34	57	14	-3	1151	NO 15	200	41° 38

Más tarde hay que calcular un coeficiente que depende de la orientación de la instalación. El coeficiente C se expresa en la siguiente tabla:

Coeficiente C		
	M. Exteriores	Ventanas
Norte	1,55	1,5
Sur	1,2	1,15
Este	1,55	1,55
Oeste	1,4	1,35

Con toda la información obtenida se realizará el cálculo mediante la expresión:

$$Q_T = U \cdot S \cdot dT \cdot C$$

6.4.3.2. Pérdidas de calor por ventilación.

La ventilación del aire se realiza para asegurarnos que el aire de dentro del recinto es de una calidad aceptable, debido a esta ventilación se introduce aire del exterior y retirar parte del aire del interior del polideportivo, asegurando una recirculación y renovación del aire, esto siempre será desfavorable para el cálculo de cargas, ya que retira el aire en condiciones de confort por aire del exterior en condiciones más desfavorables.

El calor perdido por esta ventilación se manifiesta de dos maneras:

Calor sensible: las pérdidas de calor sensible se produce por la diferencias de temperaturas entre el aire del exterior y la temperatura interior del polideportivo. Se calcula mediante la expresión:

$$Q_{sv} = \dot{m} \cdot C_p \cdot dT$$

Donde:

Q_{sv} : Calor sensible de ventilación W

$\dot{m}$: Caudal de ventilación m³/h

C_p : Calor específico del aire 0'33 $\frac{W \cdot h}{m^3 \cdot ^\circ C}$ dT : Diferencia de

temperaturas entre el exterior y el interior.

Para el cálculo del caudal de ventilación $\dot{m}$ el aire viene fijado por el RITE, en nuestro caso para piscinas cubiertas:

$$\text{El caudal de ventilación } \dot{m} = 2'5 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} \cdot (20 \text{ m} \cdot 35 \text{ m}) = 6300 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Calor latente: se produce por la diferencia de humedad entre el aire exterior y el aire interior del polideportivo. Esto se calcula mediante la expresión:

$$Q_{Lv} = \dot{m} \cdot QL \cdot dH$$

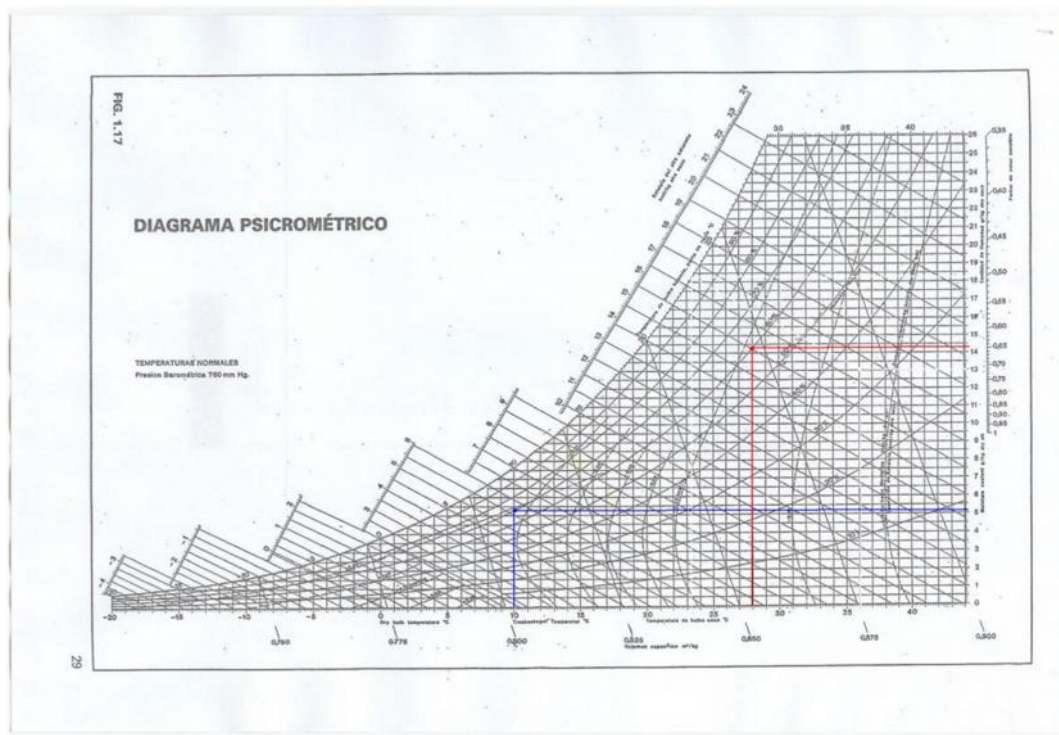
Donde:

Q_{Lv} : Calor latente de ventilación W

$\dot{m}$: Caudal de ventilación m^3/h

QL : Calor latente de cambio de estado $0'72 \text{ W/g}$

dH : Diferencia de humedad absoluta entre el exterior y el interior
g/kg.



Con el diagrama psicrométrico calculamos la humedad absoluta.

En nuestro caso vamos a suponer la misma humedad tanto en el interior del recinto como en el exterior, con lo cual el calor latente por ventilación será nulo.

Tras los cálculos realizados obtenemos:

TOTAL DE PÉRDIDAS EN EL VASO DE AGUA: 47.2 kW

TOTAL DE PÉRDIDAS EN EL AMBIENTE: 65.19 kW

TOTAL DE PÉRDIDAS: 112.38 kW

Los cálculos se muestran descritos en el documento nº 3, anexo de cálculos.

7. AGUA CALIENTE SANITARIA. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR CONSUMO DE ACS

7.1. PUNTOS A TENER EN CUENTA

En nuestra instalación, aprovechando la instalación de producción térmica (aerotermia), daremos cobertura, según la ley nos indica, al sistema de agua caliente sanitaria necesario para los vestuarios que encontramos en la construcción.

Los puntos de la normal a tener en cuenta para nuestro proyecto serán:

- Para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla (demanda de referencia a 60°C).

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Como podemos observar se hace referencia al gasto realizado en “vestuarios/duchas colectivas”, el cual será tomado en cuenta para conocer el valor del consumo estimado en las duchas preparadas en el recinto.

- Adicionalmente se deberían tener en cuenta las pérdidas caloríficas en distribución/recirculación del agua a los puntos de consumo, pero dada la imposibilidad de dimensionar éstas, al no estar diseñando la instalación al completo.
- Se tomarán como pertenecientes a un único edificio la suma de demandas de agua caliente sanitaria de diversos edificios ejecutados dentro de un mismo recinto, incluido los servicios. Por esta razón tendremos en cuenta el consumo realizado tanto por la piscina como por los vestuarios y aseos para el personal.
- En esta sección del Código Técnico para la Edificación se dan criterios para la correcta climatización de piscinas, idénticos a los usados durante todo el proyecto. Estos son: los valores ambientales de temperatura y humedad deberán ser fijados en el proyecto, la temperatura seca del aire de local será entre 2°C y 3°C mayor que la del agua, con un mínimo de 26°C y un máximo de 28°C, y la humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 55% y el 70%, siendo recomendable escoger el valor de 60%.

7.2. RESULTADOS

En nuestras instalaciones tenemos instalados 8 servicios completos normales y dos servicios completos para personas con minusvalías.

Si siguiéramos la recomendación de la norma obtendríamos una demanda de 12 servicios x 15l/día = 180litros de ACS a 60°C.

Dado el volumen de usuarios que estas instalaciones pueden llegar a recibir a lo largo de un día, parece inconcebible que se pueda dar un servicio acorde con las necesidades del mismo, por lo que se aumenta el valor de servicios a 150, de esta forma, tendremos que almacenar 2250 litros/día de ACS a 60°C.

7.3. INSTALACION DE ACS.

En líneas generales, la instalación está compuesta por sistema de captación de energía mediante la instalación de las bombas de calor, un sistema de intercambio y acumulación centralizada.

Los dos sistemas están unidos mediante circuitos hidráulicos que conducen el fluido caloportador o el agua de consumo según el esquema de la instalación recogida en los planos correspondientes.

Los componentes de la instalación y sus características se describen en los siguientes apartados.

7.3.1. AEROTERMIA

La bomba de calor está formada por un compresor, una válvula de expansión y dos intercambiadores de calor: el evaporador y el condensador.

- En el evaporador se produce un intercambio entre la energía obtenida del aire exterior y el refrigerante que se encuentra en su interior, que pasa de estado líquido a estado gaseoso.
- El refrigerante evaporado pasa al compresor. Accionado por un motor eléctrico, y mediante un proceso de compresión, el compresor logra elevar la temperatura del refrigerante.
- El gas comprimido llega al condensador, donde pasa nuevamente a estado líquido. Durante este proceso de condensación se produce una cesión energética del refrigerante al circuito hidráulico, con lo que se libera la energía necesaria para cubrir las necesidades térmicas y ACS de la piscina.
- El refrigerante pasa a la válvula de expansión, que reduce su presión y temperatura y lo pasa al evaporador en las condiciones óptimas para que se reinicie el proceso.

El dimensionado de la instalación de calefacción se realiza teniendo en cuenta unas condiciones que sólo serán alcanzadas en el 2,5% del tiempo de funcionamiento, lo que realza la importancia de disponer de un sistema de calefacción eficiente a cargas parciales, adaptándose perfectamente a la curva de demanda térmica del edificio.

El factor que permite obtener el máximo rendimiento a cargas parciales es la producción de la energía.

En los sistemas de bomba de calor, la producción energética es proporcional a la demanda, gracias al control continuo de capacidad, obteniendo unos coeficientes de eficacia energética muy elevados.

Estos sistemas incorporan compresores de tipo Scroll de altas prestaciones, que permiten una mejor regulación. Los sistemas más avanzados logran obtener un control continuo entre el 10% y el 100% de la capacidad de la unidad exterior.

Cada unidad bomba de calor dispone de placa de control, así como los elementos de medida y protección necesarios. Las placas de control gobiernan los diferentes elementos de regulación a través de controles tipo PID, garantizando el correcto funcionamiento en todo momento, así como informando inmediatamente de anomalías detectadas.

Los termostatos interiores disponen de una sonda de temperatura que proporciona la información necesaria para que la bomba de calor regule su capacidad y obtenga las mejores prestaciones. Esta regulación se realiza mediante el control Inverter de variación de la velocidad del compresor y modificando su factor de compresión. Se consigue así de forma automática la adaptación del sistema a la demanda global y la máxima eficiencia energética.

Por otro lado, el mantenimiento de una instalación con bomba de calor, se deberá realizar únicamente mediante la comprobación de presiones y consumos de la unidad exterior, así como la limpieza de baterías y filtros; además, tal y como se comentaba anteriormente, el sistema de control informa de anomalías detectadas. Será un mantenimiento sencillo y rápido.

7.3.2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN.

El sistema de acumulación de calor estará constituido por 2 depósitos centralizados de 1500 litros cada uno, que serán de configuración vertical y estarán ubicados en la planta baja, situación que permite su sustitución por envejecimiento o averías.

Los depósitos instalados son del tipo sin intercambiador incorporado. Estos depósitos se conectan en serie invertida en el circuito de consumo (preferentemente).

Los acumuladores llevan válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos no intencionados al exterior del depósito en caso de daños de daños del sistema, y sus conexiones permiten la desconexión individual de los mismos, sin interrumpir el funcionamiento de la instalación, disponiendo de válvulas de corte.

El acumulador estará certificado de acuerdo con la Directiva Europea 97/223/CEE de Equipos de Presión e incorporará una placa de características, con la información del fabricante, identificación del equipo a presión, volumen, presiones o pérdida de carga del mismo.

El acumulador está construido con acero con un tratamiento que asegura la resistencia a la temperatura y a la corrosión con un sistema de protección catódica y enteramente recubierto con un material aislante.

Para la prevención de la legionelosis se ha optado por conectar puntualmente el sistema auxiliar y el acumulador aerotérmico, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, instalándose un termómetro el lugar fácilmente visible para la comprobación de la temperatura.

Situación de conexiones para el caso de depósitos verticales:

- La altura de la conexión de entrada del agua caliente procedente del intercambiador o de LAS BOMBAS AEROTERMICAS al intercambiador esta comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del depósito.
- Conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o las bombas por la parte inferior.
- Conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red por la parte inferior.
- Extracción de agua caliente del acumulador por la parte superior.

El depósito cuenta con boca de hombre para inspección, y las conexiones necesarias para las canalizaciones tanto del circuito primario, como del circuito secundario, vaciado, clocación de termómetros y sondas de temperatura...etc.

Su ubicación es en planta sótano en un local previsto para el uso exclusivo de estas instalaciones.

7.3.3. SISTEMA DE INTERCAMBIO PARA EL CALENTAMIENTO DE A.C.S.

Los intercambiadores de calor instalados son del tipo de placas exteriores al acumulador que está construido e acero inoxidable.

CIRCUITO PRIMARIO

Este une la bomba de calor con el sistema de intercambio. Este se diseña según un esquema ramificado con válvulas de equilibrado hidráulico, con objeto de minimizar el trazado de tuberías, y por tanto las pérdidas asociadas, y por otra obtener un completo equilibrado hidráulico que asegura el mismo caudal por cada una de las agrupaciones de colectores prevista. Las uniones serán de cobre según UNE-EN-1057.

Las válvulas de acuerdo con las funciones que desempeñan serán de material compatible con las tuberías y son las indicadas en los planos de instalación correspondiente. Según su función serán válvulas de asiento para el equilibrado de los circuitos.

El fluido caloportador de este circuito será agua con un 30% de líquido anticongelante (propilenglicol) considerando las bajas temperaturas de invierno que pueden ocasionar problemas de tuberías y en la bomba.

Se ha limitado la pérdida de carga en tramos rectos de los circuitos de tuberías a 40 mm.c.a. por metro lineal de tubería, y la velocidad 1,5 m/s, cn objeto de minimizar los consumos en las bombas de circulación.

Se ha previsto un punto de llenado del circuito primario, aunque por el tipo de fluido utilizado (mezcla de agua y anticongelante), dicho llenado deberá de realizarse de forma manual.

En el esquema de principio, se han indicado los elementos de medida (termómetros y puntos de toma de presión y temperatura), con objeto de poder analizar el funcionamiento de la instalación en cualquier momento.

Además hemos puesto la correspondiente bomba de circulación que será de rotor seco.

CIRCUITO SECUNDARIO

El circuito secundario va desde el intercambiador y la bomba. Esta constituido por tuberías de polipropileno de bajo coeficiente de dilatación. Las uniones serán roscadas. Se ha dispuesto un circuito hidráulico equilibrado en si mismo.

Las válvulas se acuerdo con las funciones que desempeñan serán de material compatible con las tuberías y son las indicadas en los planos del esquema de principio. Serán válvulas de asiento porque buscan el equilibrado del circuito hidráulico.

El fluido caloportador de este circuito es agua con un 30% de anticongelante.

Se ha limitado la pérdida de carga en tramos rectos de los circuitos de tuberías a 40 mm.c.a. por metro lineal de tubería, y la velocidad 1,5 m/s, cn objeto de minimizar los consumos en las bombas de circulación.

En el esquema de principio, se han indicado los elementos de medida (termómetros y puntos de toma de presión y temperatura), con objeto de poder analizar el funcionamiento de la instalación en cualquier momento.

Se ha previsto la correspondiente bomba de circulación que será de rotor seco, aptas para ACS y la correspondiente válvulas de corte y maniobra.

CIRCUITO DE CONSUMO

Circuito por el que circula el agua de consumo hasta cada usuario. En este proyecto no se estudia las instalaciones de fontanería que es donde se detalla este circuito.

SISTEMA DE ACUMULACIÓN DE CONSUMO.

Con objeto de amortiguar la puntas de consumo de ACS que se producen en el normal funcionamiento de la instalación, se ha provisto un sistema de acumulación de consumo conectado en serie con el sistema de depósito de acumulación.

Este sistema de acumulación de consumo estará compuesto por dos depósitos de 1500 litros con una configuración vertical, realizados en chapa de acero de recubrimiento epoxídico y protección catódica mediante corriente impresa y ánodos permanentes.

El depósito cuenta con boca de hombre para inspección, y las conexiones necesarias para las canalizaciones tanto del circuito primario, como del circuito secundario, vaciado, colocación de termómetros y sondas de temperatura...etc.

Su ubicación es en planta sótano en un local previsto para el uso exclusivo de estas instalaciones como el sistema mencionado anteriormente.

BOMBAS DE CIRCULACIÓN.

Las bombas empleadas son de tipo centrífugo, están dimensionadas para vencer la resistencia que oponer el fluido a su paso por la tubería, y mantienen la presión deseada en cualquier punto de la instalación.

Se han dispuesto X bombas entre el circuito primario y en el secundario.

Las características técnicas de las bombas instaladas han sido detalladas en los anexos de cálculos donde hemos realizado el dimensionamiento de estos equipos.

Se ha limitado la pérdida de carga en tramos rectos de los circuitos de tuberías a mm.c.a por metro lineal de tubería, y la velocidad m/s, con objeto de minimizar los consumos en las bombas de circulación.

VASOS DE EXPANSIÓN.

Se ha instalado un vaso de expansión en el circuito primario junto a la bomba, para evitar sobrepresiones no deseadas como consecuencia de la variación de volumen que se origina en el fluido de trabajo al cambiar su temperatura.

La conexión de los vasos de expansión al circuito primario se realiza de forma directa, sin intercalar ninguna válvula o elemento de cierre que pueda aislar el vaso de expansión del circuito que debe proteger.

PURGADORES.

En los puntos altos de la salida de las baterías de bombas y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulador, se han colocado

separadores de aire que originan una perturbación del flujo del fluido y favorecen la separación del aire que se acumula en su parte superior donde se sitúa un purgador para su extracción.

7.3.4. SISTEMA DE CONTROL

La alimentación eléctrica de los distintos equipos que componen la instalación, se realiza desde el cuadro de protección y mando que se define en el correspondiente proyecto de la instalación eléctrica. Los elementos que requieren alimentación eléctrica son en este caso, las bombas de circulación tanto del circuito secundario, el aerotermico, y los dispositivos de control.

El sistema de control instalado es con depósito de acumulación de aire térmico, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito actúa en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de las baterías de las bombas aerotermicas y la del depósito de acumulación. El sistema de control esta ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperatura sea menor de 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7°C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2°C.

Las sondas de temperatura están reguladas en una centralita que nos permite regular la temperatura por parte del usuario desde la centralita.

En todo momento, se asegura el correcto funcionamiento de la instalación obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar.

El sistema de control asegura que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos, y que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura de 3°C superior a la de congelación del fluido.

Para el control de la temperatura del agua de la piscina se dispone una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad con rearme manual en la impulsión que actúe sobre el sistema de generación de calor. La temperatura de tarado del termostato de seguridad será de 36°C, 10°C mayor que la temperatura máxima de impulsión.

7.3.5 SISTEMAS DE MEDIDA.

La instalación dispone de los suficientes aparatos de medida de presión y temperatura que permiten su correcto funcionamiento.

8. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AEROTERMIA

8.1. DESCRIPCIÓN DE NUESTRA INSTALACIÓN DE AEROTERMICA

La aerotermia se basa en extraer energía gratuita del aire exterior mediante una bomba de calor inverter de alta eficiencia. Recordamos que una bomba de calor extrae energía de un lugar, para cederla en otro. Y para ello se necesita una unidad exterior, y una o varias unidades interiores. En aire acondicionado o climatización convencional, la bomba de calor se utiliza para calentar o enfriar el aire de los locales a climatizar, siendo por lo general, sistemas de aire-agua o de expansión directa de un refrigerante.

En los sistemas de aerotermia, las bombas de calor son del tipo aire-agua. Se extrae el calor, o mejor dicho, la energía existente en el aire exterior, y la cede al agua que se aporta al sistema de calefacción y agua caliente sanitaria. Éstas bombas, están diseñadas y construidas para obtener el máximo rendimiento en condiciones climáticas severas, tanto en invierno, como en verano.

Las bombas de calor aerotérmicas, poseen un rendimiento muy alto. El COP máximo (Coefficient of Performance) o coeficiente de funcionamiento, está en torno a 4 ó 5, dependiendo del fabricante. Esto quiere decir, que por cada kW-h eléctrico consumido, el equipo de aerotermia, puede producir en condiciones óptimas de funcionamiento 5 kW-h térmicos.

Los sistemas vienen garantizados para trabajar hasta -20°C. En el caso de que no puedan aportar la temperatura correcta, integran un equipo automático de apoyo. También se dispone en el mercado de equipos que pueden trabajar combinados con calderas, generalmente de condensación.

8.2. BOMBAS DE CALOR A INSTALAR

Como todas las bombas de calor, la aerotermia, es un sistema ideal para climas templados, ya que su rendimiento disminuye a medida que la temperatura exterior disminuye.



Para nuestra instalación vamos a elegir la Bomba de Calor Aquair Premium CIAT, un equipo de climatización con aerotermia para piscinas cubiertas mediante bomba de calor reversible de 74kg/h de capacidad de deshumectación y con recuperación del calor de condensación. Este producto de CIAT, **seleccionado para la Galería de Innovación de Climatización 2015**, incluye, además, recuperación activa del aire de extracción y permite un control de la temperatura con demanda de frío sin necesidad de instalar un aerocondensador remoto.

BOMBA DE CALOR R-410A						
Unidad exterior		Potencia frigorífica (kW)	Potencia calorífica (kW)	Unidad interior		Conjunto Precio (€)
Modelo	Precio (€)			Modelo	Precio (€)	
ISK 90 U	4.697	20,8	22,6	ICK 90 U	1.839	6.536
ISK 100 U	4.926	23,1	25,4	ICK 100 U	1.905	6.831
ISK 120 U	5.528	27,3	30,9	ICK 120 U	1.943	7.471
ISK 160 U	6.348	36,2	40,2	ICK 160 U	2.316	8.665
ISK 180 U	6.745	38,7	44,3	ICK 180 U	2.415	9.160
ISK 182 U	7.096	41,1	46,4	ICK 182 U	2.852	9.948
ISK 200 U	9.387	48,0	54,8	ICK 200 U	3.282	12.670
ISK 240 U	9.482	53,4	62,0	ICK 240 U	3.391	12.873
ISK 320 U	Consultar	71,8	80,1	ICK 320 U	Consultar	Consultar
ISK 360 U	"	83,5	94,2	ICK 360 U	"	"
ISK 420 U	"	103,1	107,5	ICK 420 U	"	"
ISK 485 U	"	111,1	117,8	ICK 485 U	"	"
ISK 540 U	"	125,4	130,4	ICK 540 U	"	"
ISK 600 U	"	137,5	142,3	ICK 600 U	"	"

Teniendo en cuenta las características técnicas que podemos observar en la tabla de arriba, para cubrir nuestras necesidades sería conveniente la instalación del modelo ISK 485 U que nos aportaría 117.8 kW de potencia calorífica.

También es de destacar, que nuestra bomba cuenta con ventiladores de impulsión y retorno Plug Fan con motor EC. Además, el equipo AQUAIR PREMIUM incorpora el nuevo control CIATpool que garantiza la optimización de consumo. Es un equipo compacto, accesible, con gestión de la calidad del aire interior y con refrigerante R-410A.

8.2.1. Características generales de las bombas de calor Aquair Premium

Tratamiento de aire de piscinas cubiertas con energía renovables mediante bomba de calor.

- Equipo compacto
- Ventiladores radiales con motor HEE
- Gran accesibilidad para mantenimiento
- Montaje para interior y exterior
- Opción de doble etapa de filtración para cumplimiento de la regulación vigente
- Carrocería panel de sándwich
- Nuevo control para optimización del consumo CIATpool:
- Regula la deshumectación
- Control automático de la temperatura del local
- Gestión optimizada de la introducción de aire exterior (free cooling y free deshumidificación)

- Gestión de calidad del aire
- Gestión del caudal de impulsión y retorno

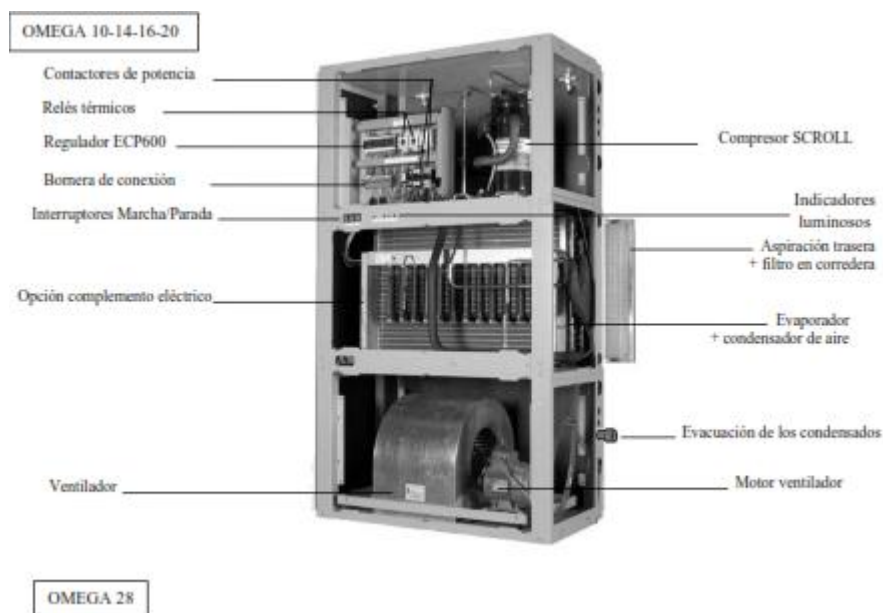
Continuando con la línea de desarrollo sostenible del Grupo CIAT centrada en EcoDiseño, este equipo contribuye a limitar el efecto invernadero y aumentar el ahorro energético. Sin duda, esta soluciones de CIAT representa la línea de vanguardia de I+D+i del sector de climatización.

8.3. DESHUMIFICADOR SELECCIONADO PARA LA INSTALACIÓN

Según nuestros cálculos, tenemos unas necesidades energéticas en el ambiente de 65.189 kW, por lo que necesitaríamos un deshumector con una potencia de compresor de 65kW, una capacidad de deshumección de 50 l/h y un caudal de aire de 12.000 m³/h.

El deshumector elegido para nuestra instalación es el BCP "Air Master" que nos aportará la potencia necesaria para deshumectar nuestra piscina y poder con las necesidades energéticas en el ambiente.

Para nuestra instalación hemos seleccionado el deshumidificador Omega, en su ultima versión de capacidad de caudal de aire, el cual nos proporciona 28 litros de aire por hora. Para cubrir nuestras necesidad de 50 l/h será necesaria la instalación de dos deshumidificadores de conductos omega:



Según su ficha técnica este deshumidificador nos aportará 70 kW de potencia, por lo que con la instalación de uno será suficiente para cubrir nuestras necesidades.

El precio del deshumector Omega será de 32.874.98 euros.

9. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO.

En este apartado se expondrán varias medidas de ahorro energético, por un lado medidas asociadas a las condiciones de recuperación de calor del aire expulsado, que consistirán en primer lugar la mera instalación de un recuperador de calor, y posteriormente la incorporación de un humidificador adiabático para mejorar la eficiencia en verano, y por otro lado, la instalación de una caldera de biomasa, una manta térmica para evitar pérdidas por evaporación y una instalación de iluminación led.

9.1. AHORRO ENERGÉTICO CON LA AEROTERMIA.

Un sistema de aerotermia proporciona un ahorro energético considerable en comparación con sistemas convencionales de producción de calor y a.c.s. Pero, como hemos visto, todo dependerá de las condiciones climáticas de la zona y del sistema de calefacción del que dispongamos.

¿Qué Ventajas se Obtienen con la Aerotermia?

Las principales ventajas de un sistema de aerotermia son las siguientes:

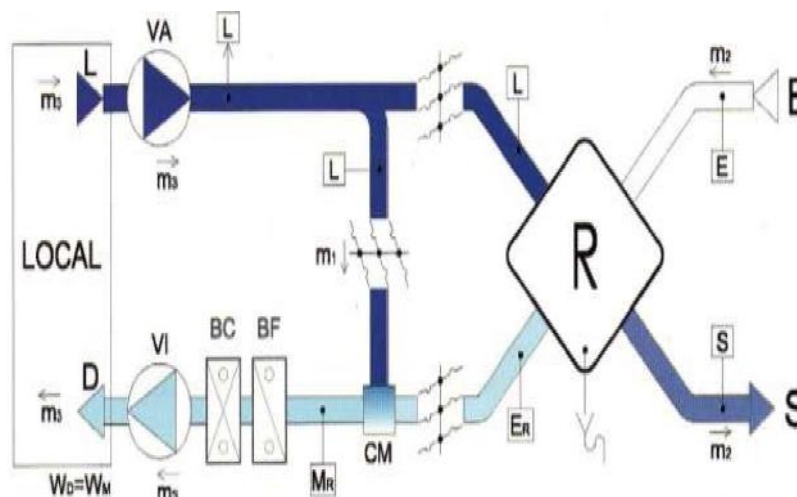
- Alta eficiencia y menores costos de explotación
- Instalación Sencilla
- Máximo ahorro con sistemas de calefacción a baja temperatura
- Adaptable a instalaciones existentes
- Se puede obtener frío (refrescamiento) en Verano, con la inversión del ciclo
- Energía limpia. Bajas emisiones de CO₂
- Requiere poco espacio, por lo que es ideal si no disponemos de sala de calderas
- No se necesitan chimeneas de evacuación de humos
- Recomendable en aquellos lugares donde no exista suministro de gas natural
- Períodos de retorno medio-bajos

9.2. RECUPERACIÓN DE CALOR DEL AIRE EXPULSADO

La recuperación del calor del aire expulsado se lleva a cabo para evitar la pérdida excesiva de calor debida a la extracción de aire del interior, tanto si está más frío como más caliente que el exterior. El recuperador es un intercambiador de calor en el que el aire extraído cede calor (en invierno) al aire entrante, que lo absorbe. Este intercambio se produce sin que haya mezcla entre ambos aires.

Este procedimiento es obligatorio como así se recoge en el RITE IT 1.2.4.5.2. El caudal de aire expulsado está en función de las horas de funcionamiento de la piscina, en nuestro caso como el caudal de circulación es de $15,63 \text{ m}^3/\text{s}$, y las horas de funcionamiento de 4284h (14h/día, 6 días/semana); por tanto, la eficiencia mínima del recuperador debe ser del 70% y las pérdidas máximas de presión iguales a 240Pa.

A continuación se expone un esquema de funcionamiento del equipo con el recuperador:



Esquema del funcionamiento del recuperador.

Donde:

L: Condiciones del local.

S: Condiciones del aire expulsado después de ceder calor.

E: Condiciones del aire exterior.

E_R : Condiciones del aire exterior después de absorber calor del recuperador.

M_R : Condiciones de la mezcla con calor recuperado.

R: Recuperador de calor de corrientes cruzadas.

VA: Ventilador de admisión.

VI: Ventilador de impulsión. CM:

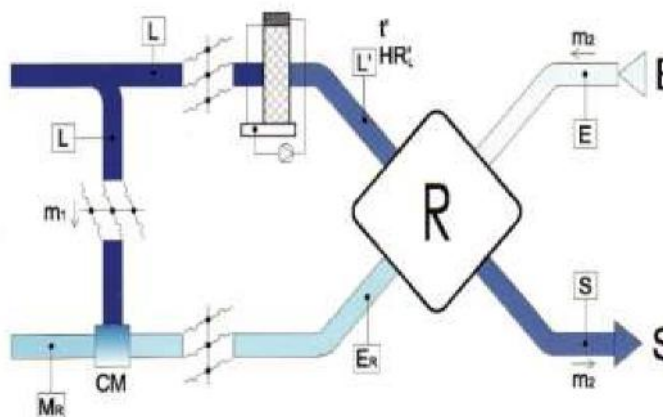
Caja de mezcla.

9.3. RECUPERADOR CON ENFRIAMIENTO ADIABÁTICO

Cuando el aire exterior aumenta su humedad, la cantidad de aire exterior que se necesita para mantener la humedad de la piscina aumenta. Por tanto en condiciones muy húmedas, debe trabajar casi con todo aire exterior. La recuperación del calor extraído, debido a que la temperatura del aire exterior aumenta reduciendo la efectividad del recuperador a mínimos.

Entonces al hacer un enfriamiento adiabático en el aire de salida, aumentando las diferencias de temperatura de intercambio de calor con el aire exterior y así elevando la eficiencia del recuperador.

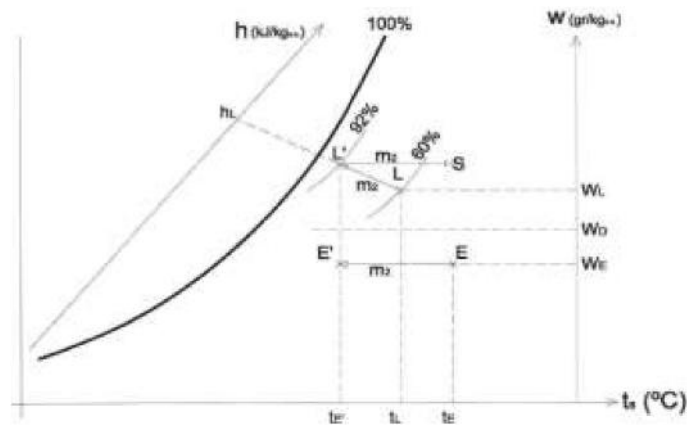
En la siguiente figura se observa el equipo con el humectador adiabático antes del recuperador en el conducto de salida de aire.



Esquema del equipo con recuperador y con humectador adiabático.

Con este sistema se consigue un aumento en la diferencia de temperatura con el aire exterior da un aumento en la eficiencia de recuperación. Aumentando a su vez el ahorro energético. Además el subenfriamiento del aire de salida, puede llegar a alcanzar la temperatura deseada para mantener el local a 27° C, sin necesitar refrigeración mecánica.

Para realizar el cálculo de la potencia actualizada con este sistema, emplearemos el diagrama psicrométrico como se describe a continuación.



Recuperación de calor con humectación adiabática en verano.

Siendo:

LL' - Evolución de la humidificación adiabática en el humidificador, en el aire de extracción.

L'S - Calentamiento del aire extraído en el recuperador.

EE' - Subenfriamiento en el aire de entrada (por debajo de la temperatura del local) en el recuperador.

Se ha considerado que el humectador permite alcanzar una humedad relativa de un 92%. Poniendo los datos sobre el diagrama se ha obtenido una temperatura de entrada de $T_{MR'} = 32,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, para la misma humedad calculada en el apartado anterior (9,14g/kg).

9.5. INSTALACIÓN DE INTERCAMBIADOR DE CALOR.

Otra posible mejora que podríamos añadir a nuestra piscina es la adaptación de un intercambiador de calor.

Debido a que diariamente como nos dicta el código técnico de la edificación hay que renovar el 5% del agua del total del vaso, en nuestro caso supone:

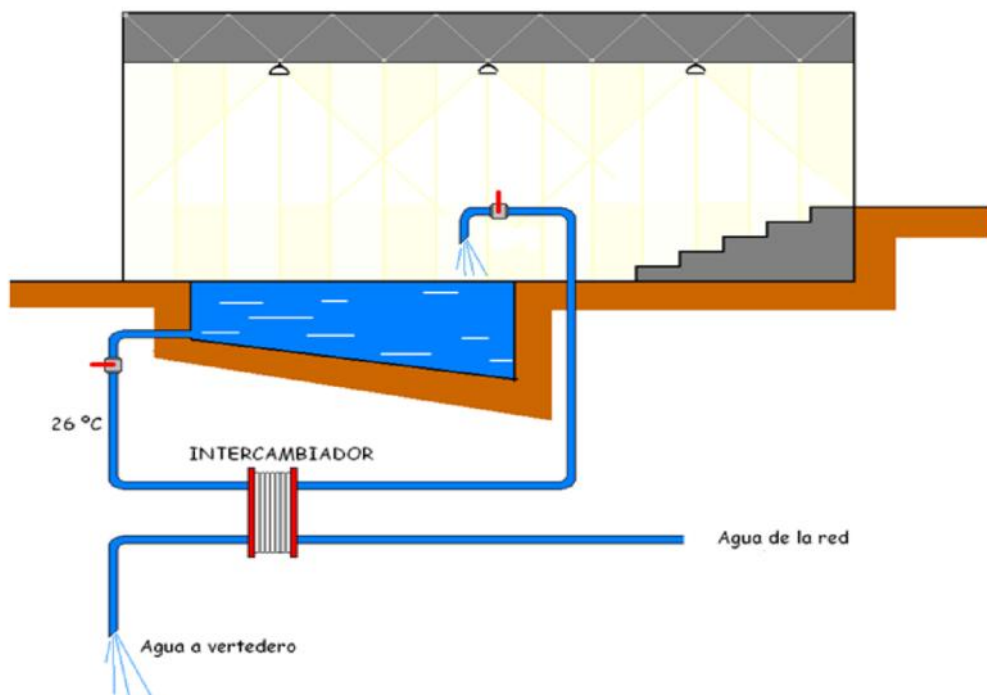
$$\begin{aligned} Vol. total &= vol. Piscina semiolímpica \\ &= 500 \text{ m}^3 + 69 \end{aligned}$$

Con lo cual todos los días se renueva:

$$500 \cdot 0.05 = 25 \text{ m}^3/\text{dia} = 1041.66 \text{ litros/hora}$$

A diario desechamos 25 m³ del agua del vaso, la cual esta se encuentra a 26°C.

La idea es adaptar un intercambiador de calor entre esta red de tuberías la cual fluye el agua a 26°C y la del suministro de agua de la red, que tomaremos una temperatura media de red de 12,3°C. Quedaría de esta forma:



El calor aportado por el intercambiador de calor entre ambos conductos será:

$$Q = \dot{m} \cdot C_P \cdot \rho \cdot \Delta T$$

Donde:

$\dot{m}$: Flujo másico 25m³ = 3 x 10⁻⁴ m³/seg

C_P : Calor específico del agua 4'18 kJ/kg °C

ρ : Densidad del agua 999'58 Kg/m³.

ΔT : Diferencia de temperaturas. Suponemos que el agua se calienta de 12'3°C a 16°C

$$Q = 22'3 \text{ kW}$$

10. RED DE TUBERÍAS

Las tuberías que forman la red de distribución de la instalación serán de cobre (PP-R) y calcularemos cada tramo siguiendo las siguientes indicaciones:

- Colocaremos un diámetro normalizado (de 18, 25, 32, 40, 50, 70, o 100mm).
- El diámetro mínimo de las tuberías será de media pulgada.
- Si la pérdida de carga es menor de 5mm.c.a se pasará a un diámetro menor, exceptuando si el diámetro es de media pulgada, en cuyo caso se mantendrá este.
- Si la pérdida de carga es mayor de 40mm.c.a se pasará a un diámetro superior.
-

Las características y cálculos de la red de tuberías de la piscina están definidas en el ANEXO Nº 3.

11. RED DE CONDUCTOS

Esta red permite el transporte de aire necesario para climatizar la piscina. Habrá dos tipos de conductos, los de impulsión y los de retorno. Los conductos serán de chapa galvanizada con aislante exterior. Debe cumplirse que:

- Las dos redes serán de baja velocidad, siendo la de salida de la unidad de tratamiento de aire 6 m/s.
- Cada diez metros se coloca un registro de limpieza. Las rejillas pueden desarrollar también esta función.
- Por seguridad las rejillas se colocan a una altura superior de 2m.

12. CONCLUSIONES

A modo de conclusión podemos decir, que el sistema de aerotermia es una alternativa interesante respecto al uso de calderas o paneles solares, porque es una energía muy reciente y queda mucho por descubrir sobre ella. En poco tiempo pasará a ser una de las energías renovables punteras gracias a su fácil uso, al gran ahorro que implica tener uno de estos sistemas, y a su contaminación cero.

Ventajas de la aerotermia

- **Ahorro.** Con el sistema de aerotermia podrás ahorrar en frente a otros sistemas convencionales.
- **Instalación.** Su instalación es muy sencilla ya que no necesita ningún depósito de almacenamiento de combustible.
- **Mantenimiento.** No necesitan mantenimiento ya que los equipos aerotérmicos no tienen ni quemador ni cámara de combustión. Por lo cual no se produce ningún tipo de inquemados.
- **No contaminante.** La aerotermia es una energía limpia por lo cual no es contaminante para el medio ambiente.
- **Seguridad.** Como no necesita un depósito de combustible el riesgo de un accidente se reduce a cero.

¿Por qué aerotermia en lugar de paneles solares?

En la mayoría de las instalaciones de climatización para piscina interiores se usa con frecuencia la instalación de paneles solares para conseguir la energía necesaria para acondicionar la piscina y mantener la temperatura tanto del ambiente como del vaso, en este proyecto se ha decidido usar aerotermia en lugar de paneles

solares, ya que la instalación de los paneles inicialmente es cara y siempre requieren un sistema de apoyo convencional pues los días que el sol no luce no proporcionan la energía suficiente, mediante aerotermia podemos convertir el aire en una energía limpia y podemos contar con la seguridad de que nuestra piscina estará acondicionada todos los días del año.

La sección H4 del código técnico de la edificación (CTE), establece que es necesaria una contribución solar mínima para la producción de agua caliente sanitaria, esta idea es interesante en España ya que contamos con una gran fuente de energía solar.

En nuestro caso, hemos decidido no instalar paneles solares ya que esta sección del CTE también recoge que dicha contribución solar puede ser remplazada por otra energía renovable con emisiones de CO₂ iguales o menores a las de la energía solar.

La aerotermia es la fuente de energía renovable perfecta pues se encarga, como hemos citado anteriormente en esta memoria de extraer energía gratuita del aire exterior mediante una bomba de calor de alta eficiencia. Recordamos que una bomba de calor extrae energía de un lugar, para cederla en otro, la cual no es perjudicial para el medio ambiente y el coste es menor al de los paneles solares. Además, una bomba de calor de aerotermia proporciona un COP de entre un 250% - 350% mientras que la energía solar oscila entre el 75% - 150% de rendimiento energético.

DOCUMENTO Nº 3

ANEXOS DE CÁLCULOS

ÍNDICE:

1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS DE UNA PISCINA CUBIERTA	
.....	72
1.1. NECESIDADES TÉRMICAS EN EL VASO DE AGUA.....	72
1.2. NECESIDADES TÉRMICAS EN EL AMBIENTE.....	76
2. CÁLCULO RED DE TUBERIAS.....	79
3. CÁLCULO RED DE CONDUCTOS.....	84
4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	85

1. CÁLCULOS DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS DE UNA PISCINA CUBIERTA

A continuación se muestran las tablas de los cálculos realizados para determinar las necesidades térmicas de la piscina, tanto en el vaso de agua, como las necesidades térmicas del ambiente.

1.1. NECESIDADES TÉRMICAS EN EL VASO DE AGUA

EVAPORACIÓN DE AGUA DEL VASO

AGUA EVAPORADA DE LA LÁMINA

Presión parcial del vapor en la superficie de agua	P_w (Pa)	2140
Presión parcial del vapor a la temp de rocío	p_{r0} (Pa)	1361
Coeficiente de velocidad	ω (W/m ² Pa)	0,07312
Superficie de la lámina de agua	S_w (m ²)	312,5
Calor latente de evaporación del agua piscina	r_w (KJ/Kg)	2957,11
Caudal de agua evaporada (g/s)	TOTAL= $\dot{m}_w$	6,019441279
Coeficiente de velocidad		$88,75 + 78,15 \cdot V_i / 1000$
V_i		0,2

AGUA EVAPORADA DEL SUELO MOJADO ALREDEDOR DE LA PISCINA

Presión parcial del vapor en la superficie de agua	P_s (Pa)	1686
Presión parcial del vapor a la temp de rocío	p_{r0} (Pa)	1361
Coeficiente de velocidad	ω (W/m ² Pa)	0,05749
Superficie del suelo	S_s (m ²)	85,38
Calor latente de evaporación del agua piscina	r_s (KJ/Kg)	2963,46
Caudal de agua evaporada (g/s)	TOTAL= $\dot{m}_w$	0,538310375
Coeficiente de velocidad		$88,75 + 78,15 \cdot V_i / 1000$
V_i		0,4

AGUA EVAPORADA DEL CUERPO DE LAS PERSONAS SALIDAS DEL AGUA

Presión parcial del vapor en la superficie de agua	P_s (Pa)	3370
Presión parcial del vapor a la temp de rocío	p_{r0} (Pa)	1361
Coeficiente de velocidad	ω (W/m ² Pa)	0,05749
Superficie del suelo	S_s (m ²)	26,56
Calor latente de evaporación del agua piscina	r_s (KJ/Kg)	2944,33
Caudal de agua evaporada	TOTAL= $\dot{m}_w$ (g/s)	1,041870717
Coeficiente de velocidad		$88,75 + 78,15 \cdot V_i / 1000$
V_i		0,4

SUMA DE CAUDALES DE AGUA EVAPORADA

$\dot{m}_{1w} + \dot{m}_{2w} + \dot{m}_{3w}$ (g/s)	7,599622372
kg/h	27,35864054

CALOR QUE SE PIERDE O CALOR ABSORBIDO
--

Q (W) = m (kg/h) x C_v (W.h/kg)	18494,441
C_v (W.h/kg)	676
Kw	18,494441

Por tanto, el calor absorbido en el vaso será de 18.49 kW.

Continuamos con las demás pérdidas que podemos encontrar en el vaso:

RENOVACIÓN DE AGUA DEL VASO		
Volumen de renovación	V _{re} (m ³)	24,25
Densidad del agua	P (kg/m ³)	1000
Calor específico del agua	C _p (W.h/KgK)	1,6
Temperatura del agua de la piscina	T _w (°C)	26
Temperatura de agua de red	T _{red} (°C)	10
Calor perdido	TOTAL=Q _{re} (W.h/dia)	620800
	kW	25,86

PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

LATERALES 1,6X25 METROS		
Transmitancia del cerramiento	U _c (W/m ² k)	0,53
Superficie de cerramiento	S _c (m ²)	80
Temperatura del agua	T _w (°C)	26
Temperatura detrás del cerramiento	T _{ext} (°C)	10
Calor por transmisión	TOTAL=Q _T (W)	678,4

LATERALES 1,6X12,5 METROS		
Transmitancia del cerramiento	U _c (W/m ² k)	0,53
Superficie de cerramiento	S _c (m ²)	40
Temperatura del agua	T _w (°C)	26
Temperatura detrás del cerramiento	T _{ext} (°C)	10
Calor por transmisión	TOTAL=Q _T (W)	339,2

SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL SUELO		
Transmitancia del cerramiento	U_c (W/m ² K)	0,53
Superficie de cerramiento	S_c (m ²)	312,5
Temperatura del agua	T_w (°C)	26
Temperatura detrás del cerramiento	T_{ext} (°C)	15
Calor por transmisión	TOTAL= Q_T (W)	1821,875

TOTAL (kW)
2,839475

RADIACIÓN

Superficie de la piscina	S_{pis} (m ²)	312,5
Emisividad del agua	ϵ	0,95
Constante	σ (W/m ² ·K ⁴)	0,000000567
Temperatura del agua	T_1 (K)	299
Temperatura del recinto	T_2 (K)	301
Calor perdido por radiación	TOTAL= Q_r	0,000336656

PÉRDIDAS TOTALES DE CALOR EN EL VASO (kW)

Evaporación del agua	18,5
Renovación del agua	25,86
Transmisión	2,83
Radiación	0,0003366
Convección	0
TOTAL	47,1903366

El total de pérdidas en el vaso de agua será de 47.19 kW.

1.2. NECESIDADES TÉRMICAS EN EL AMBIENTE

Una vez realizado el estudio de las necesidades térmicas en el vaso de agua, nos disponemos al cálculo de las necesidades térmicas en el ambiente.

CALOR POR TRANSMISIÓN	
Transmitancia del cerramiento	U (W/m ² °C)
Coeficiente orientación e interrupción de servicio	C
Superficie del cerramiento	S (m ²)
Diferencia de temperaturas	dT (°C)
Calor por transmisión	Qt (W)

Temperaturas	
Exterior (°C)	10
Interior (°C)	28

U (W/m ² °C)	
Muros	0,5
Ventanas	3,5
Suelo	0,38
Techo	0,3

Superficie de cerramiento		
		M.Exteriores Ventanas
Norte		315 35
Sur		315 35
Este		180 20
Oeste		180 20
Suelo	387,5	
Techo	700	

	M.Exteriores = Qt	Ventanas = Qt
Norte	4394,25	3307,5
Sur	3402	2535,75
Este	2511	1953
Oeste	2268	1701
Suelo = Qt	1914,25	
Techo = Qt	3780	

TOTAL PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN (kW)
27,76675

El total de pérdidas por transmisión es de 27.76 kW.

PÉRDIDAS DE CALOR POR VENTILACIÓN

Calor sensible Qsv (W)

Caudal de ventilación (m ³ /h)	$\dot{m}$ (l/s) ,	6300
Calor específico del aire (W/m ³ *°C)	Cp	0,33
Diferencia de temperaturas (°C)	dT	18
TOTAL		37422
TOTAL (Kw)		37,422

Calor latente QLv (W)

Caudal de ventilación (m ³ /h)	m ³ (l/s),	6300
Calor latente qL(W/g)		0,72
Diferencia humedades (g/kg)	dH	0
TOTAL		0

TOTAL PÉRDIDAS POR NECESIDADES TÉRMICAS DEL AMBIENTE

PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN	27,767
PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN	37,422
TOTAL (kW)	65,189

El total de pérdidas por necesidades térmicas es de 65.189 kW.

Una vez obtenemos todos los cálculos realizamos la suma de las necesidades en el vaso y en el ambiente y obtenemos el total de pérdidas en una piscina cubierta.

TOTAL PÉRDIDAS (kW)

PÉRDIDAS DE CALOR EN EL VASO (kW)	47,1903
PÉRDIDAS POR NECESIDADES TÉRMICAS DEL AMBIENTE	65,189
TOTAL	112,3793

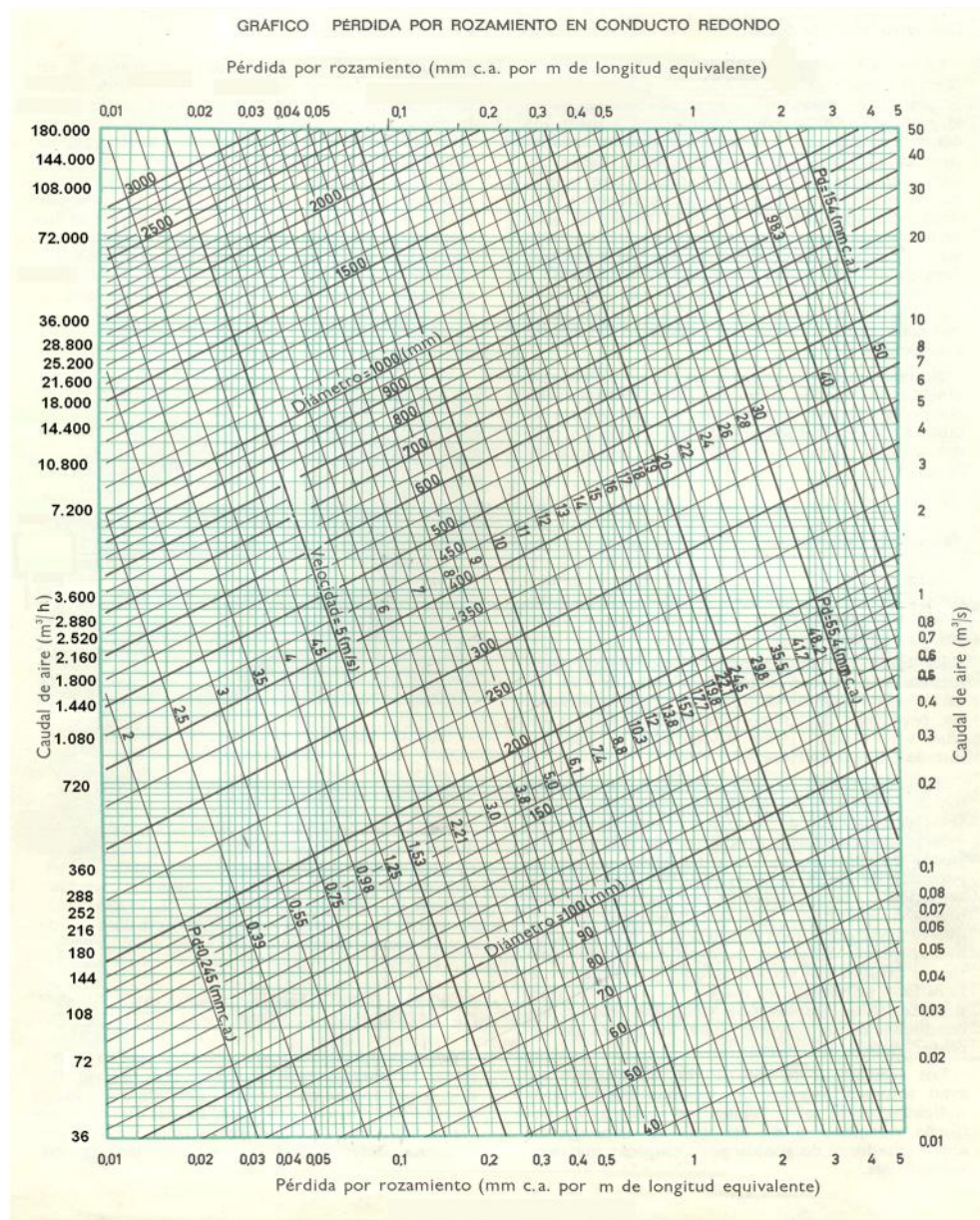
El total de pérdidas es de **112.38 kW**.

2. CÁLCULO DE TUBERIAS

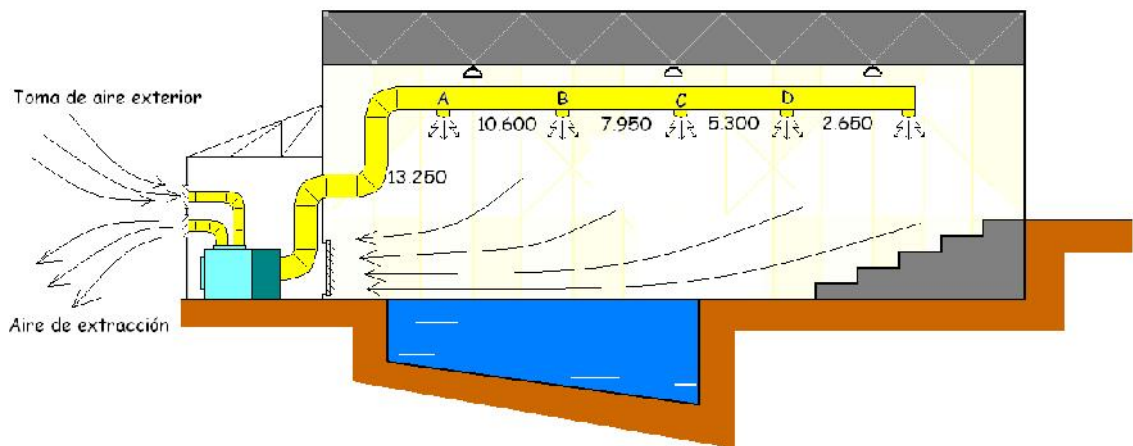
Para conseguir que el aire salga tanto por las primeras rejillas como por las últimas con igualdad de presión, es necesario que la pérdida de carga en el conducto sea constante a lo largo de todo su recorrido.

Para ello, se va a confeccionar el conducto de manera que la velocidad vaya disminuyendo conforme se vaya avanzando a lo largo del mismo, siguiendo el método conocido con el nombre de ***método de pérdida de carga constante***.

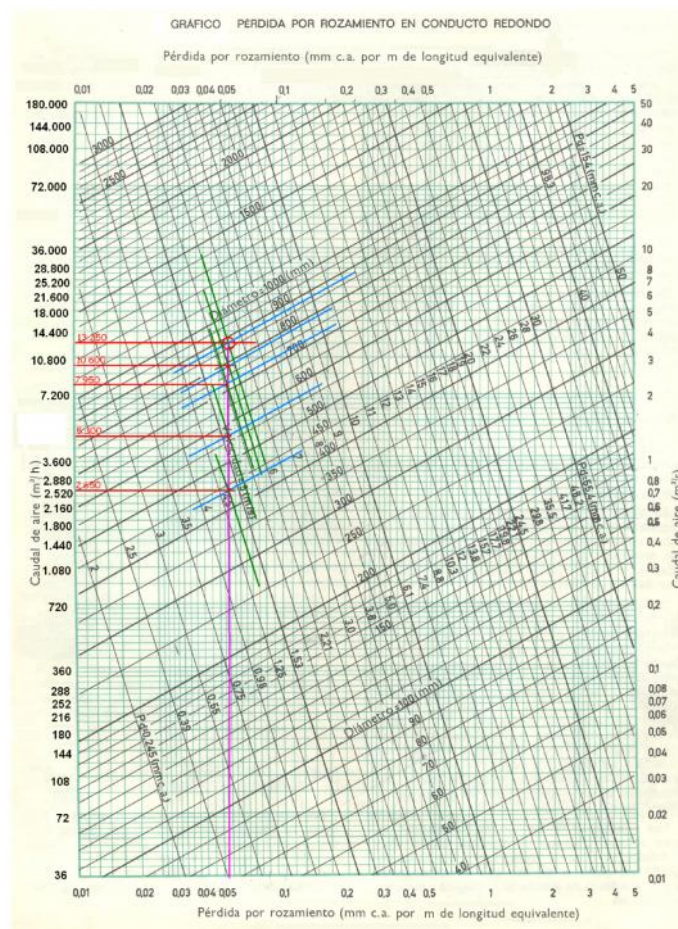
Como indica su nombre, el método consiste en que la pérdida de carga que tiene la red a la salida del deshumectador se mantenga constante conforme se avance por la red. Esta pérdida de carga se calcula mediante el siguiente gráfico siguiente:



Dividimos nuestra piscina en diferentes tramos para realizar el cálculo de los conductos:



Cogeremos nuestros valores de los diferentes tramos y los transportaremos al gráfico para poder calcular la pérdida por rozamiento en el conducto.



Tramo de salida	A-B:	B-C:	C-D:	Salidas
Q = 13.250 m ³ /h	Q = 10.300 m ³ /h	Q = 7.950 m ³ /h	Q = 5.300 m ³ /h	Q = 2.650 m ³ /h
Velocidad: 6 m/s	Velocidad: 5,75 m/s	Velocidad: 5,60 m/s	Velocidad: 5,55 m/s	Velocidad: 4,70 m/s
P.C. = 0,05 m.c.a / m	P.C. = 0,05 m.c.a / m	P.C. = 0,05 m.c.a / m	P.C. = 0,05 m.c.a / m	P.C. = 0,05 m.c.a / m
Diámetro: 875 mm	Diámetro: 790 mm	Diámetro: 725 mm	Diámetro: 560 mm	Diámetro: 440 mm

Un conducto rectangular es hidráulicamente equivalente a un conducto circular cuando ambos tienen el mismo diámetro.

En este caso, los dos conductos ofrecerán la misma pérdida de carga (con el mismo material) a la misma velocidad.

Se define el diámetro hidráulico de un conducto rectangular como el cociente entre cuatro veces la sección recta y su perímetro interior.

$$D_h = 2 (a.b) / (a+b)$$

Medidas y valores de los conductos

Longitud de los lados mm	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	
200	0,020 133 149 0,60	0,030 171 186 0,70	0,040 200 218 0,80									A _C d _h d _e A _i
250	0,025 143 165 0,70	0,038 188 206 0,80	0,050 222 241 0,90	0,063 250 273 1,00								A _C d _h d _e A _i
300	0,030 150 180 0,80	0,045 200 224 0,90	0,060 240 262 1,00	0,075 273 296 1,10	0,090 300 327 1,20							A _C d _h d _e A _i
400	0,040 160 205 1,00	0,060 218 255 1,10	0,080 267 299 1,20	0,10 308 337 1,30	0,12 343 373 1,40	0,16 400 456 1,60						A _C d _h d _e A _i
500		0,075 231 283 1,30	0,10 286 331 1,40	0,13 333 374 1,50	0,15 375 413 1,60	0,20 444 483 1,80	0,25 500 545 2,00					A _C d _h d _e A _i
600		0,090 240 307 1,50	0,12 300 359 1,60	0,15 353 406 1,70	0,18 400 448 1,80	0,24 480 524 2,00	0,30 545 592 2,20	0,36 600 654 2,40				A _C d _h d _e A _i
800			0,16 320 410 2,00	0,20 381 463 2,10	0,24 436 511 2,20	0,32 533 598 2,40	0,40 615 675 2,60	0,48 686 745 2,80	0,64 800 872 3,20			A _C d _h d _e A _i
1000				0,25 400 512 2,50	0,30 462 566 2,60	0,40 571 662 2,80	0,50 667 747 3,00	0,60 750 825 3,20	0,80 889 965 3,60	1,00 1000 1090 4,00		A _C d _h d _e A _i
1200					0,36 480 614 3,00	0,48 600 719 3,20	0,60 706 812 3,40	0,72 800 896 3,60	0,96 960 1049 4,00	1,20 1091 1184 4,40	1,44 1200 1308 4,80	A _C d _h d _e A _i
1400						0,56 622 771 3,60	0,70 737 871 3,80	0,84 840 962 4,00	1,12 1018 1125 4,40	1,40 1167 1270 4,80	1,68 1292 1403 5,20	A _C d _h d _e A _i
1600						0,64 640 819 4,00	0,80 762 925 4,20	0,96 873 1022 4,40	1,28 1067 1195 4,80	1,60 1231 1350 5,20	1,92 1371 1491 5,60	A _C d _h d _e A _i
1800							0,90 783 976 4,60	1,08 900 1078 4,80	1,44 1108 1261 5,20	1,80 1286 1424 5,60	2,16 1440 1573 6,00	A _C d _h d _e A _i
2000							1,00 800 1024 5,00	1,20 923 1131 5,20	1,60 1143 1323 5,60	2,00 1333 1494 6,00	2,40 1500 1650 6,40	A _C d _h d _e A _i

El cálculo de las tuberías vendría descrito por la siguiente tabla:

3. CÁLCULOS DE CONDUCTOS

Velocidad	1	m/s
Rugosidad tubería	0,04	mm
Salto térmico	15	°C

CIRCUITO	POTENCIA	CAUDAL	LONGITUD	Secc Teórica	D teórico	D real	Secc. Real	Vel real	P de Carga
	kW	l/s	m	m ²	mm	mm	m ²	m/s	m.c.a
ACS	16,5	0,26	10	0,0003	18,32	25	0,0005	0,54	1,84
Calefacción	129	2,06	10	0,0021	51,22	65	0,0033	0,62	0,22
Mantenimiento	47,2	1	10	0,001	35,67	40	0,0013	0,8	1,13
Puesta a régimen	192,7	3,35	10	0,0034	65,35	70	0,0038	0,87	0,33
Salida caldera	192,7	3,35	10	0,0034	65,35	70	0,0038	0,87	0,33
Agua condensación	28,2	0,45	10	0,0005	23,95	25	0,0005	0,92	4,71

4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

A continuación, describiremos los elementos usados para desarrollar la instalación:

Bomba de mantenimiento de agua de la piscina:



CAUDAL AGUA MANTENIMIENTO BOMBA PISCINA	
$P = q \cdot C_p \cdot \Delta T$	
$P = W$	112380
$C_p = W / ^\circ C \cdot kg$	1,16
$\Delta T = ^\circ C$	15
$q = l/s$	1,7940613

La bomba portará un caudal de 1.79 litros por segundo.

Bomba de batería de calefacción del deshumectador:

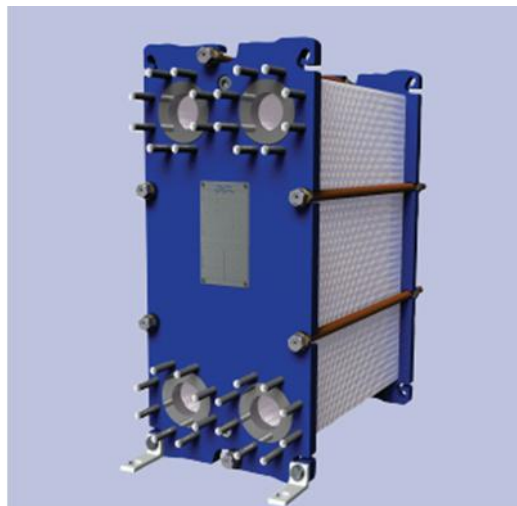
CAUDAL DE BOMBA BATERIA CALEFACCIÓN DEL DESHUMECTOR		
$P = q \cdot C_p \cdot \Delta T$		
$P = W$		129000
$C_p = W / ^\circ C \cdot kg$		1,16
$\Delta T = ^\circ C$		15
$q = l/s$		2,05938697

Esta bomba nos aportará un caudal de 2.05 litros por segundo en nuestra instalación.

Bomba de recuperación del calor de condensación:

CAUDAL DE BOMBA RECUPERACIÓN CALOR DE CONDESACIÓN	
$P = q \cdot C_p \cdot \Delta T$	
$P = W$	28200
$C_p = W / ^\circ C \cdot kg$	1,16
$\Delta T = ^\circ C$	15
$q = l/s$	0,45019157

Caudal de 0.45 litros por segundo.

Intercambiador de calor para A.C.S.

Necesitamos un intercambiador que genere una potencia de 16.5 kW.

La puesta a régimen de la piscina se calcula para averiguar el tiempo que nos llevara poner a punto la instalación para que trabaje según nuestras condiciones:

PUESTA A RÉGIMEN DE LA PISCINA	
$P = q \cdot C_p \cdot \Delta T$	
P= W	192700
$C_p = W / ^\circ C \cdot kg$	1,16
$\Delta T = ^\circ C$	15
L	485000
TIEMPO = HORAS	43,7934613

Necesitaremos un total de 43.8 horas para llevar a cabo la puesta a régimen de la piscina.

También tenemos que calcular el caudal de la bomba que lleva a cabo esta puesta a régimen:

CAUDAL BOMBA PUESTA A RÉGIMEN	
$P = q \cdot C_p \cdot \Delta T$	
$P = W$	192700
$C_p = W / ^\circ C \cdot kg$	1,16
$\Delta T = ^\circ C$	15
$q = l/s$	3,07630907



Se requiere un caudal de 3.07 litros por segundo.

DOCUMENTO Nº 4

DOCUMENTOS DE ENTIDAD PROPIA

ÍNDICE:

1. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	92
1.1. ANTECEDENTES	92
1.2. OBJETO	92
1.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN	92
1.4. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES	92
1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	93
1.6. PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA 93	
1.7. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	93
2. GESTIÓN DE RESIDUOS	95
2.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR, CODIFICADOS CON ARREGLO A LA LISTA EUROPEA DE RESIDUOS PUBLICADA POR ORDEN MAM/304/2002 DE 8 DE FEBRERO O SUS MODIFICACIONES POSTERIORES	99
2.2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA, EN TONELADAS Y METROS CÚBICOS	
2.3. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA O EN EMPLAZAMIENTOS EXTERNOS (EN ESTE CASO SE IDENTIFICARÁ EL DESTINO PREVISTO)	100
2.4. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS	101
2.5. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU" (INDICANDO CARACTERÍSTICAS Y CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUOS)	102
2.6. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS, QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO	105
2.7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN CORRECTA DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, COSTE QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN CAPÍTULO APARTE	107

1.1. ANTECEDENTES

De conformidad con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se procede a redactar el Estudio Básico.

1.2. OBJETO

El objeto de este estudio es recoger las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicable a la obra del proyecto de aplicación.

1.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

De conformidad con lo recogido en el Capítulo III artículo 4º del mencionado Real Decreto, y debido a que no se dan ninguno de los 4 argumentos nombrados en el apartado primero del mismo, que condicionan la realización de un estudio de seguridad y salud, se procede a la elaboración de un estudio básico.

1.4. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES

- Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/97 de 14 de Abril (B.O.E. nº97 de 23/4/1.997) sobre Disposiciones mínimas en materia de Señalización y Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 486/97 de 14 de Abril (B.O.E. nº97 de 23/4/1.997) sobre Disposiciones mínimas en materia de Señalización y Seguridad y Salud de los lugares de Trabajo.
- Real Decreto 773/97 de 30 de Mayo (B.O.E. nº140 de 12/6/1.997) sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/97 de 18 de Julio (B.O.E. nº188 de 7/8/1.997) sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud previstas en su artículo 15, se aplicarán las medidas que integran el deber general de prevención.

Se tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendarles las tareas.

Los riesgos laborales que pueden surgir en la obra derivados del tendido de conductores, contactos directos e indirectos con pequeña maquinaria eléctrica a utilizar, caídas de altura, cortes en las manos por utilización de herramienta manuales, golpes en la cabeza por caídas de objetos, podrán ser evitados poniendo para ello como mínimo las medidas indicadas en el apartado 7 del presente estudio básico.

Aquellos riesgos laborales que no puedan eliminarse, deberán disponer de medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia.

1.6. PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES

Se tendrán en cuenta las previsiones e informaciones útiles a que se refieren el apartado 6 del artículo 5 y el apartado 3 del artículo 6 del mencionado Real Decreto.

1.7. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

De conformidad con la ley de prevención de riesgos laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y en particular en las siguientes tareas o actividades:

El mantenimiento de la obra en buen estado de orden de limpieza.

La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.

El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto

de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales. El almacenamiento y evacuación de escombros.

La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de éste.

Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo que se realice en la obra o cerca de ésta.

Por su parte el contratista estará obligado a:

a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en los apartados anteriores.

b) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas siguientes:

Referente a caídas de objetos: Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales, siendo obligatorio el uso de casco y calzado reforzado.

Referente a caídas de alturas: Los trabajos de altura, aunque éstas serán como máximo de 3 metros, sólo podrán efectuarse con la ayuda de escaleras.

Referente a la instalación eléctrica: Para evitar los contactos directos los cuadros y partes accesibles irán protegidas con revestimiento de doble aislamiento. Los contactos indirectos se evitarán utilizando interruptores diferenciales de alta sensibilidad.

Referente a posibles cortes con herramientas manuales: Los trabajadores utilizarán guantes protectores para evitar los posibles cortes con la pequeña herramienta manual.

Referente a vías y salidas de emergencia: En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

Referente a exposición a riesgos particulares: Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni factores externo nocivos. Los lugares de trabajo dispondrán, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural o tendrán una iluminación.

2. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

2.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR, CODIFICADOS CON ARREGLO A LA LISTA EUROPEA DE RESIDUOS PUBLICADA POR ORDEN MAM/304/2002 DE 8 DE FEBRERO O SUS MODIFICACIONES POSTERIORES.

Clasificación y descripción de los residuos

Se identifican dos categorías de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II.- residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos a generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideraran incluidos en el computo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

A.1.: RCDs Nivel I**1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN**

17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

A.2.: RCDs Nivel II**RCD: Naturaleza no pétreo**

1. Asfalto	
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera	
17 02 01	Madera
3. Metales	
x 17 04 01	Cobre, bronce, latón
x 17 04 02	Aluminio
17 04 03	Plomo
17 04 04	Zinc
x 17 04 05	Hierro y Acero
17 04 06	Estaño
17 04 06	Metales mezclados
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel	
x 20 01 01	Papel
5. Plástico	
x 17 02 03	Plástico
6. Vidrio	
x 17 02 02	Vidrio
7. Yeso	
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétreo		
1. Arena Grava y otros áridos		
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
x	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón		
	17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos		
	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.
4. Piedra		
	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
x	20 02 01	Residuos biodegradables
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros		
	17 01 06	mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
x	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
x	17 03 03	Alquitran de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's

	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
x	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
x	15 02 02	Absorventes contaminados (trapos,...)
x	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
x	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
x	16 06 03	Pilas botón
x	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
x	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
x	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
x	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
x	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
x	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

2.2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA, EN TONELADAS Y METROS CÚBICOS.

La estimación se realizará en función de las categorías del punto 1

Obra Nueva: En ausencia de datos más contrastados se manejan parámetros estimativos estadísticos de 20cm de altura de mezcla de residuos por m² construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tn/m³.

Estimación de residuos en OBRA NUEVA	
Superficie Construida total	600,00 m ²
Volumen de residuos (S x 0,10)	60,00 m ³
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m ³)	1,10 Tn/m ³
Toneladas de residuos	66,00 Tn

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados por la junta de Andalucía de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos plasmados en el Plan Nacional de RCDs 2001-2006, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

A.1.: RCDs Nivel II				
		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		375,00	1,50	250,00

A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso (según CC.AA Madrid)	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,050	1,47	1,30	1,13
2. Madera	0,040	1,18	0,60	1,96
3. Metales	0,025	0,74	1,50	0,49
4. Papel	0,003	0,09	0,90	0,10
5. Plástico	0,015	0,44	0,90	0,49

6. Vidrio	0,005	0,15	1,50	0,10
7. Yeso	0,002	0,06	1,20	0,05
TOTAL estimación	0,140	4,13		4,33
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	1,18	1,50	0,79
2. Hormigón	0,120	3,54	1,50	2,36
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,540	15,91	1,50	10,61
4. Piedra	0,050	1,47	1,50	0,98
TOTAL estimación	0,750	22,10		14,73
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,070	2,06	0,90	2,29
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	1,18	0,50	2,36
TOTAL estimación	0,110	3,24		4,65

2.3. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA O EN EMPLAZAMIENTOS EXTERNOS (EN ESTE CASO SE IDENTIFICARÁ EL DESTINO PREVISTO)

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo)

	OPERACIÓN PREVISTA	DESTINO INICIAL
x	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado	Externo
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	
	Reutilización de materiales cerámicos	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...	
	Reutilización de materiales metálicos	
	Otros (indicar)	

2.4. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS.

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo)

	OPERACIÓN PREVISTA
x	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Comisión 96/350/CE
	Otros (indicar)

2.5. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU" (INDICANDO CARACTERÍSTICAS Y CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUOS)

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por la junta de Andalucía para la gestión de residuos no peligrosos.

Terminología:

RCD: Residuos de la Construcción y la Demolición

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

RNP: Residuos NO peligrosos

RP: Residuos peligrosos

A.1.: RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN			Tratamiento	Destino	Cantidad
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03		Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	0,00
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06		Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	0,00
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07		Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	0,00

A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo			Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Asfalto					
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01		Reciclado	Planta de reciclaje RCD	3,30
2. Madera					
17 02 01	Madera		Reciclado	Gestor autorizado RNP	2,64
3. Metales					
x 17 04 01	Cobre, bronce, latón		Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,17
x 17 04 02	Aluminio		Reciclado		0,01
17 04 03	Plomo				0,00
17 04 04	Zinc				0,00
x 17 04 05	Hierro y Acero		Reciclado		2,46
17 04 06	Estaño				0,00
17 04 06	Metales mezclados		Reciclado		0,00
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10		Reciclado		0,00
4. Papel					
x 20 01 01	Papel		Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,20
5. Plástico					
x 17 02 03	Plástico		Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,99
6. Vidrio					
x 17 02 02	Vidrio		Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,33
7. Yeso					
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01		Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,13

RCD: Naturaleza pétreo			Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Arena Grava y otros áridos					
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07		Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00
x 01 04 09	Residuos de arena y arcilla		Reciclado	Planta de reciclaje RCD	2,64

2. Hormigón					
	17 01 01	Hormigón	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	7,92
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos					
	17 01 02	Ladrillos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	0,00
4. Piedra					
	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado		3,30
RCD: Potencialmente peligrosos y otros			Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Basuras					
x	20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	1,62
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	3,00
2. Potencialmente peligrosos y otros					
	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs	0,00
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	Tratamiento Fco-Qco		0,00
x	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla	Depósito / Tratamiento		0,11
x	17 03 03	Alquitran de hulla y productos alquitranados	Depósito / Tratamiento		0,04
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0,00
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0,00
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	Depósito Seguridad		0,00
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0,00
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RNPs	0,00
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad		0,00
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad		0,00
x	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03	Reciclado		0,03

	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0,00
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento		0,00
x	15 02 02	Absorventes contaminados (trapos,...)	Depósito / Tratamiento		0,03
x	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)	Depósito / Tratamiento		0,05
	16 01 07	Filtros de aceite	Depósito / Tratamiento		0,00
	20 01 21	Tubos fluorescentes	Depósito / Tratamiento		0,00
x	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,03
x	16 06 03	Pilas botón	Depósito / Tratamiento		0,03
x	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Depósito / Tratamiento		1,31
x	08 01 11	Sobranes de pintura o barnices	Depósito / Tratamiento		0,53
x	14 06 03	Sobranes de disolventes no halogenados	Depósito / Tratamiento		0,04
x	07 07 01	Sobranes de desencofrantes	Depósito / Tratamiento		0,20
x	15 01 11	Aerosoles vacíos	Depósito / Tratamiento		0,13
	16 06 01	Baterías de plomo	Depósito / Tratamiento		0,00
x	13 07 03	Hidrocarburos con agua	Depósito / Tratamiento		0,13
	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03	Depósito / Tratamiento	Restauración / Vertedero	0,00

2.6. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS, QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales de la consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la junta de Andalucía.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

2.7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN CORRECTA DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, COSTE QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN CAPÍTULO APARTE.

A continuación se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material.

A.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (calcula sin fianza)				
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta / Vestadero / Cantera / Gestor (€/m³)	Importe (€)	% del presupuesto de Obra
A1 RCDs Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	250,00	4,00	1.000,00	0,0000%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €				0,0000%
A2 RCDs Nivel II				
RCDs Naturaleza Pétreo	14,73	10,00	369,54	0,2904%
RCDs Naturaleza no Pétreo	4,33	10,00	200,80	0,1578%
RCDs Potencialmente peligrosos	4,65	10,00	154,98	0,1218%
Orden 2690/2006 CAM establece un límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra				0,5700%
B.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN				
B1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I			0,00	0,0000%
B2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II			365,78	0,0000%
B3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc...			127,24	0,1000%
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs			852,56	0,6700%

Para los RCDs de Nivel I se utilizarán los datos de proyecto de la excavación, mientras que para los de Nivel II se emplean los datos del apartado 1.2 del Plan de Gestión

Se establecen los precios de gestión acorde a lo establecido a la Orden 2690/2006 de la CAM. El contratista posteriormente se podrá ajustar a la realidad de los precios finales de contratación y especificar los costes de

gestión de los RCDs de Nivel II por las categorías LER si así lo considerase necesario.

Se establecen en el apartado “B.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN” que incluye tres partidas:

B1.- Porcentaje del presupuesto de obra que se asigna si el coste del movimiento de tierras y pétreos del proyecto supera el límite superior de la fianza (60.000 €) que establece la Orden 2690/2006 de la CAM (tomada como referencia)

B2.- Porcentaje del presupuesto de obra asignado hasta completar el mínimo del 0,2% establecido en la Orden 2690/2006 de la CAM (tomada como referencia)

B3.- Estimación del porcentaje del presupuesto de obra del resto de costes de la Gestión de Residuos, tales como alquileres, portes, maquinaria, mano de obra y medios auxiliares en general.

CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con los planos que acompañan la presente memoria y el presupuesto reflejado, los técnicos que suscriben entienden que queda suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos para el proyecto reflejado en su encabezado.

DOCUMENTO Nº 5

PLANOS

INDICE:

1. PLANO DE SITUACIÓN
2. PLANO DE EMPLAZAMIENTO
3. PLANO PLANTA PISCINA
4. PLANO ACS Y DESHUMECTOR
5. PLANO ESQUEMA GENERAL DE PRINCIPIO

DOCUMENTO Nº 6

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE:

1. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	113
1.1-INTRODUCCIÓN	113
1.2.-REGLAMENTOS	114
1.3.-DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	115
A. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE REFERENCIA	115
B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	116
1.3.1.-AISLAMIENTOS	116
1.3.3.1 Aislamiento de tuberías de agua caliente	117
1.3.1.2 Aislamiento de tuberías de agua fría	118
1.3.1.3 Colocación del aislamiento	118
1.3.1.4 Aislamiento de conductos	120
1.3.2.- GRUPOS ELECTROBOMBAS	121
1.3.3.-CONDUCTOS DE AIRE	121
1.3.3.1 Conductos rectangulares de fibra de vidrio	122
1.3.4.-DISPOSITIVOS PARA SALVAR OBSTRUCCIONES	123
1.3.5.-COMPUERTAS DE REGULACIÓN	124
1.3.6.-CLIMATIZADORES	124
1.3.7.-DEPOSITOS DE EXPANSIÓN A PRESIÓN	125
1.3.8.-DIFUSORES	125
1-3.9.-EQUIPO DE PRODUCCION DE FRIO	125
1.3.9.1 Condiciones generales	127
1.3.9.2 Placas de identificación	128

1.3.10 FILTROS DE AIRE	130
1.3.11 MANOMETROS DE CIRCUITOS HIDRAULICOS	131
1.3.12 REJILLAS	
1.3.13.-ELEMENTOS DE REGULACION	131
1.3.13.1 Válvulas motorizadas	133
1.3.14.-ANCLAJES Y SUSPENSIONES	133
1.3.15.-TERMOMETROS	133
1-3.15.1 Termómetros para control de líquidos	133
1.3.15.2 Termómetros para control de gases	133
1.3.16 TUBERIA, VALVULERIA Y ACCESORIOS	134
1. 3.16.1 Materiales de tuberías	134
1.3.16.2 Soportes de tuberías	135
1.3.16.3 Valvulería	135
1.3.16.4 Accesorios	135
1.4.-PLANOS Y ESPECIFICACIONES	136
1.4.1 PLANOS Y ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	136
1.4.2 PLANOS DE MONTAJE	136
1.5.-EJECUCIÓN DEL TRABAJO	136
1.5.1 GENERAL	138
1.5.2 REQUISITOS PREVIOS	138
1.5.3 PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES	138
1.5.4 NECESIDADES DE ESPACIO	138
1.6.-CRITERIOS DE MEDICIÓN	138
1.6.1 MAQUINARIA EN GENERAL	138
1.6.2 TUBERÍAS Y ASILAMIENTO	139
1.6.3 CUADROS DE MANIOBRA Y SEÑALIZACIÓN	139

1.6.4 CONDUCTOS	139
1.7.-CONTROL DE CALIDAD	140
1.7.1 ALCANCE	140
1.7.2 NIVEL DE CONTROL	140
1.7.3 CONTROL DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES	140
1.7.4 CONTROL DE EJECUCIÓN	140
1.7.5 CONTROL DE LAS PRUEBAS	140
1.8.-PRUEBAS Y RECEPCIÓN DE LAS OBRAS	140
1.8.1 GENERALIDADES	141
1.8.2 PRUEBAS PARCIALES	141
1.8.3 PRUEBAS FINALES	141
1.8.4. PRUEBAS HIDRAÚLICAS	142
1.8.5 PRUEBAS DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS	142
1.8.6 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE CONDUCTOS DE AIRE	142
1.8.7 PRUEBAS ELÉCTRICAS	142
1.8.8 TOMA DE DATOS Y MEDICIONES	142
1.8.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL	143
1.8.10 RECEPCIÓN DEFINITIVA	143
18.11 DOCUMENTACIÓN DE LA RECEPCIÓN	143

1.1-INTRODUCCIÓN

El Pliego de condiciones Técnicas formulado, establece las condiciones bajo las cuales, se deberá desarrollar la realización de la instalación del sistema de climatización de la piscina.

Las condiciones técnicas referenciadas a cumplimentar en este documento, asientan las bases sobre normativa, ejecución, pruebas, puestas en marcha y control de calidad.

1.2.-REGLAMENTOS

Todas las unidades de instalaciones que se ejecuten, se realizarán observando y cumpliendo lo preceptuando en los siguientes reglamentos:

- Orden del Ministerio de Obras Públicas 28-7-84
- Pliego de Prescripciones Técnicas generales para tuberías de suministro de agua 2 y 3.10, 1974.
- Correcciones de errores 30-10-74.
- Orden de Ministerio de Industria 9-12-75.
- Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua 13-1-76.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para cañerías de suministro de agua. O 28.07.74 MOPU.BOE 2 y 3.10.74.
- Complemento del apartado 1.5 del Título 1 de las Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua.

- Complemento del apartado 1.5 del Título 2. RESOL 14.02.80. Dir. Gral.
- Energía. BOE 07.03.80.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- Instrucciones complementarias ITE.
- Orden del ministerio de Industria 21-6-68.
- Reglamento para la utilización de productos petrolíferos en calefacción y otros usos no industriales 23-7-68.
- Resolución de la Dirección General de Energía y Combustibles 3-10-69.
- Real Decreto 1909/81 de Presidencia de Gobierno 24-7-81.
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones, Frigoríficas y sus instrucciones complementarias.
- Orden del Ministerio de Trabajo 9-3-71.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 13-3-71.
- Norma Tecnológica de la Edificación NBE-CPI-96, sobre condiciones de protección contra incendios en los Edificios. Articulado General.
- Normas Tecnológicas de la Edificación.
- Documentación que aportará el Instalador.
- Libro de control de mantenimiento.

1.3.-DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

A. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE REFERENCIA

La documentación técnica de referencia podrá consultarse en el curso de la realización de las diferentes unidades de instalaciones, con miras a conseguir el nivel de calidad propuesto.

1. Normas recomendadas por ASHRAE Guide.
2. Las Normas UNE del Instituto de Racionalización del Trabajo.
3. Normas Tecnológicas de la Edificación NTE.
4. Recomendaciones de los fabricantes, equipos y materiales.

B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.3.1.-AISLAMIENTOS

1.3.3.1 Aislamiento de tuberías de agua caliente

El coeficiente de conductividad térmica del material empleado en el aislamiento, no será superior a 0,040 W/m°C a 20 °C.

Las tuberías portadoras de agua caliente que transcurran por los locales no calefactados, tendrán como mínimo un espesor de aislamiento según la tabla 1.3.3.1.1

Ø Tubería (mm)	TEMPERATURA DEL FLUIDO (°C)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	150
Ø = 32	20	20	30	0
32 < Ø ≤ 50	20	30	40	0
50 < Ø ≤ 80	30	30	40	0
80 < Ø ≤ 125	30	40	50	0
125 < Ø	30	40	50	0

* Espesor mínimo del aislamiento térmico en mm.

1.3.1.2 Aislamiento de tuberías de agua fría

El aislamiento de tuberías portadoras de fluido frío que discurre por el interior de los locales, se realizará de acuerdo con la tabla 3.1.2.1

Ø Tubería (mm)	TEMPERATURA DEL FLUIDO (°C)			
	< -10	-10 a 0	0 a 10	>10
Ø = 32	40	30	20	20
32 < Ø ≤ 50	50	40	30	20
50 < Ø ≤ 80	50	40	30	30
80 < Ø ≤ 125	60	50	40	30
125 < Ø	60	50	40	30

* Espesor mínimo del aislamiento térmico en mm

1.3.1.3 Colocación del aislamiento

La aplicación del material aislante deberá cumplir las exigencias que a continuación se indican:

1. Antes de su colocación deberá haberse quitado toda materia extraña, herrumbre, etc. De la superficie aislada.
2. A continuación se dispondrán dos capas de pintura antioxidante y otra protección similar a todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación.
3. El aislamiento se efectuará con mantas, filtros, placas, segmentos, coquillas. Soportadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
4. Cuidando que haya un asiento compacto y firme en las piezas aislantes y que se mantenga uniforme el espesor.
5. Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de éste, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las distintas capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.
6. El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios para que no se deteriore en el transcurso del tiempo.

El recubrimiento o protección del aislamiento se hará de forma que éste quede firme y sea duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste. En las tuberías y equipos situados a la intemperie, las juntas verticales y horizontales se sellarán convenientemente y el terminado será impermeable e inalterable a la intemperie. Recomendándose los revestimientos metálicos sobre base de emulsión asfáltica o banda bituminosa.

La barrera antivapor, si es necesaria, deberá estar situada en la cara exterior del aislamiento, con el fin de garantizar la ausencia de agua condensada en la masa aislante.

Cuando sea necesaria la colocación de flejes distanciadores con objeto de sujetar el revestimiento y conservar un espesor homogéneo del aislamiento, se colocarán plaquitas de amianto o material similar remachadas (de espesor adecuado) entre los mencionados distanciadores y la anilla distanciadora correspondiente. Así se evita el paso de calor dentro del aislamiento (puentes térmicos).

Todas las piezas de material aislante, así como su recubrimiento protector y demás elementos que entren en este montaje, se presentarán sin defectos.

1.3.1.4 Aislamiento de conductos

El aislamiento térmico de conductos será el suficiente para que la pérdida de calor a través de sus paredes no sea superior al 1 % de la potencia que transportan y siempre suficiente para evitar condensaciones.

Se tomarán las disposiciones necesarias para evitar condensaciones en el interior de las paredes de los mismos.

1.3.2.- GRUPOS ELECTROBOMBAS

Se instalarán en los lugares indicados en los planos, ajustándose a las características en ellos señalados.

Serán bombas centrífugas, accionadas por motor eléctrico a través del acoplamiento. El montaje del grupo se hará sobre bancada de fundición.

Los materiales serán de primera calidad y estarán exentos de todos los defectos que puedan afectar a la eficacia del producto acabado.

Los cuerpos de las bombas tendrán capacidad para soportar una presión hidrostática de 1,5 veces la presión máxima de trabajo, sin que esta presión de prueba baje de 5 atmósferas.

El impulsor será de bronce y del tipo cerrado, de sección simple, fundido en una sola pieza y está compensado tanto hidráulica como mecánicamente.

El eje de las bombas, será de aleación de acero o de acero al carbono, tratado térmicamente y está protegido por un fuerte manguito de bronce de prensaestopas desmontable.

Los presostatos de las bombas para calefacción estarán garantizados contra los defectos del agua caliente. Debe estar asegurado el engrase a la temperatura normal del agua.

El motor, cuando el grupo esté montado en el interior, podrá llevar protección P-22. En caso de ir al exterior, llevará protección P-33, será de rotor en cortocircuito y de 4 polos. Su potencia dependerá de las exigencias de la bomba, que en ningún caso se deberá elegir con rendimiento inferior al 60 %.

Todas las partes móviles de la unidad que normalmente exijan lubricación, deberán llevar depósitos a este fin y se lubricarán adecuadamente, antes de su entrega.

Las partes que componen el grupo llevarán el nombre o la marca del fabricante en un aplaca fijada en un lugar bien visible. En lugar de la placa, el nombre o marca del fabricante, podrán estar fundidos formando cuerpo con las piezas componentes del equipo, ir estampadas o marcadas previamente sobre ellas de otro modo cualquiera. Asimismo, en placa timbrada por el fabricante y fijada a la bomba, deberán figurar las características especificadas bajo las cuales trabaja cada bomba.

Todas las piezas del equipo estarán fabricadas de modo que sean intercambiables con las piezas de repuesto del mismo fabricante.

1.3.3.-CONDUCTOS DE AIRE

Los conductos estarán formados por materiales que no propaguen el fuego, ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio, y que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo.

Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas. Soportarán, sin deformarse ni deteriorarse, 250 °C.

Los conductos de fibra de vidrio y de chapa de acero estarán normalizados en la UNE 100.101 a 100.106.

Nos interesan unos aspectos al diseñar la red de conductos.

- Características de fricción, acabado superficial, oposición al flujo de aire por efectos de rozamiento. Cuando mayor sean estas características, mayor potencia necesitaremos y mayor energía consumida para conducir el caudal.
- Comportamiento acústico y térmico, influencia en las pérdidas/ganancias de calor en el flujo que se canaliza y en la transmisión de ruidos y vibraciones.
- Facilidad de construcción y montaje en obra, estanqueidad de las uniones.

1.3.3.1 Conductos rectangulares de fibra de vidrio

Los conductos contruidos con plancha de fibra de vidrio rematada con una fina lámina de aluminio en sus dos caras. Esta solución prevé terminaciones interiores de rugosidad incluso inferior a la de la chapa de acero, con todas las ventajas específicas de la fibra de vidrio en cuanto a sus características térmicas y acústicas, y a su facilidad de construcción.

Para velocidades superiores a 10 m/s no es de aplicación la fibra de vidrio sin la protección anterior.

Interesa utilizar secciones de paso que, para un área dada, den lugar al menor perímetro posible. Esto se denomina perímetro hidráulico, la relación entre el perímetro que determina la superficie lateral en contacto con el flujo de aire y la sección efectiva de paso que corresponda a ese perímetro. A los menores perímetros hidráulicos, para una sección dada, corresponden menores pérdidas por rozamiento.

Se deben evitar las secciones rectangulares apaisadas, que además de complicar el flujo de aire por tendencias a la laminaridad, resultan más costosas de instalar, y con mayores costes de explotación por su mayor fricción, ya que a igualdad de sección de paso, requieren mayores cantidades de material para su construcción, y originan, en consecuencia, mayores desperdicios en su fabricación.

Cuanto mayor es la relación base/altura, más material es necesario para la construcción y mayores son las pérdidas de carga por rozamiento, los costes iniciales de la instalación de los conductos y los gastos de explotación a que dan lugar.

Los conductos estarán realizados partiendo de paneles rígidos de fibra de vidrio, de 25 mm de espesor, con una densidad mínima de 70 Kg/m³.

La cara interior deberá ser especialmente tratada para no sufrir erosión o daño alguno trabajando constantemente con aire a una velocidad de 12 m/s.

Ya que es peligroso para la salud que entren en la corriente de aire partículas de fibra.

La obra de conductos de fibra de vidrio requerida por el sistema, se construirá y montará de forma irreprochable. Los conductos, a no ser que se apruebe de otro modo, se ajustarán con exactitud a las dimensiones indicadas en los planos y serán conductos rectos y lisos en su interior, con juntas o uniones esmeradamente terminadas. Los conductos se anclarán firmemente al edificio, de una manera adecuada y se instalarán de tal modo, que estén exentos por completo de vibraciones en todas las condiciones de funcionamiento.

1.3.3.1.1 Codos

Los codos han de tener un radio de eje no inferior a 12 veces la anchura del conducto.

Los codos ordinarios se construyen con el radio menor igual a los $\frac{3}{4}$ de la dimensión del conducto en la dirección de giro. Un codo con este radio menor tiene una relación R/D de 1.25. Esta relación se considera óptima.

1.3.3.1.2 Álabes de dirección

Todos los codos y otros accesorios en donde se cambie de dirección de la corriente de aire, y sea necesario, estarán provistos de álabes de dirección.

Estos álabes serán de chapa metálica galvanizada, de galga gruesa, curvados de manera que dirijan en forma aerodinámica el flujo de aire que pase por ellos.

Estarán montados en bastidores de metal galvanizado e instalados de forma que sean silenciosas y exentas de vibraciones.

El objeto fundamental es provocar un flujo de aire uniforme y así evitar las pérdidas de carga asociadas a las turbulencias por el cambio de dirección.

1.3.4.-DISPOSITIVOS PARA SALVAR OBSTRUCCIONES

Las tuberías, conducciones eléctricas, elementos estructurales y otros obstáculos, deben evitarse siempre en el interior de los conductos, especialmente en los codos. En los conductos de gran velocidad deben evitarse toda clase de obstáculos. Estos originan unas pérdidas de carga innecesarias y, en los sistemas de alta velocidad, pueden ser fuente de ruidos en la corriente de aire.

Se instalarán dispositivos de líneas aerodinámicas construidas en chapa galvanizada alrededor de cualquier obstrucción que pase a través de un conducto y se aumentará proporcionalmente el tamaño del conducto para cualquier obstrucción que ocupe más del 10% de la sección del mismo.

1.3.5.-COMPUERTAS DE REGULACION

Se suministrarán e instalarán en los climatizadores y en los ramales principales de distribución de aire, compuertas de regulación.

Las compuertas estarán construidas con perfiles de aluminio extruido y las aletas serán del tipo perfil “ala de avión” con pérdida de carga mínima.

El movimiento de las aletas será de giro en oposición, gobernado desde el exterior, el mando estará dotado de un dispositivo que permita fijar la posición de las aletas en cualquier punto de giro.

1.3.6.-CLIMATIZADORES

- Las unidades de tratamiento de aire (UTA) o climatizadores son equipos en los que el aire está sometido a todos o algunos de los siguientes tratamientos:
- Mezcla de cantidades de aire de distinta procedencia: recirculación y aire exterior.
- Filtración.
- Calentamiento.
- Humectación. Puede ser con boquillas pulverizadoras de agua o con orificios de salida de vapor.
- Enfriamiento y deshumectación (tienen siempre lugar al mismo tiempo en una batería.
- Los climatizadores de tratamiento de aire estarán constituidos por una carcasa metálica para el tratamiento de aire en verano e invierno, de las siguientes características:
- Construidos con perfiles y paneles de chapa de acero galvanizado, unidos de forma que permitan extraer cualquier elemento interior, en el climatizador, pintada exteriormente con color gris.
- Aislamiento interior realizado con fibra de vidrio de 20 mm de espesor y 80 Kg/m³ de densidad, recubierto con neopreno, sujeto con red metálica galvanizada en cada zona, a excepción de la zona de humidificación, donde se dará una pintura aislante anticondensación.
- Zonas de humidificación y de alojamiento del ventilador equipadas con puerta de inspección perfectamente estanca.
- Con ventanilla de vidrio, con cámara de aire intermedia y puntos de luz internos.

- Zona para situación de filtros, baterías, separadores de gotas con posibilidad de extracción.
- La bandeja de recogida del agua de condensación y humidificación lo suficientemente robusta para no tener que descansar en el suelo, sino a través de perfiles laterales.
- Dicho recinto, cuyo fondo estará protegido mediante pintura bituminosa, llevará montado un conjunto de aparatos cuyas características correspondan a las normas particulares.

1.3.7.-DEPOSITOS DE EXPANSIÓN A PRESIÓN

Estos depósitos deberán ajustarse totalmente al “Reglamento de Recipientes a Presión” y llevarán, en un sitio bien visible, el timbre de la Delegación de Industria correspondiente, para la presión de trabajo. Serán de chapa de acero y su capacidad y situación las indicadas en los planos. Estarán galvanizados por inmersión, una vez soldadas todas las conexiones y se suministrarán dotados de los siguientes elementos:

- Soportes de sujeción.
- Indicador de nivel.
- Válvula de seguridad.
- Grifo macho de desagüe.
- Alimentador automático de agua con válvulas de corte en doble paso.
- Válvula de retención.
- Botella de nitrógeno, con válvula de seguridad.
- Reductor regulador a presión.
- Accesorios para la alimentación de nitrógeno.

Estarán aislados con filtro de vidrio Telisol o similar, cosido a un soporte de tela metálica galvanizada. El espesor del filtro, en ningún caso, será inferior a 30 mm, ni la densidad a 90 Kg/cm³.

En un circuito cerrado, el contacto aire-agua puede tener lugar solamente en el vaso de expansión, si éste es de tipo abierto o de tipo cerrado sin membrana de separación.

1.3.8.-DIFUSORES

El mantenimiento de las condiciones de confort o bienestar exigibles en los locales climatizados requiere que introduzcamos un caudal de aire, debidamente tratado y filtrado, calculando en base al balance térmico.

Se deberá mantener unas condiciones de:

- Una reducida velocidad residual.
- Uniformidad de temperatura.
- Un bajo nivel sonoro.
- Calidad de aire.

El método de difusión del aire es de flujo por mezcla o flujo por vena.

Consiste en la mezcla del aire distribuido con el aire ambiente antes de ser retornado o expulsado.

El aire se impulsa a velocidades entre 2 y 6 m/s y con diferencias térmicas entre $\pm 6^{\circ}\text{C}$ y $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Existen unos principios en la distribución del aire de especial relevancia.

1. El alcance o distancia de propulsión. Es la distancia horizontal que recorre una corriente de aire desde la boca de salida del difusor. Viene dado por la distancia media desde la boca de salida hasta un punto donde la velocidad del aire alcanza un valor mínimo definido, 0,25 m/s, y medido a 2.1 m por encima del suelo. El alcance es proporcional a la velocidad del aire primario a su salida de la boca, siendo independiente de la diferencia entre la temperatura del aire suministrado y la del aire de la habitación.

2. La caída. Es la distancia vertical que se desplaza el aire desde la boca de salida hasta el final de su trayectoria.

3. La inducción. El arrastre del aire procedente del espacio a acondicionar por el aire impulsado por la boca de salida y depende de la velocidad de la impulsión.

4. La difusión. Ángulo de divergencia de la corriente de aire después de salir de la boca de impulsión.

Se suministrarán, difusores circulares, rectangulares o cuadrados de aluminio. Y se instalarán en los lugares indicados en los planos.

Los difusores de techo apresuran la inducción por suministrar el aire en varias capas. Irán provistos de una toma con lamas deflectoras convergentes para conseguir la más perfecta distribución de aire. Las aletas deflectoras sólo afectan al ángulo de dispersión en las inmediaciones de la unidad, mientras que la velocidad y la temperatura se ven fuertemente afectadas a lo largo del eje de desplazamiento de la vena por la orientación de las aletas. Además estarán dotados de control de volumen.

Estarán contruidos por conos concéntricos divergentes que crean zonas. Así se provoca una depresión para facilitar la mezcla del aire ambiente con el de impulsión, creando una corriente de aire secundaria que permitirá reducir la velocidad del aire, así como la diferencia de temperaturas entre ambiente e impulsión.

1.3.9.-EQUIPO DE PRODUCCION DE FRIO

1.3.9.1 Placas de identificación

Todos los equipos deberán ir provistos de placas de identificación en las que deberán constar los datos siguientes:

- a. Nombre o razón social del fabricante.

- b. Número de fabricación.
- c. Designación del modelo.
- d. Características de la energía de alimentación.
- e. Potencia nominal absorbida en las condiciones normales.
- f. Potencia frigorífica total útil (referencia a las condiciones o normas de ensayo).
- g. Tipo de refrigerante.
- h. Cantidad de refrigerante.
- i. Coeficiente de eficiencia energética CEE.
- j. Peso en funcionamiento.

1.3.10 FILTROS DE AIRE

Los filtros de aire serán del tipo seco regenerables e irán dispuestos en secciones, cuyos tamaños serán los normales comercializados.

Su instalación será tal que filtren, tanto el aire exterior como el de recirculación y que permitan un fácil desmontaje para las periódicas limpiezas.

Su resistencia será tal, que la pérdida de presión en ellos, cuando estén completamente limpios, sea inferior a 5 mm de columna de agua, mientras trabajan con 0,8 m³/h de aire por centímetro cuadrado de superficie del filtro.

Las secciones del filtro estarán constituidas por marcos metálicos galvanizados, con malla metálica que sirva de soporte al material filtrante.

Todos los materiales utilizados en la construcción de los filtros deberán ser anticorrosivos.

1.3.11 MANOMETROS DE CIRCUITOS HIDRAULICOS

Se instalarán manómetros en todas las tuberías de aspiración e impulsión de bombas, en las entradas y salidas de evaporadores, condensadores y baterías, así como en los colectores de distribución.

Se montarán sobre grifo de bronce y se conectará el conjunto a la tubería a través de un bucle.

La esfera de los manómetros será de Φ 60 mm como mínimo y la conexión de 2". La graduación de la esfera estará en Kg/cm² y sus valores de acuerdo con la presión a medir.

La posición de los manómetros será tal, que permita una rápida y fácil lectura y su conexión a la tubería estará situada en tramos rectos, lo más alejado posible de los codos o curvas de las tuberías.

1.3.12 REJILLAS

Se suministrarán e instalarán en los lugares señalados en los planos, rejillas de las siguientes características:

1. Rejillas de impulsión.
2. Rejillas de retorno y extracción.
3. Rejillas de tomar de aire exterior.

Las rejillas de impulsión serán de aluminio con doble fila de aletas y compuerta de regulación de caudal, adecuadas para su instalación en paredes y techos.

Las rejillas de retorno y de extracción serán de aluminio, anodizado, con rejilla simple de deflexión vertical con regulación de caudal.

Las rejillas de toma de aire exterior serán de aluminio extruido, con laminas de perfil especial antilluvia y red metálica galvanizada antipájaros.

Estas rejillas, cuando se instalan en estancias como aparcamiento, centrales frigoríficas, etc. Pueden ser de chapa de acero.

1.3.13.-ELEMENTOS DE REGULACION

1.3.13.1 Válvulas motorizadas

Las válvulas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas.

En la documentación se especificará la presión nominal. Resistirán sin deformación una presión igual a vez y media la presión nominal de las mismas.

Esta presión nominal, cuando sea superior a 600 KPa relativos, vendrá marcada indeleblemente en el cuerpo de la válvula.

El conjunto motor-válvula resistirá a una presión de vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 KPa, 10.000 ciclos de apertura y cierre sin que por ello se modifiquen las características del conjunto ni se dañen los contactos eléctricos si los tuviese.

Con la válvula en posición cerrada, aplicando agua arriba con una presión de agua fría de 100 KPa, no perderá agua en cantidad superior al 3% de su caudal nominal. Entendiendo como tal el que se produce con válvula en posición abierta, con una pérdida de carga de 100 KPa.

El caudal nominal, definido en el párrafo anterior, no diferirá en más de un 5% del dado por el fabricante de la válvula.

Se recomienda que las válvulas de control automático se seleccionen con un calor KV tal, que la pérdida de carga que se produce en la válvula abierta esté comprendida entre el margen de 0,60 a 1,30 veces la pérdida de carga del elemento o circuitos que se pretende controlar (cuando a través de las válvulas, elementos o circuitos controlados, pasa el caudal máximo de proyecto).

Quedan excluidas de esta limitación aquellas válvulas automáticas que se deban dimensionar de acuerdo con la presión diferencial.

1.3.14.-ANCLAJES Y SUSENSIONES

Los apoyos en las tuberías, en general serán suficientes para que una vez colorifugadas, no se produzcan flechas superiores al 2 por mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a los que estén unidas: calderas, intercambiadores, bombas, etc.

La sujeción se hará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libre las zonas de posibles movimientos, tales como las curvas.

Los elementos de sujeción y guiado, permitirán la libre dilatación de la tubería y no perjudicará al aislamiento de la misma.

Las grapas y abrazaderas serán de forma que permitan un desmontaje fácil de los tubos, exigiéndose la utilización de material elástico entre sujeción y batería.

1.3.15.-TERMOMETROS

La presente norma se refiere a las características que deben reunir los termómetros de control de temperatura, según que se refieran al control de líquidos o gases.

1-3.15.1 Termómetros para control de líquidos

Serán de alcohol, vidriados y con envolvente metálica exterior, rectos o acodados de forma que permitan su colocación paralela a la tubería en que se controla la temperatura.

1.3.15.2 Termómetros para control de gases

Serán del tipo de cuadrante con bulbo sensible y capilar, de dimensiones adecuadas.

1.3.16 TUBERIA, VALVULERIA Y ACCESORIOS

1. 3.16.1 Materiales de tuberías

Tuberías de cobre.

El cobre tendrá una pureza mínima del 99,75% y una densidad de 8,88 g/cm³. Se cumplirán las normas UNE.

1.3.16.2 Soportes de tuberías

Los soportes de tuberías serán metálicos y colocados de tal forma que no interrumpan el aislamiento.

Los elementos para soportar las tuberías deben resistir, colocados de forma similar a como van a ir situados en obra, las cargas que indican en la tabla 1.3.16.2.1

Ø nominal tubería (mm)	Carga mínima que debe resistir la pieza de cuelgue en Kp
80	500

90	850
100	850
150	850
200	1300
250	1800
300	2350
350	3000
400	3000
450	4000

1.3.16.3 Valvulería

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm. En cualquier caso, permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente.

Serán estancas, interior y exteriormente. Es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 KPa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa, deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que pueda estar sometida.

1.3.16.4 Accesorios

Los espesores mínimos de metal de los accesorios para embridar o roscar, serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a que hayan de estar sometidos.

Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Los accesorios soldados podrán utilizarse para tuberías de diámetros comprendidos entre 10 y 600 mm. Estarán proyectados y fabricados de modo que tengan por lo menos una resistencia igual a la de la tubería sin costura, a la cual van a ser unidos.

Para tuberías de acero forjado o fundido hasta 50 mm, se admiten accesorios roscados.

Donde se requieren accesorios especiales, éstos reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al vapor de suministro en servicio.

1.4.-PLANOS Y ESPECIFICACIONES

1.4.1 PLANOS Y ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Los planos y las especificaciones técnicas de este proyecto, marcan las bases que se deberán seguir en la realización de la instalación.

Las especificaciones regirán con preferencia a los planos.

Los materiales y su montaje que no se mencionen en los planos y especificaciones, pero que vayan implícitos lógicamente y sean necesarios para la debida ejecución de la instalación se consideran como incluidos.

El instalador antes de iniciar la realización, deberá confrontar los planos y especificaciones, e informar con urgencia a la Dirección Facultativa sobre cualquier contradicción que hubiera hallado.

No se considerará como válida ninguna comunicación que se formule verbalmente.

En caso de que el instalador no manifieste circunstancia alguna, se entiende que acepta totalmente el proyecto, y en base al mismo, realizará los planos de montaje.

1.4.2 PLANOS DE MONTAJE

Antes de iniciar cualquier trabajo que difiera de lo especificado en este proyecto, el instalador deberá presentar a la Dirección Facultativa, para su comprobación y aprobación, los planos de montaje, con los detalles necesarios y esquemas de las modificaciones, para su correcta interpretación, y montaje.

Cualquier trabajo ejecutado sin ficha de comprobación, será por cuenta y riesgo del instalador.

1.5.-EJECUCIÓN DEL TRABAJO

1.5.1 GENERAL

Todos los tipos de trabajos de esta instalación, se realizarán aplicando las técnicas adecuadas y de acuerdo con la documentación técnica referenciada, y particularmente con las normas de prácticas recomendadas por la ASHRAE, y la de los fabricantes de los equipos y materiales en cuestión.

1.5.2 REQUISITOS PREVIOS

Cuando sea necesario o sea solicitado, el instalador deberá presentar para su comprobación y aprobación por la D.F. los siguientes documentos:

1. Planos constructivos y de montaje complementarios a los de este proyecto, si los hubiera, con los detalles necesarios.
2. Muestras de los materiales que se requieran, con tiempo suficiente para que puedan ser revisadas y aprobados antes de su acopio.

Estos documentos, y sus justificaciones, se presentarán por triplicado, a la Dirección Facultativa para ser sometidas a su aprobación a medida que sean necesarios, con quince días de antelación a la fecha prevista para iniciar la ejecución de los trabajos que figuren en dichos documentos.

1.5.3 PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES

Durante la ejecución el instalador deberá cuidar de los equipos y materiales protegiéndolos contra el polvo y golpes, según sea el tipo de material.

Todos los extremos de las tuberías y conductos, que estén abiertos se protegerán con tapones todo el tiempo que sea necesario.

El instalador comprobará, rigurosamente antes de cerrar los diferentes tramos de estas conducciones, que no queden en su interior ningún objeto o restos de materiales, que puedan interferir posteriormente en su funcionamiento.

De ocurrir así, el instalador deberá subsanar por su cuenta los daños ocasionados.

Será responsabilidad del instalador la limpieza de todos los materiales y de mantener los mismos en buena presencia hasta la terminación y entrega de la instalación.

1.5.4 NECESIDADES DE ESPACIO

Todos los componentes de esta instalación deberán de emplazarse en los espacios asignados y se dejará el espacio razonable de acceso para su entretenimiento y reparación.

El instalador debe verificar los espacios requeridos para todos los quipos.

1.6.-CRITERIOS DE MEDICIÓN

1.6.1 MAQUINARIA EN GENERAL

El precio debe incluir:

- Transporte y colocación en su lugar de emplazamiento.
- Conexionado eléctrico.
- Conexionado de tuberías.
- Soportes.
- Puesta en marcha.
- Pruebas.
- Certificaciones de calidad y características técnicas.
- Seguros.
- Garantías.

1.6.2 TUBERÍAS Y ASILAMIENTO

El precio debe incluir:

- Transporte y acarreo hasta el punto de la instalación.

- Material auxiliar.
- Soportes.
- Pruebas.
- Verificados de calidad.

1.6.3 CUADROS DE MANIOBRA Y SEÑALIZACIÓN

El precio debe incluir:

- Transporte y acarreo hasta el punto de la instalación.
- Material vario: cables, terminales, canaletas, regletas de bornes, señalizadores de cables y bornes, rótulos.
- Montaje en obra: conexionado y señalización.
- Pruebas.
- Certificado de calidad y de características técnicas del aparellaje.
- Garantías de aparellaje.

1.6.4 CONDUCTOS

El precio debe incluir:

- Fabricación en obra y/o taller.
- Transporte y acarreo hasta el punto de instalación.
- Todos los accesorios necesarios.
- Soportes.
- Pruebas con aire.
- Certificación de calidad de chapa

1.7.-CONTROL DE CALIDAD

1.7.1 ALCANCE

Durante el desarrollo de la ejecución y pruebas de esta instalación, la Dirección Facultativa, realizará el siguiente Control de Calidad:

- a. De todos los equipos y materiales a emplear en la instalación.
- b. De los métodos de ejecución.
- c. De las pruebas parciales y totales.

1.7.2 NIVEL DE CONTROL

El nivel de control a realizar viene establecido en las especificaciones de los equipos y materiales y por la aplicación de las normas referenciadas en apartados anteriores de este documento.

1.7.3 CONTROL DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES

Todos los equipos y materiales de esta instalación deberán ir acompañados de los certificados de fabricación con indicación de las normas bajo las cuales fueron contruidos y aprobados.

Estarán de acuerdo como mínimo con las especificaciones impuestas en la Memoria de este Proyecto.

Antes del acopio de los equipos y materiales, se deberá disponer de los certificados correspondientes, y de las muestras de los materiales que así se

requiere, para su debida comprobación y aceptación por la Dirección Facultativa, el instalador y por su cuenta, deberá de conseguir el certificado de ensayo.

El certificado será obligatorio en el caso de equipos de importación que no tengan homologación española.

1.7.4 CONTROL DE EJECUCIÓN

El instalador deberá presentar, con la debida antelación, los métodos y normas bajo las cuales realizará los trabajos, no comenzando ninguno de ellos, hasta no haber sido aprobado por la Dirección Facultativa.

Durante el tiempo de ejecución la Dirección Facultativa, realizará las correspondientes inspecciones, comprobando tanto si los materiales son de la calidad de la ejecución, cumple las condiciones impuestas.

7.5 CONTROL DE LAS PRUEBAS

El instalador dispondrá del equipo, material y técnico, para realizar las pruebas parciales definitivas necesarias.

Dichas pruebas serán presentadas por escrito y por triplicado. La Dirección Facultativa, controlará dichas pruebas, para comprobar si la prestación realizada es satisfactoria o no. En caso de no serlo, el instalador deberá efectuar a su cargo, todos los cambios, y reparaciones necesarias para obtener unas pruebas satisfactorias.

Las pruebas serán efectuadas de acuerdo con las Normas vigentes al respecto, y según las indicaciones contenidas en este pliego.

En caso de que las soldaduras tuviesen que ser comprobadas por radiografías, dichas soldaduras deberán ser ejecutadas por soldador homologado.

1.8.-PRUEBAS Y RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

1.8.1 GENERALIDADES

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y las especificaciones de las instrucciones técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia de la Dirección Facultativa de la instalación quien dará fe de los resultados por escrito.

El instalador deberá disponer de todos los equipos y materiales necesarios para efectuar las pruebas.

Si el resultado de las pruebas no fuese correcto, se deberán realizar todas las modificaciones y reposiciones hasta que las mismas sean satisfactorias de acuerdo a lo especificado y a juicio de la Dirección Facultativa.

1.8.2 PRUEBAS PARCIALES

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado la Dirección Facultativa. Particularmente todas las uniones o tramos de las tuberías, que por necesidades de la obra vayan a quedar ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

1.8.3 PRUEBAS FINALES

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas que solicite la Dirección Facultativa de la instalación.

1.8.4. PRUEBAS HIDRAÚLICAS

Terminada la instalación o parte de ella, será sometida a todas las pruebas indicadas, debiéndose realizar todas las modificaciones y reposiciones necesarias hasta que las mismas sean satisfactorias de acuerdo a lo especificado y a juicio de la Dirección Facultativa.

Las pruebas de estanquidad de redes de tuberías se ajustarán a lo indicado en la norma UNE 100-151-88.

.

1.8.6 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE CONDUCTOS DE AIRE

Terminada la instalación o parte de ella, y antes de que una red de conductos quede inaccesible debido a la colocación del aislamiento térmico, obras de albañilería o cierre del falso techo, se realizarán pruebas de resistencia estructural y de

estanqueidad para asegurar la perfecta ejecución de los conductos y sus accesorios y del montaje de los mismos.

Las pruebas de estanqueidad de redes de tuberías se ajustarán a lo indicado en la norma UNE 100-104-88.

1.8.8 TOMA DE DATOS Y MEDICIONES

Para la toma de datos y la anotación de los resultados de las mediciones se utilizarán las fichas que se adjuntan al final del presente documento, o bien cualquier otro documento que apruebe la Dirección Facultativa.

Las mediciones de presiones, velocidades, caudales, temperaturas,... se ajustarán a lo indicado en la norma UNE 100-010-89/2.

1.8.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para la Dirección Facultativa de la instalación, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación.

Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

1.8.10 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la Propiedad o Dirección Facultativa haya sido cursado aviso en contra antes de finalizar el período de garantía establecido.

18.11 DOCUMENTACIÓN DE LA RECEPCIÓN

Una vez cumplimentados los requisitos previstos, se realizará el acto de recepción provisional, en la que la Dirección Facultativa de la instalación en presencia de la firma instaladora, entregará el titular de la misma, si no la hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

- a. Acta de recepción, suscrita por todos los presentes (por duplicado).
- b. Resultado de las pruebas.
- c. Manual de instrucciones.
- d. Libro de mantenimiento.
- e. Proyecto de ejecución, en el que junto a una descripción de la instalación, se relacionarán todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como planos definitivos de los ejecutados, esquema de principio, esquema de control y seguridad y esquemas eléctricos.
- f. Esquemas de principio de control y seguridad debidamente enmarcado en impresión indeleble para su colocación en la sala de máquinas.
- g. Copia de certificado de la instalación presente ante la Delegación

DOCUMENTO Nº 7

MEDICIONES

INDICE:

1. MEDICIONES.....	146
--------------------	-----

1. MEDICIONES

CAPÍTULO 01. INSTALACIÓN DESHUMIDIFICACIÓN Y CALEFACCIÓN PISCINA SALOBREJA				
PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1,01	Deshumificador. BCP "Air Master"	32874,99	1	32874,99
1,02	Bomba de Calor Aquair Premium CIAT	25468	1	25468
1,03	Reja de retorno para toma de aire exterior	276,02	1	276,02
1,04	Caseta alojamiento instalaciones	3572,02	1	3572,02
			TOTAL	62191,03
CAPÍTULO 02. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				
PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
2,01	m.l. Tubería de polietileno de Ø50mm	64,86	812	52666,32
2,02	m.l. Tubería de polietileno de Ø40mm	26,07	364	9489,48
2,03	m.l. Tubería de polietileno de Ø32mm	18,87	120	2264,4
2,04	m.l. Tubería de polietileno de Ø25mm	17,94	68	1219,92
2,05	m.l. Tubería de polietileno de Ø18mm	17,73	45	797,85
2,06	m.l. Tubería de cobre de Ø38mm	21,23	180	3821,4
2,07	m.l. Tubería de cobre de Ø28mm	20,1	132	2653,2
			TOTAL	72912,57
CAPÍTULO 03. CONDUCTOS DE VENTILACIÓN				
PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
3,01	m.l. Conducto ventilación rectangular de 150x250 y espesor 6 mm	19,02	26	494,52
3,02	m.l. Conducto ventilación rectangular de 200x200 y espesor 6 mm	19,02	315	5991,3
3,03	m.l. Conducto ventilación rectangular de 200x250 y espesor 6 mm	19,02	50	951
3,04	m.l. Conducto ventilación rectangular de 200x300 y espesor 6 mm	19,02	78	1483,56
3,05	m.l. Conducto ventilación rectangular de 250x250 y espesor 6 mm	19,02	20	380,4
3,06	m.l. Conducto ventilación rectangular de 250x300 y espesor 6 mm	19,02	10	190,2
			TOTAL	144594,58

DOCUMENTO Nº 8

PRESUPUESTO

INDICE:

1. CUADRO DE PRECIOS	149
2. RESUMEN TOTAL DEL PRESUPUESTO	152

1. CUADRO DE PRECIOS

Nº	DENOMINACIÓN	PRECIO
1	PRECIOS SIEMPLES	
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO
TB001	m.l. Tubería de polietileno de Ø50mm	5,5
TB002	m.l. Tubería de polietileno de Ø40mm	4,6
TB006	m.l. Tubería de polietileno de Ø32mm	3,5
TB010	m.l. Tubería de polietileno de Ø25mm	2,6
TB013	m.l. Tubería de polietileno de Ø18mm	2,3
TBC001	m.l. Tubería de cobre de Ø40mm	5,8
TBC002	m.l. Tubería de cobre de Ø32mm	4,7

1,01	Deshumificador. BCP "Air Master"			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
EN001	Deshumificador. BCP "Air Master"	2840,1	1	32800
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,6	8,418
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			0,25854
				32874,99
1,02	Bomba de Calor Aquair Premium CIAT			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
RC002	Bomba de Calor Aquair Premium CIAT	13275,56	1	24500
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,6	9,366
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,6	8,418
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			735,53952
				25468
1,03	Reja de retorno para toma de aire exterior			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
RC003	Reja de retorno para toma de aire exterior	12645,6	1	250
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,6	9,366
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,6	8,418
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			8,03952
				276,02352
1,04	Caseta alojamiento instalaciones			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
RC004	Caseta alojamiento instalaciones	10645,5	1	3450
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,6	9,366
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,6	8,418
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2

	Costes indirectos 3%			104,03952
				3572,02352
2,01	m.l. Tubería de polietileno de Ø50mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB001	m.l. Tubería de polietileno de Ø42mm	5,5	1	5,5
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,5	7,805
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,5	7,015
	Costes indirectos 3%			44,54
				64,86 €
2,02	m.l. Tubería de polietileno de Ø40mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB002	m.l. Tubería de polietileno de Ø40mm	4,6	1	4,6
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,5	7,805
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,5	7,015
	Costes indirectos 3%			6,65
				26,07 €
2,03	m.l. Tubería de polietileno de Ø32mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB006	m.l. Tubería de polietileno de Ø32mm	3,5	1	3,5
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,5	7,805
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,5	7,015
	Costes indirectos 3%			0,5496
2,04	m.l. Tubería de polietileno de Ø25mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB008	m.l. Tubería de polietileno de Ø24mm	2,6	1	2,6
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,5	7,805
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,5	7,015
	Costes indirectos 3%			0,5226
2,05	m.l. Tubería de polietileno de Ø18mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB008	m.l. Tubería de polietileno de Ø18mm	2,4	1	2,4
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,5	7,805
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,5	7,015
	Costes indirectos 3%			0,5166
				17,7366
2,06	m.l. Tubería de cobre de Ø40mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB008	m.l. Tubería de cobre de Ø38mm	5,8	1	5,8
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,5	7,805
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,5	7,015
	Costes indirectos 3%			0,6186
				21,2386
2,07	m.l. Tubería de cobre de Ø32mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB008	m.l. Tubería de cobre de Ø38mm	4,7	1	4,7
MO001	h. Oficial calefactor/fontanero	15,61	0,5	7,805
MO002	h. Ayudante calefactor/fontanero	14,03	0,5	7,015
	Costes indirectos 3%			0,5856
				20,1056

3,01	Ud. m² conducto de ventilación colocado en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE001	m ² chapa de aluminio de espesor 6 mm más juntas	1,4	1	1,4
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1	0,96
VE003	Rejillas base rectangular 21 x 11 cm aluminio	4,3	0,3	1,29
MO001	h. Oficial instalador calefacción/fontanero	15,61	0,5	7,805
MO002	h. Ayudante instalador calefacción/fontanero	14,03	0,5	7,015
	Costes indirectos 3%			0,5541
				19,0241

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL

RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL	
CAPITULO 1. Equipos	62.191,03
CAPITULO 2. Instalación de tuberías	72.912,57
CAPITULO 3. Conductos de ventilación	9.490,98
CAPITULO 4. Gestión de residuos	852,56
TOTAL	145.447,14

El presupuesto total de nuestro proyecto es de **145.447,14 euros**.