



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

**CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO ACUÁTICO EN
BILBAO**

Autor: Iñigo Benjumea Cervera
Director: Juan Antonio Hernández Bote

Madrid
Mayo 2015

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN ACCESO ABIERTO (RESTRINGIDO) DE DOCUMENTACIÓN

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Iñigo Benjumea Cervera, como alumno de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (COMILLAS), **DECLARA**

que es el titular de los derechos de propiedad intelectual, objeto de la presente cesión, en relación con la obra de climatización de un centro acuático en Bilbao, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual como titular único o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor (firmante) declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita* (*con las limitaciones que más adelante se detallan*) por todos los usuarios del repositorio y del portal e-ciencia, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución, de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra (a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión.

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia, el repositorio institucional podrá:

(a) Transformarla para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporarla a internet; realizar adaptaciones para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así como incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.

(b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato. .

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.¹

(d) Distribuir copias electrónicas de la obra a los usuarios en un soporte digital.²

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.

b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.

c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada. A tal fin deberá ponerse en contacto con el vicerrector/a de investigación (curiarte@rec.upcomillas.es).

d) Autorizar expresamente a COMILLAS para, en su caso, realizar los trámites necesarios para la obtención del ISBN.

d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

¹ En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría redactado en los siguientes términos:

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo institucional, accesible de modo restringido, en los términos previstos en el Reglamento del Repositorio Institucional

² En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría eliminado.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

a) Deberes del repositorio Institucional:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.

- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.

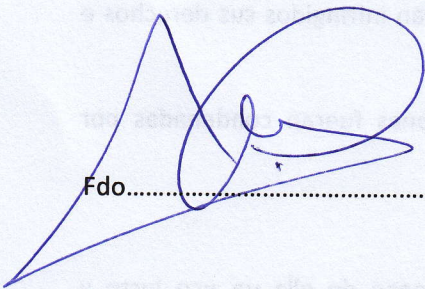
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.

b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 22 de mayo de 2015

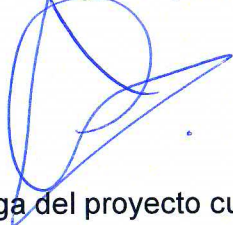
ACEPTA

Fdo. 

Proyecto realizado por el alumno/a:

Iñigo Benjumea Cervera

Fdo.:



Fecha: 26/Mayo/2015

Autorizada la entrega del proyecto cuya información no es de carácter
confidencial

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Juan Antonio Hernández Bote

Fdo.:



Fecha: 22/Mayo/2015

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

José Ignacio Linares

Fdo.:

Fecha: 26/Mayo/2015



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

RESUMEN DEL PROYECTO:

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño del sistema de climatización de un centro acuático situado en Bilbao atendiendo al cumplimiento del marco técnico y legal vigente en la actualidad.

En primer lugar se tiene que prestar atención a las características constructivas del edificio a climatizar, la ubicación y la orientación a la que miran las distintas fachadas, pues estos factores serán determinantes a la hora de calcular las cargas. También es necesario conocer es la distribución de las estancias dentro del edificio, así como el tipo de cerramientos que se emplearon en la construcción y los materiales utilizados tanto para los muros como para los cristales.

En el centro acuático se pueden diferenciar 4 plantas, estando una de ellas bajo rasante (la planta sótano) y las otros 3 sobre rasante (planta baja, planta primera y planta bajo cubierta). La planta bajo cubierta no será objeto de estudio ya que no hay que climatizarla. El total de la superficie construida del edificio es de 7716.2 m². De los cuales se considera superficie útil 5148 m². La planta sótano consta de 1363,9 m², la baja de 2320,65 m² y la primera de 1463,4 m².

El edificio consta de estancias que requerirán climatización tanto en invierno como en verano pero hay algunas otras, como la zona de piscinas o vestuarios, que solo precisarán combatir las pérdidas de invierno.

Ahora es necesario conocer cuáles son las condiciones en el exterior, éstas vendrán determinadas por la ubicación del edificio, en este caso son las condiciones exteriores en Bilbao. Como las condiciones externas son cambiantes se debe de asegurar que el sistema de climatización que se va a instalar, debe de ser capaz de combatir las cargas que se generan en los momentos más desfavorables a lo largo del año , ya sean cargas de verano o perdidas en invierno.

El siguiente paso hacia el diseño de la instalación es la elección de la condiciones de confort que se buscan tener en el interior del centro. En verano serán de 25°C y una HR del 50%, y en invierno hay que diferenciar entre zonas secas y zonas húmedas, siendo las zonas húmedas las estancias que tienen bañeras con agua, como pueden ser las piscinas o el spa. Para las zonas secas se han elegido unas condiciones de confort de 22° con HR del 50%, y para las zonas húmedas las condiciones son de 27°C con una HR del 65%. Todas estas



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

condiciones están reguladas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE).

Una vez que se conocen las condiciones ambientales y las condiciones de exterior ya se está en disposición de empezar a realizar los cálculos de cargas.

A la hora de realizar los cálculos de las cargas de verano hay que conocer cuáles son los factores que aportan calor a las estancias, estos factores son la transmisión con el exterior a través de muros y cristales, transmisión con los LNC (Locales No Climatizados) tanto por las paredes de ladrillo como por posible ventanales internas, infiltraciones, cargas aportadas por iluminación y equipos, las carga derivadas de la ocupación de las estancias, ya que las personas por el hecho de la actividad física que realicen generan cargas, y también las cargas relacionadas con el caudal de ventilación que es necesario impulsar a la estancia. El caudal de ventilación por persona varía en función del uso que se le dé a la estancia que se está climatizando y están regidos por el RITE. Otro factor muy determinante en el cálculo de estas cargas es la irradiación solar, que depende directamente de la posición a la que estén orientadas las fachadas de las estancias a climatizar.

Para calcular las pérdidas de invierno hay que tener en cuenta solo la transmisión y las infiltraciones, ya que el resto de factores determinantes en las cargas de verano ahora aportan calor a la estancia.

Una vez calculadas todas las cargas, se obtiene que se combatirá una carga total de 187,35 kW en verano, y unas pérdidas totales de 341,91 kW en invierno.

Para combatir estas cargas y cumpliendo las normativas que impone el RITE se instalarán equipos de producción de calor (calderas) y equipos de producción de frío (plantas de refrigeración), que se dimensionarán a partir de las potencias calculadas anteriormente.

El sistema de climatización, además de los equipos centrales de producción de agua caliente y fría ya mencionados antes, consta de bombas, tuberías, conductos, difusores, rejillas, fan-coils, climatizadores, deshumectadoras y demás componentes necesarios para su correcto funcionamiento.

Para las estancias diáfanas y de mayor amplitud se usarán climatizadores, para las de menor tamaño y rodeadas de muros se usarán fan-coils y para las estancias húmedas se emplearan deshumectadoras.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Dentro de las estancias con fan-coils hay que distinguir la configuración con la que se va a instalar, ya que en función del tipo de tratamiento que requiera se usara uno u otro. Si la estancia requiere una climatización para combatir tanto cargas de verano como perdidas de invierno se usara una configuración a cuatro tubos (dos son para las tuberías de agua caliente y los otros dos para las tuberías de agua fría) mientras que si la estancia solo requiere de climatización en invierno bastara con usar una configuración a dos tubos, que serán para conducir el agua caliente.

Para la instalación de tuberías y dimensionado de las bombas, la red de tuberías se divide en 4 circuitos: agua caliente y fría para los fan-coils, y agua caliente y fría para los climatizadores y deshumectadoras. Cada uno de estos circuitos lleva asociado dos bombas, una de funcionamiento y otra auxiliar. Habrá un total de 8 bombas. Las tuberías se dimensionarán a partir de los caudales requeridos por los equipos. Y los conductos se dimensionarán en función de la carga a contrarrestar o de la sobrepresión que creada en la estancia. El aire se impulsa a las salas a través de difusores, que serán seleccionados dependiendo del nivel sonoro máximo permitido y del caudal que tengan que impulsar. El aire se recogerá mediante rejillas.

Todos los equipos y elementos necesarios para el funcionamiento de la instalación, se elegirán en función de sus prestaciones para satisfacer las necesidades y la relación calidad-precio.

Finalmente se construye un presupuesto. Para el centro acuático es de **257.173,28€**



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

SUMMARY OF THE PROJECT:

This project aims to design the HVAC system of an aquatic center in Bilbao to the fulfillment of the technical and legal framework currently in force.

First you have to pay attention to the construction characteristics of the building to be air conditioned, the location and orientation of the facades that look different, as these factors will be decisive for calculating the loads.

It is also necessary to know the distribution of the rooms inside the building, and the type of walls that were used in the construction and materials used for both the walls as crystals.

In the aquatic center can be differentiated 4 floors, being one of them below ground level (the basement) and the other three above ground (ground floor, first floor and penthouse floor). The penthouse floor will not be under consideration since no the acclimatization of this area is not required. The total floor area of the building is 7716.2 m², but only 5148 m² is considered usable. The basement consists of 1363.9 m², lower 2320.65 m² and the first of 1463.4 m².

The building consists of rooms that require air conditioning in winter as in summer but there are some others, like the pool area and changing rooms, they specify only combat winter losses.

Now we need to know what the conditions are outside, they will be determined by the location of the building, in this case the external conditions in Bilbao. As external conditions are changing must ensure that the air conditioning system to be installed, you must be able to fight the charges generated in the worst moments throughout the year, whether loads summer or lost in winter.

The next step toward the design of the installation is the choice of comfort conditions to be looking to get inside the center. In summer shall 25°C and 50% RH, and in winter you have to differentiate between dry and wet areas, wetlands still stays with bathtubs with water, such as pools or spa. For dry areas have been chosen comfort conditions 22°C with 50% RH, and wetlands are 27°C conditions with 65% RH. All these conditions are governed by the Regulation of Thermal Installations in Buildings (RITE).

Once the environmental conditions and outdoor conditions are known and are in a position to start making calculations of loads.

When performing calculations summer loads must know what factors contribute heat to the rooms are, these factors are outside the transmission through walls and windows, transmission with LNC (Local



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

unheated) hence the brick walls as possible internal windows, leaks, lighting loads and equipment provided by the load resulting from the occupation of the rooms, as people because of physical activity performed generate loads, and also charges related to the ventilation flow should be boosted to stay. The ventilation rate per person varies depending on the use to be given to the stay that is weatherizing and are governed by the RITE. Another factor in the calculation of these charges is the solar radiation, which depends directly on the position that the facades are oriented stays to acclimatize.

To calculate winter losses must be taken into account only the transmission and infiltration as the other determinants in summer loads factors now provide heat to the room.

After calculating all charges, you get a full load of 187.35 kW in summer, and total losses of 341.1 kW in winter combat.

To combat these charges and compliance with the regulations imposed by the RITE heat production equipment (boilers) and refrigerating equipment (refrigeration plants), which will be sized from previously calculated powers will be installed.

The climate control system, in addition to central production equipment hot and cold water as mentioned above, consists of pumps, pipes, ducts, diffusers, grilles, fan coil units, air conditioners, dehumidifiers and other components required for proper operation.

For airy and broader stays conditioners are used, for smaller walls and surrounded by fan-coils will be used for wet rooms and dehumidifiers were employed.

Inside the rooms with fan-coils must distinguish the configuration with which you are installing, because depending on the type of treatment required will be used either. If the room requires a cooling loads to combat both summer and winter lost a configuration was used four pipes (two are for hot water pipes and the other two for cold water pipes) whereas if you stay only requires air conditioning in winter enough to use a two-pipe configuration, which will be to drive the hot water.

For the installation of pipes and dimensioning of the pumps, the piping is divided into four circuits: Hot and cold water to the fan coils, and hot and cold for water conditioners and dehumidifiers. Each of these circuits has associated two pumps, one operational and another assistant. There will be a total of eight pumps. The pipes will be sized based on the required flow rates for equipment. And the conduits be sized depending on the load or counteract the overpressure created in the room. The air is blown to the rooms via diffusers, which will be selected depending on the maximum



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

allowable noise level and flow rate having to drive. The air is collected through grids.

All equipment and items necessary for the operation of the facility, will be chosen based on their performance to meet the needs and value.

Finally a budget is built. The aquatic center is **€ 257,173.28**



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

PARTE I: MEMORIA



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

ÍNDICE DE LA MEMORIA

Página

1. Memoria Descriptiva.....	9
1.1 Objetivo del proyecto.....	9
1.2 Normativa de aplicación.....	9
1.3 Descripción del edificio.....	10
1.4 Hipótesis de diseño.....	10
1.4.1 Condiciones climatológicas exteriores.....	12
1.4.2 Condiciones psicométricas ambientales.....	13
1.4.3 Características constructivas.....	13
1.4.3.1 Coeficiente de transmisión K.....	13
1.4.3.2 Factor de ganancia solar.....	14
1.4.3.3 Orientación.....	14
1.4.4 Nivel de ocupación.....	15
1.4.5 Cargas internas.....	17
1.4.6 Renovación del aire.....	17
1.5 Cálculo de las cargas térmicas.....	18
1.5.1 Cálculo de las cargas de verano.....	18
1.5.2 Cálculo de las pérdidas en invierno.....	19
1.6 Diseño de las instalaciones.....	19
1.6.1 Diseño de los sistemas de climatización.....	20
1.6.2 Diseño de los fan-coils.....	20
1.6.3 Diseño de los climatizadores.....	20
1.6.4 Diseño de las deshumectadoras.....	21
1.6.5 Diseño de las baterías auxiliares para las deshumectadoras.....	21
1.6.6 Diseño de las calderas.....	21
1.6.7 Diseño de los equipos de refrigeración.....	22
1.6.8 Diseño de la red de tuberías.....	22
1.6.9 Diseño de los conductos de impulsión.....	23
1.6.10 Diseño de los conductos de retorno.....	24
1.6.11 Diseño de las bombas.....	24
1.6.12 Diseño de los elementos auxiliares.....	24
2. Cálculos.....	27
2.1 Cálculo de cargas.....	27
2.1.1 Cálculo de las cargas de verano.....	29
2.1.1.1 Carga por transmisión.....	29
2.1.1.2 Carga por infiltración.....	31
2.1.1.3 Carga por irradiación.....	31

2.1.1.4 Carga por iluminación y equipos.....	32
2.1.1.5 Carga por ocupación.....	32
2.1.1.6 Resultados obtenidos.....	32
2.1.2 Cálculo de las pérdidas en invierno.....	35
2.1.2.1 Pérdidas por transmisión.....	35
2.1.2.2 Pérdidas por infiltración.....	37
2.1.2.3 Pérdidas por ventilación.....	37
2.1.2.4 Resultados obtenidos.....	37
2.1.3 Análisis de las cargas obtenidas.....	40
2.1.4 Caudal de ventilación.....	41
2.2 Cálculo y selección de equipos.....	43
2.2.1 Cálculo y selección de fan-coils.....	45
2.2.2 Cálculo y selección de climatizadores.....	48
2.2.3 Cálculo y selección de los equipos de deshumectación...51	51
2.2.4 Cálculo y selección de calderas.....	52
2.2.5 Cálculo y selección de los equipos de refrigeración...53	53
2.2.6 Cálculo de los difusores.....	53
2.2.7 Selección de conductos.....	54
2.2.8 Selección de tuberías.....	54
2.2.9 Selección de las bombas.....	55

3. Anexos

3.1 Hojas cálculo de cargas de verano.....	57
3.2 Hojas cálculo de pérdidas de invierno.....	77
3.3 Hojas cálculo de tuberías.....	97
3.4 Hojas cálculo de conductos.....	105
3.5 Hoja dimensionado difusores.....	107
3.6 Otros esquemas.....	113
3.7 Bibliografía.....	115



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El propósito del presente proyecto es el diseño del sistema de climatización de un centro acuático y polideportivo localizado en la ciudad de Bilbao, dicho sistema se deberá ajustar a las condiciones técnicas y legales por las que se rigen este tipo de instalaciones. El objetivo, por lo tanto, será seleccionar y dimensionar los equipos necesarios para conseguir una situación de confort dentro del edificio, es decir, seleccionar y dimensionar los equipos capaces de combatir las cargas térmicas tanto en invierno como en verano. Para ello se ha de seleccionar difusores, conductos de impulsión y retorno, tuberías de agua fría y caliente, climatizadores, bombas, y demás elementos necesarios que se irán analizando a lo largo del documento. El sistema debe ser capaz de combatir las cargas durante todo el año por lo que será dimensionado para las situaciones más desfavorables tanto en invierno como en verano. Se buscará un sistema que, cumpliendo lo anterior, sea lo más sencillo posible y de fácil mantenimiento.

1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

La instalación cumplirá, tanto en los equipos suministrados como en su montaje, toda la Normativa Legal Vigente, más en particular se recuerda:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas complementarias (R.D. 1751/1998 - B.O.E. 5/8/98).
- Norma Básica de la Edificación "Condiciones Térmicas en los Edificios", NBE-CT-79.
- Norma Básica de la Edificación. "Condiciones Acústicas en los edificios" NBE-CA-88 (B.O.E. 8/10/88).
- Norma Básica de la Edificación "Condiciones de Protección contra Incendios", NBE-CPI-96.
- Ordenanzas Municipales y de Comunidad Autónoma.
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. 6/12/77) e Instrucciones Técnicas complementarias MI-IF (B.O.E. 3/2/78).

- Reglamento de Aparatos a Presión (B.O.E. 29/5/79), e Instrucciones complementarias MIE-APA.
- Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos (B.O.E. 23/7/84) e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Reglamento de Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles (B.O.E. 9/1/86).
- Orden de 9 de Marzo de 1971, por la cual se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, con las modificaciones y actualizaciones del Reglamento sobre lugares de trabajo y de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de Seguridad y Salud en obras de construcción e Instalaciones (R.D. 1627/97 de 24 de Octubre).
- Reglamento sobre lugares de trabajo, según Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (B.O.E. 9/6/75), e Instrucciones complementarias.
- Real Decreto 909/2001, de 27 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (B.O.E. 18/9/2002) e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Normativa UNE de aplicación.
- Normas Tecnológicas de la Edificación.

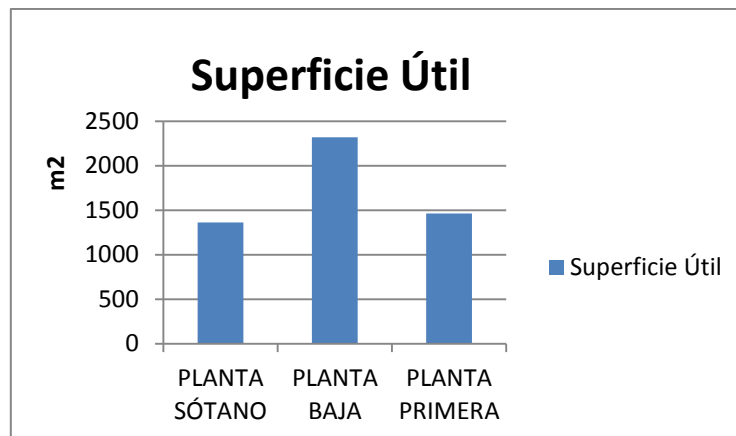
1.3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio a climatizar es un centro acuático y deportivo situado en Bilbao. En dicho edificio se pueden diferenciar 4 plantas, estando una de ellas bajo rasante (la planta sótano) y las otros 3 sobre rasante (planta baja, planta primera y planta bajo cubierta). El total de la superficie construida del edificio es de 7716.2 m². De los cuales se considera superficie útil 5148 m². Las superficies útiles de las distintas plantas son las siguientes:

Tabla 1.3: Superficies Útiles

PLANTA	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
Planta Sótano	1363.95
Planta Baja	2320.65
Planta Primera	1463.4
TOTAL	5148

Gráfico 1.3: Superficies Útiles



Y La distribución de las plantas es:

- Planta Sótano: Zona de Instalaciones; Vestuarios de monitores masculino y femenino; Cuarto de Mantenimiento; Almacén; Vestíbulos 1 y 2; Pasillo.
- Planta Baja: Cortavientos; Zona Relax; Vestíbulo Entrada; Mostrador; Pasillo Administración; Baños 1 y 2; Despacho Dirección; Despacho 2; Vestíbulo Baños; Socorrismo; Área de Piscinas; Aseos Adaptados 1 y 2; Vestíbulos Independientes 1 y 2; Vestuarios Masculino, Femenino y Niños; Distribuidor Vestuarios; Instalaciones 1 y 2; Modulo Físio-Estética; Sala Estudio; Sala de Calderas, Cuarto Eléctrico; Grupo Electrónico.
- Planta Primera: Sala Cardiovascular; Zonas de Espera 1, 2 y 3; Salas de Actividades 1,2, 3 y 4; Vestíbulos.

Se diferencian dos tipos de funcionamiento del edificio durante el año; uno para invierno y otro para verano. En verano se prevé la ventilación del área de las piscinas, climatización de la sala cardiovascular y locales de actividades, y producción de ACS. En invierno se prevé un régimen de funcionamiento del sistema de acondicionamiento del ambiente del área de piscinas sala cardiovascular y locales de actividades, y producción de ACS

durante el día y de calentamiento de la cuba permanentemente las 24 h del día durante todo el invierno.

Se dispondrá de los controles automáticos necesarios para fijar las horas de funcionamiento en base a las temperaturas de diseño y al grado de ocupación en cada local.

1.4 HIPÓTESIS DE DISEÑO

1.4.1 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS EXTERIORES

Las condiciones exteriores de cálculo se fijaran según la ITE 1.1, en el apartado 1.1.4.1.2. de condiciones de temperatura operativa y humedad relativa para condiciones interiores que nos remite a las tablas climáticas de la norma UNE 100-001- 85 sobre condiciones para proyectos.

Para determinar las condiciones externas en verano hay que tener en cuenta la orientación (la cara sur es la más calurosa), y se determinan para el mes más desfavorable del año y la hora solar más desfavorable. En este caso han sido tomadas para las 15 horas en el mes de Julio.

En invierno las condiciones externas no se calculan de la misma forma ya que el momento más desfavorable no depende de la orientación; en este caso, el efecto de la radiación solar es un factor a favorable, ya que aporta calor a las estancias.

Para este edificio situado en Bilbao se toman los siguientes valores:

Latitud: 43° 17' 53''

Altitud: 39 m.

Verano: (Percentil 2,5%)

- Temperatura Seca: 27,5°C
- Humedad Relativa: 50%
- Temperatura del Terreno: 25°C

Invierno: (Percentil 2,5%)

- Temperatura Seca: -6°C
- Humedad Relativa: 80%
- Temperatura del Terreno: 8°C

1.4.2 CONDICIONES PSICOMETRICAS AMBIENTALES

Para lograr el bienestar térmico aplicaremos la ITE 02.2 referente a las condiciones interiores de diseño, por lo que se tendrá en cuenta todo lo que especifica la UNE-EN ISO 7730 donde se determinará las condiciones en función de la actividad de las personas y su grado de vestimenta.

Las condiciones de bienestar que se utilizarán para el interior del centro acuático se encuentran dentro de los rangos de valores marcados por el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) IT1.1.4.1.2.

Estas son las condiciones adoptadas para el edificio:

Verano:

- Zonas Secas:
Temperatura Seca: 25 °C
Humedad Relativa: 50%
- Zonas Húmedas (no se climatizan para verano):
Temperatura Seca: -
Humedad Relativa: <70%

Invierno:

- Zonas Secas:
Temperatura Seca: 22 °C
Humedad Relativa: 50%
- Zonas Húmedas (no se climatizan para verano):
Temperatura Seca: 27 °C
Humedad Relativa: <70%

1.4.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Para realizar el cálculo de las cargas internas es necesario tener en cuenta las características constructivas del centro acuático; hay que tener en cuenta la calidad de los cerramientos y el factor de ganancia solar de los cristales.

1.4.3.1 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN k (Kcal/h m² °K)

El coeficiente de transmisión K es el flujo de calor por unidad de tiempo que atraviesa una superficie que separa dos ambientes, cuando entre sus caras, que deben ser paralelas, existe un gradiente de temperatura de 1 grado.

Este coeficiente depende directamente del tipo de material con el que están contruidos los cerramientos que dividen los distintos ambientes.

Para el centro acuático estos son los coeficientes de transmisión de los distintos tipos de cerramientos (en este caso expresados en °C):

Tabla 1.4.3: Coeficientes de Transmisión

CRISTALES (K)	2,60 Kcal/h.m2.°C
MUROS EXTERIORES (K)	0,65 Kcal/h.m2.°C
TABIQUES (K)	1,20 Kcal/h.m2.°C
TEJADOS (K)	0,46 Kcal/h.m2.°C
SUELOS INTERIORES (K)	1,10 Kcal/h.m2.°C
SUELOS EXTERIORES (K)	1,10 Kcal/h.m2.°C
TECHOS (K)	2,02 Kcal/h.m2.°C
PUERTAS (K)	2,00 Kcal/h.m2.°C

1.4.3.2 EL FACTOR DE GANANCIA SOLAR (FGS)

El factor de ganancia solar es la relación que existe entre la energía solar que atraviesa una superficie transparente y la energía solar total que incide sobre esa misma superficie.

Se define como:

$$FGS = \frac{\text{Energía solar que atraviesa un cristal}}{\text{Energía solar que incide en un cristal}}$$

En el centro acuático los cristales de las ventanas tienen un factor de ganancia solar de FGS=0,48.

1.4.3.3 ORIENTACIÓN

La orientación de los cerramientos exteriores es importante a la hora de calcular las cargas térmicas ya que el sol no incide de misma forma en la cara Sur que en la Norte, Este u Oeste.

La entrada principal del centro acuático está orientada hacia el SUR, y los cerramientos exteriores orientados en las otras direcciones están hechos intercalando fachadas de ladrilla y fachadas de cristal.

1.4.4 NIVEL DE OCUPACIÓN

El nivel de ocupación es importante a la hora del cálculo de las cargas térmicas ya que tendrá un gran peso en el cálculo de las cargas internas.

Para los distintos espacios acondicionados se estimado una ocupación de 8 m² por persona aproximadamente.

Estos son los niveles de ocupación para las distintas estancias que se van a climatizar:

Tabla 1.4.4.1: Ocupación Planta Sótano.

Planta Sótano		
Uso	Superficie (m2)	Ocupación
Vest. Monitores Masc.	41	5
Vest. Monitores Fem.	37	5
Pasillo	5	1
Vestíbulo 1	4,65	1
Vestíbulo 2	3,7	1

Tabla 1.4.4.1 Ocupación Planta Baja.

Planta Baja		
Uso	Superficie (m2)	Ocupación
Vestíbulo entrada	90,8	11
Zona relax	65,9	8
Mostrador	17,45	2
Pasillo Admón.	20,85	3
Baño 1	4,45	1
Baño 2	4,9	1
Vest. Baño	6,95	1
Despacho Dirección.	12,6	2
Despacho 2	14,65	2
Socorrismo	13,1	2
Pasillo	97,9	12
Aseo Adaptado 1	5,55	1
Aseo Adaptado. 2	6,4	1
Vestíbulo Independiente 1	6,3	1

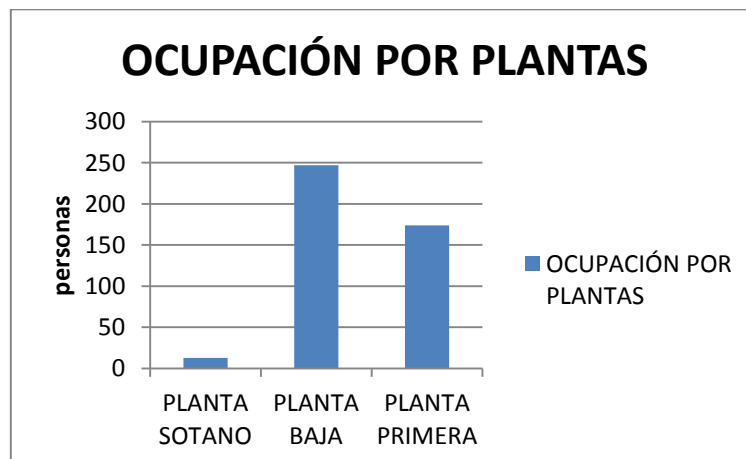
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestíbulo Independiente 2	6,3	1
Vestuarios Niños	61,9	8
Vestuario Femenino	243,65	30
Vestuario Masculino	236,9	30
Distribuidor Vestuarios	15,5	2
Módulo Fisio-Estética	88,25	11
Sala-Estudio	89,15	11
Playas de Piscina	295,75	37
Piscina Pequeña	75	9
Piscina Grande	312,5	39
Spa	52,5	7
Playas Zona Spa	73,65	9
Saunas-Baños Turcos-Cabinas	42,8	5

Tabla 1.4.4.3: Ocupación Planta Primera

Planta Primera		
Uso	Superficie (m2)	Ocupación
Sala Cardiovascular	649,6	81
Zona Espera 1	33,2	4
Zona Espera 2	24,6	3
Zona Espera 3	38,2	5
Sala de Act. 1	171,5	21
Sala de Act. 2	195,8	24
Sala de Act. 3	117,1	15
Sala de Act. 4	149,8	19
Vestíbulo 1	6,3	1
Vestíbulo 2	5,85	1

Gráfico 1.4.4 Ocupación por plantas



1.4.5 CARGAS INTERNAS

Se denominan cargas internas a aquellas que no son debidas ni a las pérdidas por transmisión a través de los muros ni por la irradiación solar a través de los cristales de las ventanas. Estas cargas suelen ser debidas a la potencia de iluminación que se ponga en cada estancia, debido a equipos informáticos como ordenadores, pantallas o debidas a la ocupación, ya que todo cuerpo por el hecho de estar en una estancia está generando unas cargas térmicas (tanto latentes como sensibles) que se deben de combatir.

Para el cálculo de las cargas en el centro acuático se consideran como cargas internas productoras de calor las siguientes:

Personas:

General:

- Calor Sensible: 57 Kcal/h pers.
- Calor Latente: 55 Kcal/h pers.

Sala Cardiovascular y Musculación:

- Calor Sensible: 132 Kcal/h pers.
- Calor Latente: 233 Kcal/h pers.

Iluminación:

El valor general que se toma para el cálculo de las cargas debidas a la iluminación es de 20 W/m^2 .

Otros:

Se toma un valor de 20 W asociado a diversas aplicaciones como ordenadores en despachos o máquinas expendedoras.

1.4.6 RENOVACIÓN DEL AIRE

Para que el aire presente en todas las estancias del centro acuático sea saludable y se den las condiciones higiénicas, ha de haber una renovación de aire continua para que no quede viciado con el paso del tiempo y cargue el ambiente. En la instrucción técnica IT 1.1.4.2.2 del R.I.T.E. se especifican las categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios.

Atendiendo al reglamento, para este tipo de edificios y el uso que se le va a dar a las estancias, se toma un aire de calidad IDA 2 (aire de buena calidad), cuyo caudal será de $45 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \text{pers}$.

Con estos parámetros se estimará pues el caudal necesario de ventilación para cada módulo a partir del número medio de ocupantes por estancia.

1.5 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Para dimensionar los equipos de climatización necesarios que aseguren la situación de confort en el interior del centro acuático es imprescindible conocer las cargas térmicas que dichos equipos deben combatir. Dado que las condiciones climatológicas varían a lo largo del año, y que los equipos deben funcionar adecuadamente en todo momento, el dimensionamiento se realizará para la situación más desfavorable tanto en invierno como en verano.

Las cargas térmicas se deben calcular específicamente para cada estancia ya que cada una tiene unas condiciones concretas, en cuanto a orientación, uso, dimensiones o compartimentos que le rodean.

Cabe comentar que en función del uso que se le dé a la estancia habrá que calcular las cargas de invierno y verano o solo de una de las dos, es decir, hay estancias en las que es necesario instalar equipos que combatan cargas tanto de invierno como de verano mientras que hay otras que solo necesitan equipos que combatan las pérdidas de invierno.

1.5.1 CÁLCULO DE LAS CARGAS DE VERANO

Para realizar los cálculos de cargas de verano hay que tener en cuenta que factores son los que aportan calor a la estancia.

Estos son los factores que se han considerado:

- Transmisión de calor con el exterior
- Transmisión de calor con LNC (Locales No Climatizados)
- Irradiación solar a través de cristales
- Ocupación y tipo de actividad que se tenga en la estancia
 - o Carga latente y sensible por persona
 - o Carga latente y sensible de caudal de aire exterior inyectado
- Potencia de iluminación instalada
- Otros equipos que generen calor

Para las pérdidas por transmisión ya sean con el exterior o con locales no climatizados hay que distinguir el medio por el que se produce estas

pérdidas, es decir, distinguir entre si es un muro (típicamente ladrillo) o a través de ventanas (cristal). En caso de producirse a través de muros, hay que comentar que la transmisión del calor a través del muro no es instantánea sino que se produce un fenómeno llamado inercia térmica, que tiene un efecto de acumulación de calor.

La diferencia entre las pérdidas de transmisión con el exterior y las pérdidas de transmisión con Locales No Climatizados radica en el salto térmico entre ambos lados del muro o cristal que separe el mismo, ya que en el caso de la transmisión con Locales No Climatizados se supone la mitad del salto térmico que con el exterior.

No se tiene en cuenta las infiltraciones de aire desde el exterior ya que la instalación se diseña para que exista una sobrepresión en el interior que impiden dichas infiltraciones.

1.5.2 CÁLCULO DE LAS PERDIDAS DE INVIERNO

En el estudio relativo a las pérdidas de invierno, solo se tiene en cuenta parte del calor sensible aportado ya que el calor latente aportado por los ocupantes y las cargas internas van a favor de aumentar la temperatura de los módulos que es lo que se pretende en la climatización de invierno. En dicho cálculo se contempla solo las cargas por transmisión (por muros, ventanas, techo, paredes con lugares no climatizados y suelos). Hay que tener en cuenta la orientación de las fachadas pues la transmisión se verá afectada por el factor de viento.

1.6 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

La instalación se dividirá principalmente entre las tres plantas, se instalarán bombas para las redes de tuberías de Fan-Coil y Climatizadores tanto para agua caliente como para fría. Además se instalarán bombas auxiliares idénticas a las seleccionadas en caso de avería.

Se instalaran dos calderas en paralelo y dos equipos de frío en paralelo con el fin de reducir las pérdidas y no cortar el suministro a todo el edificio en caso de que algún equipo falle.

1.6.1 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Para lograr y mantener la situación de confort térmico en el centro acuático se van a utilizar dos tipos de equipos: Se utilizaran Fan-coils para aquellas estancias de menor tamaño, separadas de sus habitaciones contiguas por paredes y que no tienen unas cargas térmicas a combatir demasiado elevadas; y climatizadores para aquellas estancias de gran tamaño y diáfanas con grandes cargas a combatir.

1.6.2 DISEÑO DE FAN-COILS

Los Fan-coils son los equipos seleccionados para la climatización de las estancias que tengan una menor carga o que por su uso no requieran de condiciones especiales de climatización. La implantación de Fan-coils en la mayoría de los módulos permitirá un control independiente de la temperatura, con esto se consigue un ahorro de energía cuando las estancias estén desocupadas y no es necesario el cese de suministro a las otras estancias en el caso de tener que realizar una reparación. Los aparatos se instalarán en el falso techo y se configurarán a cuatro o a dos. La configuración a cuatro tubos se denomina de esta forma ya que se necesitan dos para agua caliente (impulsión y retorno) y dos para agua fría (impulsión y retorno), se utiliza en aquellas estancias que necesitamos climatizar tanto en verano como en invierno. Se configurará a dos tubos en caso de climatizar solo en invierno.

Para su selección se ha tenido en cuenta las cargas sensible y total de verano, la carga total de invierno y el caudal de impulsión necesario para que a partir de estos datos se pudiese llevar a cabo la elección del Fan-coil adecuado para cada módulo. Finalmente se necesita instalar 31 Fan-Coils de la marca TERMOVEN y del tipo Cassette dado a su elevada eficiencia y facilidad tanto en su mantenimiento como en su reparación.

1.6.3 DISEÑO DE CLIMATIZADORES

Los climatizadores están formados por dos ventiladores, uno de impulsión y otro de retorno, y baterías tanto de calor como de frío en función de la carga térmica que se tenga que combatir. Estas cargas deben ser medidas en los momentos más desfavorables de todo el año tanto para las cargas de verano como para las cargas de invierno, ya que de esta manera se asegura un funcionamiento adecuado en cualquier momento del año.

Estos equipos funcionan de la siguiente manera: toman un caudal de aire del exterior igual al caudal de ventilación que necesite la estancia en cuestión, este se mezcla con el aire del local que ha sido extraído por las rejillas de retorno del equipo hasta lograr las condiciones de confort que deseamos y luego se vuelve a impulsar hacia la estancia por medio de los difusores.

1.6.4 DISEÑO DE LAS DESHUMECTADORAS

Para las estancias que contienen piscinas, SPA, bañeras, o cualquier tipo de recipiente con agua necesitamos un equipo local distinto a los fan-coils y a los climatizadores, que son las deshumectadoras.

Este equipo realiza un ciclo de Carnot para climatizar; coge aire de la estancia objeto de la instalación, seca el aire que absorbe, y esa energía que ha absorbido la destina para calentar el aire una vez seco y dejarlo listo para la impulsión.

En el centro acuático se usarán 2 deshumectadoras.

1.6.5 DISEÑO DE LAS BATERÍAS AUXILIARES PARA LAS DESHUMECTADORAS

Una vez elegido el modelo de las deshumectadoras, hay que ver si esta cumple por si sola con la potencia necesaria para poder tratar el aire permitiendo un funcionamiento adecuado del sistema, o si por el contrario necesita de unas baterías auxiliares.

Las baterías pueden ser eléctricas o con alimentación de agua, siendo estas segundas las más adecuadas para el sistema que se está diseñando.

1.6.6 DISEÑO DE LAS CALDERAS

La caldera es el equipo encargado de la producción del calor. Se encarga de suministrar el agua caliente a los climatizadores y a los fan-coils a través de las redes de tuberías.

Las calderas están situadas en la planta baja, en una sala acondicionada para ello. Se dispondrán dos en paralelo por varios motivos.

El RITE exige que si la potencia necesaria es mayor que 400KW se pongan dos calderas, pero además de esta forma se consigue que se produzca un menor desgaste de las maquinas a largo plazo, y también para asegurar el suministro de agua caliente en caso de que se averíen alguna de las calderas.

La elección de las calderas se debe realizar teniendo en cuenta la potencia requerida para combatir las cargas de invierno, cumpliéndose siempre que la potencia nominal de la caldera supere holgadamente las pérdidas en invierno que queremos combatir evitando sobreesfuerzos.

1.6.7 DISEÑO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

El refrigerador es el equipo encargado de producir frío. Se encarga de suministrar a los fan-coils y a los climatizadores el agua fría que requieren estos para poder combatir las cargas de verano.

El equipo de refrigeración estará situado en la zona de instalaciones de la planta baja.

A diferencia con las calderas, en este caso se instalará un solo equipo de refrigeración. Esta decisión se toma ya que con un solo equipo se cumple que su potencia nominal sea entre un 15% -20% superior a la requerida en la teoría.

1.6.8 DISEÑO DE LA RED DE TUBERÍAS

Se van a instalar dos redes principales de tuberías, una para los Fan-Coils y otra para los climatizadores y deshumectadoras. Además cada red está compuesta por dos circuitos cerrados de tuberías, uno para el agua caliente y el otro para la fría. Cada circuito contiene la red tuberías de impulsión y la red de tuberías de retorno.

Las tuberías de impulsión son las que llevan el agua caliente o fría desde la caldera o desde el equipo de refrigeración hasta los fan-coils o los climatizadores, es decir, hasta los equipos locales, mientras que las tuberías de retorno son las que llevan el agua haciendo el camino inverso.

Para el diseño de las tuberías es importante saber que no se usa el mismo tipo de tuberías para agua caliente que para agua fría. Para las tuberías de agua caliente se han usado: tuberías de agua caliente a 50° de acero DIN 2440 y 2448, mientras que para las tuberías de agua fría se han usado las tuberías de agua fría a 10° de acero DIN 2440 y 2448.

Las tuberías deben cumplir una serie de requisitos:

- La pérdida de carga por metro de tubería no puede superar los 30 mm.c.a
- La velocidad máxima que puede alcanzar debe estar limitada a 2m/s.

Con todo esto, y teniendo el caudal de agua que pasa por cada tramo se mira en las tablas de los tipos de tuberías mencionada anteriormente obteniéndose así el diámetro de la tubería, la velocidad máxima que va a alcanzar el fluido dentro de la tubería y la perdida de carga que genera.

En este caso no hay diferencias a la hora de dimensionar las tuberías de impulsión y las tuberías de retorno, como pasaba en el caso de los conductos, por lo que para mismos caudales puedes poner mismos diámetros y saber tanto la velocidad máxima como la perdida de carga que se va a producir.

1.6.9 DISEÑO DE LOS CONDUCTOS DE IMPULSIÓN

Los conductos son los encargados de llevar el aire caliente en invierno y el aire frío en verano desde los equipos de aire primario hasta los climatizadores o fan-coils, o desde las deshumectadoras hasta las rejillas de impulsión.

Los conductos están hechos de chapa metálica con un recubrimiento de aislamiento bajo norma.

Para el diseño de los conductos se debe tener en cuenta el caudal de impulsión del climatizador o del fan coil, que se ha instalado, además se debe tener en cuenta una serie de restricciones:

- No debe haber una pérdida de carga mayor de 0,1 mm.c.a por metro de conducto de impulsión.
- Una de las medidas del conducto (ancho o largo) no puede ser tres veces mayor que la otra medida.

En este caso los conductos van a ir entre el forjado y el falso techo por lo que lo más conveniente es utilizar conductos de sección rectangular, además, esto implica que ninguna de sus medidas pueden ser mayores de 50cm.

Para poder calcular cual es la sección que mejor se amolda a las necesidades, se saca un perfil de conducto circular mediante el caudal (m³/h) que va a pasar y con la restricción de pérdida de carga por metro de conducto. Una vez se tiene el diámetro del conducto circular hay sacar las medidas de la sección rectangular equivalente mediante una tabla.

Se usa el método de rozamiento constante, ya que como son pérdidas de carga no muy elevadas no hay riesgo de que el motor se colapse, lo cual encarecería la instalación.

También se debe tener en cuenta las pérdidas que se producen en los conductos debidos a codos ya sean de 90° o 45°. Con todo esto, se tiene que pensar cual es punto más desfavorable, es decir, el que más pérdida de carga tiene desde que el aire sale del equipo de tratamiento de aire primario hasta que llega al fan-coil o al climatizador. Este punto no es otro que el más alejado del inicio, por lo que se cogerá este punto como referencia para calcular la pérdida de carga que tendrá que vencer el ventilador.

Se debe procurar mantener las pérdidas de carga por tramo en los valores más pequeños posibles debido a que otro factor determinante es el nivel sonoro y de esta forma poder tener este factor lo más controlado posible.

1.6.10 DISEÑO DE LOS CONDUCTOS DE RETORNO

Son los encargados de llevar el aire desde el equipo local, de la estancia, hasta el equipo de tratamiento primario de aire donde se mezclara con el caudal de aire de ventilación procedente del exterior.

El caso del centro acuático no habrá conductos de retorno ya que al estar situado los climatizadores en el falso techo, éstos disponen de unas rejillas por el que retornará el aire al aparato.

1.6.11 DISEÑO DE LAS BOMBAS

Cada circuito cerrado de tuberías tiene asociada una bomba. Para dimensionar las bombas se realiza un proceso homólogo al que se utiliza en conductos para dimensionar el ventilador necesario. Se busca el punto más desfavorable que es aquel que está más alejado de la bomba, ya que hasta llevar el agua a ese punto es donde se da una mayor pérdida de carga. Como las restricciones para las tuberías de impulsión y las de retorno son las mismas, es suficiente con calcular la pérdida de carga que se produce en la ida y multiplicarla por 2.

Estas no son las únicas pérdidas de carga que se han de tener en cuenta, sino que también generan pérdidas de carga los codos de 90°, codos de 45°, las T y las válvulas.

Además cabe mencionar que al ser un circuito cerrado no se tienen en cuenta las pérdidas de carga producidas en los tramos de tuberías que llevan el agua de una planta a otra, esto se debe a que las pérdidas de carga que se produzcan durante el descenso se compensarán con las pérdidas de carga durante el ascenso.

1.6.12 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES

Los elementos auxiliares hay que tenerlos en cuenta a la hora de calcular la potencia necesaria de cada bomba. Estos elementos auxiliares generan pérdidas de carga y son componentes de equipos como pueden ser: las baterías, fan-coils, climatizadores o elementos de la propia bomba.

Válvula de corte tipo mariposa:

Es una válvula diseñada para interrumpir o regular el flujo de un fluido en un conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada "mariposa", que gira sobre un eje. Al disminuir el área de paso, aumenta la pérdida de carga local en la válvula, reduciendo el flujo. Se colocan dos por equipos para aquellas tuberías con diámetro superior a 2.5".

Válvula de corte tipo bola:

Una válvula de bola, conocida también como de "esfera", es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o bola perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el

agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. Se colocan dos por equipos para aquellas tuberías con diámetro inferior a 2 “.

Válvula de regulación micrométrica:

Son válvulas que se utilizan para regular el caudal. Este tipo de válvulas se suelen colocar junto a equipos generadores, como las calderas, para poder controlar el caudal y climatizar de manera correcta y efectiva.

Válvula de control 3 vías:

Es una válvula que también realiza una función de control del caudal, se comporta como un orificio de área variable. Además, al tener tres vías, permite derivar el flujo entrante en dos salidas diferentes.

Manguito anti-vibratorio:

Son uniones flexibles entre tuberías o elementos rígidos. Se compone de un cuerpo deformable elástico hecho de caucho con refuerzos internos para darle consistencia. Son de gran importancia ya que absorben vibraciones y ruidos de los equipos de presión y compensan los movimientos térmicos.

Válvula de asiento o globo:

La válvula de asiento (también llamada "de globo") es una válvula que consiste en un agujero, generalmente redondo u oval, y un tapón cónico, por lo general en forma de disco, colocado en el extremo de una varilla, también llamado "vástago de la válvula". El vástago sirve de guía para la válvula.

Se usa tanto para regular el paso de un elemento como para cortarlo totalmente. El elemento de cierre apoya sobre un anillo de asiento, de sección circular. A medida que el elemento de cierre se aproxima al asiento, la sección de paso se reduce y por tanto aumenta la pérdida de carga disminuyendo el caudal. En algunas aplicaciones, la diferencia de presión ayuda a cerrar la válvula, y en otra ayuda a abrirla.

Filtro:

Son los encargados de que en el sistema no se cuelen las partículas inmersas en los fluidos transportados que pueden dañar los equipos.

Se colocarán filtros de agua en la entrada de las bombas de impulsión, y no en los circuitos de aire, ya que los climatizadores y equipos de tratamiento de aire en general vienen provistos de 2 filas filtros (una fila de filtros gruesos y otra fila de filtros finos).



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

2. CÁLCULOS

2.1 CÁLCULO DE CARGAS

A continuación se procede a realizar el cálculo de las cargas térmicas que se dan en las estancias. Como ya se ha comentado anteriormente, ésta tarea es necesaria para la correcta selección de los equipos.

En primer lugar se detallará cuáles son las estancias a climatizar y qué tipo de cargas hay que combatir (invierno, verano o ambas), y posteriormente se analizarán los factores que hacen variar éstas cargas térmicas.

Estas son las estancias a climatizar y el tipo de carga a combatir:

Tabla 2.1.1 Tipo de cargas para las tres plantas

PLANTA SÓTANO			
Uso	Superficie (m2)	Cargas Verano	Perdidas Invierno
Zona Instalaciones	1208	NO	NO
Vest. Monitores Masc.	41	NO	SI
Vest. Monitores Fem.	37	NO	SI
Pasillo	5	NO	SI
Vestíbulo 1	4,65	NO	SI
Vestíbulo 2	3,7	NO	SI
Cuarto de Mantenimiento	13,3	NO	NO
Almacén	34,1	NO	NO
Escaleras 1	17,2	NO	NO

PLANTA BAJA			
Uso	Superficie (m2)	Cargas Verano	Perdidas Invierno
Vestíbulo entrada	90,8	SI	SI
Zona relax	65,9	SI	SI
Mostrador	17,45	SI	SI
Pasillo Admón.	20,85	NO	SI
Baño 1	4,45	SI	SI
Baño 2	4,9	SI	SI
Vest. Baño	6,95	SI	SI
Despacho Direcc.	12,6	SI	SI
Despacho 2	14,65	SI	SI
Socorrismo	13,1	SI	SI
Escaleras a sótano	8,55	NO	NO
Escaleras 1	8,1	NO	NO
Pasillo	97,9	NO	SI
Escaleras 2	10	NO	NO
Aseo Adap. 1	5,55	SI	SI
Aseo Adap. 2	6,4	SI	SI
Vestíbulo Indep. 1	6,3	SI	SI
Vestíbulo Indep. 2	6,3	SI	SI
Vestuarios Niños	61,9	NO	SI
Vestuario Femenino	243,65	NO	SI
Vestuario Masculino	236,9	NO	SI

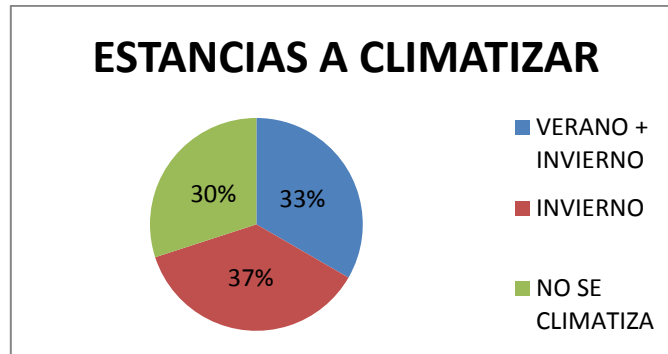
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Distribuidor Vestuarios	15,5	NO	SI
Instalaciones 1	6,95	NO	NO
Módulo Fisio-Estética	88,25	SI	SI
Sala-Estudio	89,15	SI	SI
Playas de Piscina	295,75	NO	SI
Piscina Pequeña	75	NO	SI
Piscina Grande	312,5	NO	SI
Spa	52,5	NO	SI
Playas Zona Spa	73,65	NO	SI
Saunas-Baños Turcos-Cabinas	42,8	NO	SI
Instalaciones	167,7	NO	NO
Escalera 3	15,1	NO	NO
Sala de Calderas	17,55	NO	NO
Cuarto Eléctrico	9,05	NO	NO
Grupo Electrónico	18,25	NO	NO

PLANTA PRIMERA			
Uso	Superficie (m2)	Cargas Verano	Perdidas Invierno
Sala Cardiovascular	649,6	SI	SI
Zona Espera 1	33,2	NO	SI
Zona Espera 2	24,6	NO	SI
Zona Espera 3	38,2	NO	SI
Escaleras 1	14,45	NO	NO
Escaleras 2	10,8	NO	NO
Sala de Act. 1	171,5	SI	SI
Sala de Act. 2	195,8	SI	SI
Sala de Act. 3	117,1	SI	SI
Sala de Act. 4	149,8	SI	SI
Instalaciones 1	14,55	NO	NO
Instalaciones 2	8,5	NO	NO
Instalaciones 3	23,15	NO	NO
Vestíbulo 1	6,3	NO	SI
Vestíbulo 2	5,85	NO	SI

Se observa que las zonas cuya ocupación es intermitente, como las zonas de instalaciones, almacenes o escalera, no se climatizan. También hay zonas que solo se climatizan para combatir las cargas de invierno, como los vestuarios, zona de piscina y pasillos, esto es debido a que las zonas húmedas no se combaten las cargas de verano.

Gráfico 2.1 Tipo de climatización en las estancias



2.1.1 CÁLCULO DE LAS CARGAS DE VERANO

A continuación se muestra el procedimiento a seguir para calcular las cargas de verano, se analizarán las expresiones necesarias y cuáles son los factores involucrados.

La carga térmica se divide en carga sensible y carga latente; la carga sensible la conforman las cargas por transmisión, por radiación, las aportadas por la iluminación y los equipos, y el calor sensible de las personas, mientras que la carga latente de cada estancia será la carga latente de ocupación. La carga por infiltración del aire procedente del exterior no se tiene en cuenta porque como ya se ha mencionado antes el edificio está sometido a una sobrepresión para evitar dichas infiltraciones. Las condiciones interiores de diseño para verano ya han sido comentadas con anterioridad en el apartado 1.4.2 y las exteriores en el 1.4.1.

A continuación se analizará con más detalle los tipos de carga de verano.

2.1.1.1 CARGA POR TRANSMISIÓN

Estas cargas se pueden dar entre el interior y el exterior, o entre dos zonas interiores estando una sin climatizar. Como su propio nombre indica es la carga que se transmite a través de un muro, interior o exterior, o un cristal.

En el caso de que la transmisión se produzca a través de un cristal:

$$T_{cristal} = K_{cristal} \cdot S_{cristal} \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

T_{cristal}: Calor transmitido a través del cristal.
K_{cristal}: Coeficiente de transmisión del cristal.
S_{cristal}: Superficie del cristal.
T_{ext}: Temperatura exterior.

Tint: Temperatura interior de diseño.

Si la transmisión se da a través de un muro que separa dos estancias interiores, cuando uno está climatizado y el otro no, es decir, un LNC:

$$T_{muro} = K_{muro} \cdot S_{muro} \cdot \frac{(T_{ext} - T_{int})}{2}$$

T_{muro}: Calor transmitido a través del muro.

K_{muro}: Coeficiente de transmisión del muro.

S_{muro}: Superficie del muro.

T_{ext}: Temperatura en el LNC.

T_{int}: Temperatura interior de diseño.

En este caso se supone que el salto térmico entre la estancia y el LNC es la mitad del salto térmico que hay con el exterior.

Cuando la transmisión se da a través de un muro que da al exterior, la fórmula es un poco más compleja ya que se tiene en cuenta la capacidad que tiene el muro de absorber calor y transmitirlo al medio con el paso del tiempo. Lo que se hace es considerar una diferencia de temperaturas equivalente corregida en función de unos parámetros que se obtienen de unas tablas.

La transmisión a través de un muro:

$$T_{muro} = K_{muro} \cdot S_{muro} \cdot \Delta T_{eq}$$

T_{muro}: Calor transmitido a través del muro.

K_{muro}: Coeficiente de transmisión del muro.

S_{muro}: Superficie del muro.

Y ΔT_{eq} se calcula como:

$$\Delta T_{eq} = a + \Delta T_{es} + b \cdot R_s \cdot \frac{(\Delta T_{em} - \Delta T_{es})}{R_m}$$

Dónde:

a: Corrección debido a un incremento distinto de 8°C entre las temperaturas interiores y exteriores

b: Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared.

ΔT_{es} : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra

ΔT_{em} : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada

R_s : Máxima insolación (Kcal/h · m²) correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical, para la orientación considerada.

R_m : Máxima insolación (Kcal/h · m²) correspondiente al mes de Julio, a 40° de latitud Norte, a través de una superficie acristalada vertical, para la orientación considerada.

2.1.1.2 CARGA POR INFILTRACIÓN

Como se ha comentado anteriormente, estas cargas no se tienen en cuenta debido a la sobrepresión a la que está sometido el centro acuático.

2.1.1.3 CARGA POR IRRADIACIÓN

Esta carga aparece cuando se tengan superficies acristaladas en las estancias a estudiar. La diferencia entre este cálculo y el de transmisión por ventanas reside, a parte de la influencia de la orientación en este y no en el de transmisión, en el coeficiente que se toma en el cálculo denominado factor solar. Explicado de una manera sencilla, cuando un rayo de sol incide en una ventana hay una parte que es reflejada, otra parte transmitida y otra es absorbida por el cristal para posteriormente expulsar parte hacia el exterior y parte hacia el interior. El tanto por ciento de la radiación solar total que traspasa al módulo a través del cristal es lo que se llama el factor solar. Este factor se calcula a partir del tipo de marco de la ventana y del factor vidrio.

Se calcula como:

$$CsRad = Scristal \cdot Rcristal \cdot Fcristal$$

Dónde:

$CsRad$: Calor debido a la radiación.

$Scristal$: Superficie del cristal.

$Rcristal$: Depende de la orientación y viene tabulado.

$Fcristal$: Es el Factor de Ganancia Solar FGS (para los cristales del centro acuático FGS= 0.48)

2.1.1.4 CARGA POR ILUMINACIÓN Y EQUIPOS

Es una carga de tipo sensible. La carga que produce la iluminación depende de la instalación, de los W/m² y por lo tanto también de la superficie que tenga la estancia a climatizar. La carga sensible será el producto de estos dos factores comentados anteriormente.

También se debe tener en cuenta la carga producida por equipos que desprendan calor que estén instalados en la estancia a climatizar como pueden ser ordenadores, monitores, etc. Esta carga debida a los equipos también es carga sensible que se sumara directamente a la carga sensible total.

2.1.1.5 CARGA POR OCUPACIÓN

Esta carga la podemos dividir en dos, ambas dependen directamente de la ocupación. La primera depende del tipo de actividad que se realice en el interior de la estancia, ya que variará tanto la carga sensible como la latente de las personas.

La segunda son las debidas a la ventilación necesaria en la estancia cuyo caudal viene del aire exterior.

Dicho caudal de ventilación por persona varía en función de la estancia en la que se esté ya que dependiendo del servicio de esta el RITE nos marca un caudal diferente (IDA 1, IDA 2, IDA 3, IDA 4). Para el centro acuático hemos tomado un aire de calidad IDA2 para todas las estancias, el cual es un aire de la calidad adecuada para las actividades q se realizaran en el edificio. Como se comentó anteriormente, el caudal de ventilación será de 45 m³/h/persona.

2.1.1.6 RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez se tiene claro de donde proceden y como se calculan los tipos de carga, se calculan las cargas de verano para todas las estancias a partir de una hoja de cálculo. La carga total final será la suma de todos los tipos de cargas.

Estos son los resultados obtenidos:

Tabla 2.1.1.6.1 Cargas térmicas de verano en PLANTA BAJA

PLANTA BAJA					
Uso	Q. Sensible (kcal/h)	Q. Latente (kcal/h)	Q. Ventilación (kcal/h)	Gran Calor Total (kcal/h)	Gran Calor Total (W)
Vestíbulo entrada	4.915	757	830	6.502	7.562

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Zona relax	3.986	550	604	5.140	5.978
Mostrador	1.443	138	151	1.732	2.014
Pasillo Admón.	\	\		\	\
Baño 1	264	69	76	409	476
Baño 2	284	69	75	428	498
Vest. Baño	389	69	76	534	621
Despacho Direcc.	705	138	150	993	1.155
Despacho 2	799	138	151	1.088	1.265
Socorrismo	721	138	151	1.010	1.175
Escaleras a sótano	\	\		\	\
Escaleras 1	\	\		\	\
Pasillo	\	\		\	\
Escaleras 2	\	\		\	\
			0		
Aseo Adpat. 1	357	69	76	502	584
Aseo Adpat. 2	394	69	76	539	627
Vestíbulo Indep. 1	371	69	76	516	600
Vestíbulo Indep. 2	383	69	76	528	614
Vestuarios Niños	\	\		\	\
Vestuario Femenino	\	\		\	\
Vestuario Masculino	\	\		\	\
Distribuidor Vestuarios	\	\		\	\
Instalaciones 1	\	\		\	\
Módulo Fisis-Estética	5.854	757	830	7.441	8.654
Sala-Estudio	5.069	757	830	6.656	7.741
Playas de Piscina	\	\		\	\
Piscina Pequeña	\	\		\	\
Piscina Grande	\	\		\	\
Spa	\	\		\	\
Playas Zona Spa	\	\		\	\
Saunas-Baños Turcos-Cabinas	\	\		\	\

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

			0		
Instalaciones	\	\		\	\
Escalera 3	\	\		\	\
Sala de Calderas	\	\		\	\
Cuarto Eléctrico	\	\		\	\
Grupo Electrónico	\	\		\	\

Tabla 2.1.1.6.1 Cargas térmicas de verano en PLANTA PRIMERA

PLANTA PRIMERA					
Uso	Q. Sensible (kcal/h)	Q. Latente (kcal/h)	Q. Ventilación (kcal/h)	Calor Total (kcal/h)	Calor Total (W)
Sala Cardiovascular	46.961	21.429	6.116	74.506	86.650
Zona Espera 1	\	\	\	\	\
Zona Espera 2	\	\	\	\	\
Zona Espera 3	\	\	\	\	\
Escaleras 1	\	\	\	\	\
Escaleras 2	\	\	\	\	\
Sala de Act. 1	10.116	1.445	1.585	13.146	15.289
Sala de Act. 2	13.708	1.650	1.812	17.170	19.969
Sala de Act. 3	7.180	1.032	1.132	9.344	10.867
Sala de Act. 4	10.168	1.307	1.435	12.910	15.014
Instalaciones 1	\	\	\	\	\
Instalaciones 2	\	\	\	\	\
Instalaciones 3	\	\	\	\	\
Vestíbulo 1	\	\	\	\	\
Vestíbulo 2	\	\	\	\	\

Se observa que las cargas calculadas son solo en aquellas estancias que requieren climatización en verano. También cabe mencionar

Las cargas totales por plantas son las siguientes:

- PLANTA SÓTANO: 0 Kw
- PLANTA BAJA: 39.56Kw
- PLANTA PRIMERA: 147.79Kw

La carga total de verano que se debe combatir en el centro acuático es de:

187.35 Kw.

2.1.2 CÁLCULO DE LAS PERDIDAS EN INVIERNO

A la hora de calcular las pérdidas en invierno, se tendrán en cuenta las pérdidas por transmisión en cualquiera de sus formas: Transmisión con el exterior, transmisión con Locales No Climatizados (LNC), y ya sea a través de cristales o de muros exteriores, ya que tanto la radiación como los efectos producidos por las cargas internas son favorables para esta época del año.

También habrá que analizar las pérdidas por ventilación y por infiltración, aunque estas últimas no hay que tenerlas en cuenta debido a la sobrepresión a la que están sometidas las estancias a climatizar.

2.1.2.1 PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas por transmisión en invierno se calculan de forma análoga a las cargas de verano, con la excepción de que para invierno se tiene en cuenta un factor de viento que depende de la orientación de los cerramientos y de si son de cristal o muros exteriores.

A continuación se muestra el factor de corrección por viento según los tipos de cerramientos y la orientación:

Tabla 2.1.2.1 Factor Viento (Fv) para las distintas orientaciones y cerramientos

	ORIENTACIÓN	Fv
Cristal	N	1,35
Cristal	S	1
Cristal	E	1,25
Cristal	O	1,15
Muro Ext.	N	1,2
Muro Ext.	S	1
Muro Ext.	E	1,15
Muro Ext.	O	1,15
Cubierta		1
Suelo		1

Teniendo en cuenta esto, el procedimiento es el mismo que para las cargas de verano pero con la expresión multiplicada por el factor viento.

Si la transmisión se da a través de cristales la expresión será:

$$T_{cristal} = F_v \cdot K_{cristal} \cdot S_{cristal} \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

- T_{cristal}*: Pérdida a través del cristal.
- K_{cristal}*: Coeficiente de transmisión del cristal.
- S_{cristal}*: Superficie del cristal.
- T_{ext}*: Temperatura exterior.
- T_{int}*: Temperatura interior de diseño.
- F_v*: Factor de viento.

Si la transmisión se produce entre una estancia climatizada y un LNC (Local No Climatizado):

$$T_{muro} = F_v \cdot K_{muro} \cdot S_{muro} \cdot \frac{(T_{int} - T_{ext})}{2}$$

- T_{muro}*: Pérdida a través del muro.
- K_{muro}*: Coeficiente de transmisión del muro.
- S_{muro}*: Superficie del muro.
- T_{ext}*: Temperatura en el LNC.
- T_{int}*: Temperatura interior de diseño.
- F_v*: Factor de viento.

Y si la transmisión se produce a través de un muro con el exterior:

$$T_{muro} = F_v \cdot K_{muro} \cdot S_{muro} \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

- T_{muro}*: Pérdida a través del muro.
- K_{muro}*: Coeficiente de transmisión del muro.
- S_{muro}*: Superficie del muro.
- T_{ext}*: Temperatura en el LNC.
- T_{int}*: Temperatura interior de diseño.
- F_v*: Factor de viento.

2.1.2.2 PERDIDAS POR INFILTRACIÓN

Como ya se ha comentado con anterioridad, estas pérdidas no afectan ya que, al estar el edificio sometido a una sobrepresión, no se cuela aire del exterior.

2.1.2.3 PERDIDAS POR VENTILACIÓN

Debido a la ocupación que va a tener la estancia a climatizar, se necesita inyectar un caudal de aire para ventilación. El caudal de aire de ventilación por persona la marca el RITE en función del servicio que de la estancia a climatizar. Pero a diferencia de como se hace en las cargas de verano, en el caso de las pérdidas de invierno solo se debe tener en cuenta la carga sensible de este caudal de aire.

2.1.2.4 RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez se tiene claro cuáles son los factores que producen las pérdidas, se calculan mediante un fichero de cálculo. Las pérdidas finales serán la suma de todas las pérdidas.

Estos son los resultados obtenidos:

Tabla 2.1.2.4.1 Pérdidas en invierno en PLANTA SÓTANO

PLANTA SÓTANO		
Uso	Perdidas Invierno (kcal/h)	Perdidas Invierno (W)
Zona Instalaciones	\	\
Vest. Monitores Masc.	2.793	3.248
Vest. Monitores Fem.	3.327	3.869
Pasillo	694	807
Vestíbulo 1	795	925
Vestíbulo 2	438	509
Cuarto de Mantenimiento	\	\
Almacén	\	\
Escaleras 1	\	\

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Tabla 2.1.2.4.2 Pérdidas en invierno en PLANTA BAJA

PLANTA BAJA		
Uso	Perdidas Invierno (kcal/h)	Perdidas Invierno (W)
Vestíbulo entrada	7.648	8.895
Zona relax	4640	5.396
Mostrador	1081	1.257
Pasillo Admón.	1523	1.771
Baño 1	461	536
Baño 2	469	545
Vest. Baño	507	590
Despacho Direcc.	991	1.153
Despacho 2	1029	1.197
Socorrismo	1000	1.163
Escaleras a sótano	\	\
Escaleras 1	\	\
Pasillo	7.015	8.158
Escaleras 2	\	\
Aseo Adpat. 1	481	559
Aseo Adpat. 2	637	741
Vestíbulo Indep. 1	495	576
Vestíbulo Indep. 2	495	576
Vestuarios Niños	4.356	5.066
Vestuario Femenino	16.676	19.394
Vestuario Masculino	16.255	18.904
Distribuidor Vestuarios	1.045	1215
Instalaciones 1	\	\
Módulo Fisio-Estetica	7.712	8.969
Recepción y pasillo	3365	3.903
Aseo 1	397	460
Aseo 2	397	460
Cabina 1	917	1063
Cabina 2	917	1063
Cabina 3	839	973
Cabina 4	902	1.046

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sala-Estudio	6.746	7.846
ZONA PISCINAS	78.750	91.585
Saunas-Baños Turcos-Cabinas	4.202	4.887
Instalaciones	\	\
Escalera 3	\	\
Sala de Calderas	\	\
Cuarto Eléctrico	\	\
Grupo Electrógeno	\	\

Tabla 2.1.2.4.3 Pérdidas en invierno en PLANTA PRIMERA

PLANTA PRIMERA		
Uso	Pérdidas Invierno (kcal/h)	Pérdidas Invierno (W)
Sala Cardiovascular	55.382	64.409
Zona Espera 1	24.85	2.890
Zona Espera 2	2.145	2.495
Zona Espera 3	3.197	3.718
Escaleras 1	\	\
Escaleras 2	\	\
Sala de Act. 1	16.682	19.401
Sala de Act. 2	18.607	21.640
Sala de Act. 3	10.293	11.971
Sala de Act. 4	14.912	17.343
Instalaciones 1	\	\
Instalaciones 2	\	\
Instalaciones 3	\	\
Vestíbulo 1	838	975
Vestíbulo 2	624	726

En el caso de las pérdidas en invierno, se observa que ha más zonas para climatizar, esto se debe a que hay estancias que solo se climatizan en invierno como los vestuarios, algunos pasillos o la zona de piscinas.

Las pérdidas totales por plantas son las siguientes:

- PLANTA SÓTANO: 9.36 kW
- PLANTA BAJA: 190.98 kW
- PLANTA PRIMERA: 145.566 kW

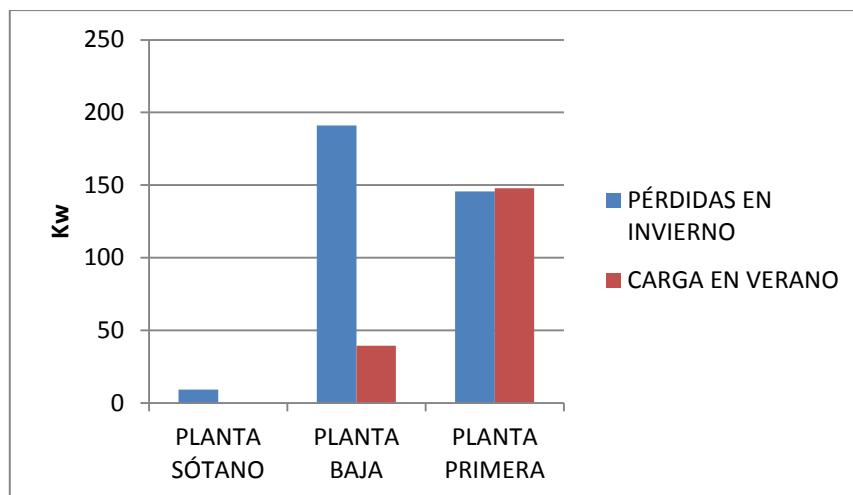
Las pérdidas totales en invierno que se deben combatir en el centro acuático es de:

345.91 kW

2.1.3 ANÁLISIS DE LAS CARGAS OBTENIDAS

En el siguiente gráfico se observa claramente las diferencias que hay entre invierno y verano: el sótano solo se climatiza en invierno y muy pocas estancias ya que lo demás son zonas de mantenimiento o almacén que no van climatizadas; en la planta baja hay una gran diferencia debido a que gran parte la ocupa la zona de piscinas, que como se comentó con anterioridad solo va climatizado en invierno; en la primera planta si hay más igualdad ya que todas las estancias son climatizadas en verano y en invierno.

Gráfico 2.1.3.1 Pérdidas en invierno en PLANTA BAJA



2.1.4 CAUDAL DE VENTILACIÓN

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, la ocupación de una estancia provoca dos cargas térmicas. Por normativa siempre que en una estancia haya gente se debe que impulsar un caudal de impulsión de aire exterior, y es por ser exterior por lo que genera cargas térmicas. En función del uso de la estancia se necesitara impulsar un caudal de aire por persona diferente.

En el caso del centro acuático se ha seleccionado un tipo de aire de calidad IDA 2 para todas las estancias, esta calidad requiere una ventilación de 45 m³/h/persona.

Para calcular el caudal de ventilación de cada estancia habrá que multiplicar el número de personas que la ocupan por la ventilación requerida.

Estos son los caudales de ventilación para las distintas estancias:

Tabla 2.1.3.1 Caudales de ventilación PLANTA SÓTANO

PLANTA SÓTANO	
Uso	Ventilación (m ³ /h)
Zona Instalaciones	\
Vest. Monitores Masc.	225
Vest. Monitores Fem.	225
Pasillo	45
Vestíbulo 1	45
Vestíbulo 2	45
Cuarto de Mantenimiento	\
Almacén	\
Escaleras 1	\

Tabla 2.1.3.2 Caudales de ventilación PLANTA BAJA

PLANTA BAJA	
Uso	Ventilación (m ³ /h)
Vestíbulo entrada	495
Zona relax	360
Mostrador	90

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Pasillo Admón.	135
Baño 1	45
Baño 2	45
Vest. Baño	45
Despacho Direcc.	90
Despacho 2	90
Socorrismo	90
Escaleras a sótano	\
Escaleras 1	\
Pasillo	540
Escaleras 2	\
Aseo Adpat. 1	45
Aseo Adpat. 2	45
Vestíbulo Indep. 1	45
Vestíbulo Indep. 2	45
Vestuarios Niños	360
Vestuario Femenino	1350
Vestuario Masculino	1350
Distribuidor Vestuarios	90
Instalaciones 1	\
Módulo Fisio-Estetica	495
Sala-Estudio	495
Playas de Piscina	1665
Piscina Pequeña	405
Piscina Grande	1755
Spa	315
Playas Zona Spa	405
Saunas-Baños Turcos-Cabinas	225
Instalaciones	\
Escalera 3	\
Sala de Calderas	\
Cuarto Eléctrico	\
Grupo Electrónico	\

Tabla 2.1.3.1 Caudales de ventilación PLANTA PRIMERA

PLANTA PRIMERA	
Uso	Ventilación (m ³ /h)
Sala Cardiovascular	3645
Zona Espera 1	180
Zona Espera 2	135
Zona Espera 3	225
Escaleras 1	\
Escaleras 2	\
Sala de Act. 1	945
Sala de Act. 2	1080
Sala de Act. 3	675
Sala de Act. 4	855
Instalaciones 1	\
Instalaciones 2	\
Instalaciones 3	\
Vestíbulo 1	45
Vestíbulo 2	45

2.2 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

Una vez se han calculado las cargas y los caudales de ventilación, se procede a seleccionar los equipos que se instalarán en las estancias para combatir las cargas de manera efectiva.

Para el diseño a realizar se considera la utilización de tres tipos de equipos: Climatizadores, Fan-Coils (de dos y cuatro tubos) y deshumectadoras.

Los Climatizadores serán seleccionados para estancias amplias y diáfanas, y cuyas cargas a combatir son demasiado grandes para los fan-coil. Los fan-coils se colocarán en las estancias de menor tamaño y rodeadas de muros, y dependiendo de si necesitan ser climatizadas para verano e

invierno, o solo termo-ventilado en invierno se decidirá la configuración con la que se instalara el equipo.

Las deshumectadoras se colocaran en la zona de piscinas, ya que es el único lugar donde es necesario.

A continuación se muestra el tipo de equipo que se va a colocar en cada estancia:

Tabla 2.2.1 Tipo de equipos a instalar PLANTA SÓTANO

PLANTA SÓTANO	
Uso	EQUIPO
Zona Instalaciones	\
Vest. Monitores Masc.	Fan-Coil
Vest. Monitores Fem.	Fan-Coil
Pasillo	Fan-Coil
Vestíbulo 1	Fan-Coil
Vestíbulo 2	Fan-Coil
Cuarto de Mantenimiento	\
Almacén	\
Escaleras 1	\

Tabla 2.2.2 Tipo de equipos a instalar PLANTA BAJA

PLANTA BAJA	
Uso	EQUIPO
Vestíbulo entrada y zona relax	Climatizador
Mostrador	Fan-Coil
Pasillo Admón.	Fan-Coil
Baño 1	Fan-Coil
Baño 2	Fan-Coil
Vest. Baño	Fan-Coil
Despacho Dirección	Fan-Coil
Despacho 2	Fan-Coil
Socorrismo	Fan-Coil
Escaleras a sótano	\
Escaleras 1	\

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Pasillo	Climatizador
Escaleras 2	\
Aseo Adpat. 1	Fan-Coil
Aseo Adpat. 2	Fan-Coil
Vestíbulo Indep. 1	Fan-Coil
Vestíbulo Indep. 2	Fan-Coil
Vestuarios Niños	Fan-Coil
Vestuario Femenino	Climatizador
Vestuario Masculino	Climatizador
Distribuidor Vestuarios	Fan-Coil
Módulo Fisio-Estética:	
-Recepción y pasillo	Fan-Coil
-Aseo 1	Fan-Coil
-Aseo 2	Fan-Coil
-Cabina 1	Fan-Coil
-Cabina 2	Fan-Coil
-Cabina 3	Fan-Coil
-Cabina 4	Fan-Coil
Sala-Estudio	Climatizador
Playas de Piscina	Deshumectadora
Piscina Pequeña	
Piscina Grande	
Spa	
Playas Zona Spa	
Saunas-Baños Turcos-Cabinas	
Instalaciones	\
Escalera 3	\
Sala de Calderas	\
Cuarto Eléctrico	\
Grupo Electrónico	\

Tabla 2.2.3 Tipo de equipos a instalar PLANTA PRIMERA

PLANTA PRIMERA	
Uso	EQUIPO
Sala Cardiovascular	Climatizador
Zona Espera 1	Fan-Coil
Zona Espera 2	Fan-Coil
Zona Espera 3	Fan-Coil
Escaleras 1	\
Escaleras 2	\

Sala de Act. 1	Climatizador
Sala de Act. 2	Climatizador
Sala de Act. 3	Climatizador
Sala de Act. 4	Climatizador
Instalaciones 1	\
Instalaciones 2	\
Instalaciones 3	\
Vestíbulo 1	Fan-Coil
Vestíbulo 2	Fan-Coil

2.2.1 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE FAN-COILS

Los Fan-Coils seleccionados son de Cassete, este tipo de fan coil va bien acomodado en el falso techo, son fáciles de manipular y mantener, y no requiere de reparaciones muy costosas.

Se adecuará un tamaño de Fan-Coil para las estancias que lo requieran según la carga que tenga que combatir.

El proceso a seguir para seleccionar adecuadamente los Fan-Coils es el siguiente:

- La potencia frigorífica del equipo debe ser superior a la carga de verano total de la estancia.
- Cumpliéndose lo anterior se debe cumplir que la potencia frigorífica sensible que desarrolla el equipo debe ser superior a la carga sensible de verano, ya que si esto no se cumple, por mucha potencia que tenga el fan-coil instalado no podrá disminuir la temperatura
- La potencia calorífica del equipo debe ser mayor que las pérdidas que la estancia tiene en invierno. Estos equipos suelen tener una potencia calorífica sobre dimensionada, es decir, si cumple justo los dos primeros requisitos este tercer requisito lo va a cumplir de forma muy holgada.

Este procedimiento se seguirá en el caso que la configuración sea a cuatro tubos, en caso de que sea a dos tubos solo habrá que tener en cuenta el último paso (no se dimensiona para verano).

Se instalarán fan-coils del fabricante TERMOVEN, en la parte de presupuesto se puede observar qué modelos y con qué características. Y en la parte de planos se puede ver cómo están distribuidos.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

A continuación se muestran los Fan-Coils seleccionados para las distintas estancias y las características térmicas de dichos equipos:

Tabla 2.2.1.1 Dimensiones Fan-Coils PLANTA SÓTANO

PLANTA SÓTANO								
Uso	VERANO EN LAS ESTANCIAS		INVIERNO EN LAS ESTANCIAS		CARACATERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
	Calor Total (W)	Caudal Requerido (l/h)	Perdidas Invierno (W)	Caudal Requerido (l/h)	Tamaño	Caudal de aire (m3/h)	Potencia Frigorífica (W)	Potencia Calorífica (W)
Vest. Monitores Masc.	\	\	3248,2	257,6	450	640	\	3783
Vest. Monitores Fem.	\	\	3869,3	271,4	650	750	\	4562
Pasillo	\	\	807,1	102,1	200	290	\	2056
Vestíbulo 1	\	\	924,6	116,9	200	290	\	2056
Vestíbulo 2	\	\	509,4	64,4	200	290	\	2056

Tabla 2.2.1.2 Dimensiones Fan-Coils PLANTA BAJA

PLANTA BAJA								
Uso	VERANO EN LAS ESTANCIAS		INVIERNO EN LAS ESTANCIAS		CARACATERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
	Calor Total (W)	Caudal Requerido (l/h)	Perdidas Invierno (W)	Caudal Requerido (l/h)	Tamaño	Caudal de aire (m3/h)	Potencia Frigorífica (w)	Potencia Calorífica (W)
Mostrador	2014,3	348,0	1257,2	129,5	300	400	2564	2718
Pasillo Admón.	\	\	1771,2	224,0	200	290	\	2056
Baño 1	475,7	82,1	536,1	67,8	200	290	1814	2056
Baño 2	497,8	85,9	545,4	69,0	200	290	1814	2056
Vest. Baño	621,0	107,2	589,6	74,6	200	290	1814	2056
Despacho Direcc.	1154,8	199,3	1152,5	145,7	200	290	1814	2056
Despacho 2	1265,3	218,3	1196,7	151,3	200	290	1814	2056

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Socorrismo	1174,6	202,7	1163,0	147,1	200	290	1814	2056
Aseo Adpat. 1	583,8	100,7	559,4	70,7	200	290	1814	2056
Aseo Adpat. 2	626,9	108,2	740,8	93,7	200	290	1814	2056
Vestíbulo Indep. 1	600,1	103,5	575,7	72,8	200	290	1814	2056
Vestíbulo Indep. 2	614,1	106,0	575,7	72,8	200	290	1814	2056
Vestuarios Niños	\	\	5066,0	302,5	900	1100	\	6028
Distribuidor Vestuarios	\	\	1215,3	153,7	200	290	\	2056

Tabla 2.2.1.3 Dimensiones Fan-Coils PLANTA PRIMERA

PLANTA PRIMERA								
Uso	VERANO EN LAS ESTANCIAS		INVIERNO EN LAS ESTANCIAS		CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
	Calor Total (W)	Caudal Requerido (l/h)	Perdidas Invierno (W)	Caudal Requerido (l/h)	Tamaño	Caudal de aire (m ³ /h)	Potencia Frigorífica (w)	Potencia Calorífica (W)
Módulo Fisis-Estética:								
- Recepción y pasillo	3766,0	651,0	3903,0	273,8	650	750	4761	4562
- Aseo 1	444,0	76,6	460,0	58,2	200	290	1814	2056
- Aseo 2	444,0	76,6	460,0	58,2	200	290	1814	2056
- Cabina 1	1026,0	177,0	1063,0	134,4	200	290	1814	2056
- Cabina 2	1026,0	177,0	1063,0	134,4	200	290	1814	2056
- Cabina 3	938,0	161,8	973,0	123,0	200	290	1814	2056
- Cabina 4	1010,0	174,3	1046,0	132,3	200	290	1814	2056
Zona Espera 1	\	\	2890,0	229,2	450	640	\	3783
Zona Espera 2	\	\	2494,6	257,0	300	400	\	2718
Zona Espera 3	\	\	3718,1	294,9	450	640	\	3783
Vestíbulo 1	\	\	974,6	123,2	200	290	\	2056
Vestíbulo 2	\	\	725,7	91,8	200	290	\	2056

En las estancias que tienen cargas para verano e invierno los FC se configurarán a 4 tubos mientras que las que solo tienen cargas en invierno lo estarán a 2 tubos.

2.2.2 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS CLIMATIZADORES

Se colocarán un total de 10 climatizadores, destinados a combatir las cargas térmicas de los espacios más amplios y diáfanos.

Los climatizadores son unos equipos que hoy en día las grandes marcas como TROX O TECNIVEL casi hacen a medida por lo que para seleccionarlos solo habrá que tener en cuenta las cargas que van a combatir.

Es necesario también calcular las condiciones con las que debe salir el caudal impulsado. Para ello, lo primero que se tiene que hacer es hacer el cálculo de las cargas efectivas, teniendo en cuenta el factor de by-pass, dicho factor determina el rendimiento de la su valor es 0,1.

A continuación, se aplican las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} C_{se} &= C_s + Q_v \cdot FB \cdot 0.3 \cdot (T_{ext} - T_{int}) \\ C_{le} &= C_l + Q_v \cdot FB \cdot 0.72 \cdot (H_{ext} - H_{int}) \end{aligned}$$

Donde C_s y C_l son las cargas sensible y latente de la estancia, FB es el factor de By-Pass, Q_v es el caudal de ventilación de la estancia y H_{ext} y H_{int} son las humedades absolutas en las condiciones del exterior y del interior.

Una vez hemos calculado las cargas efectivas tanto sensible como latente, se obtiene la recta de carga efectiva de la habitación (RCEH) a partir del factor de carga sensible efectivo (FCS).

Para obtener estos datos se usan las siguientes formulas.

$$RCEH = \frac{C_{se}}{C_{le}} = \frac{C_s + Q_v \cdot FB \cdot 0.3 \cdot (T_{ext} - T_{int})}{C_l + Q_v \cdot FB \cdot 0.72 \cdot (H_{ext} - H_{int})}$$

$$FCS = \frac{C_{se}}{C_{se} + C_{le}}$$

Cuando la RCEH corta con la línea de 100% obtenemos el punto 1 el cual nos sirve para calcular el caudal de impulsión y con esto y con el caudal de ventilación sacamos el caudal de retorno, ya que es la resta de los 2 anteriores.

$$Q_i = \frac{C_{se}}{(1 - FB) \cdot 0.3 \cdot (T_{int} - T_1)} = \frac{C_{le}}{(1 - FB) \cdot 0.72 \cdot (H_{int} - H_1)}$$

$$Q_r = Q_i - Q_v$$

Conocido todo esto ya se puede calcular las condiciones a las que tiene que salir el caudal de impulsión.

Para realizar todos estos cálculos se ha utilizado un fichero en Excel que ha facilitado el trabajo.

Lo anterior comentado se aplica a las cargas de verano. Para las pérdidas en invierno se calculan con la siguiente expresión:

$$Perd_{Invierno} = Qi \cdot 0.3 \cdot (T_{int} - T_h)$$

La potencia calorífica necesaria se calcula como:

$$Pot_{Calorifica} = Perd_{Invierno} + Qi \cdot 0.3 \cdot (T_h - T_{ext})$$

Con el fin de obtener la humedad óptima, debemos aportar vapor al ambiente, el cual se calcula en gramos de vapor por hora mediante la siguiente expresión:

$$Vap = 1.2 \cdot Qi \cdot (H_h - H_m)$$

Se instalarán climatizadores del fabricante TROX, en la parte de presupuesto se puede observar qué modelos y con qué características. Y en la parte de planos se puede ver cómo están distribuidos.

A continuación se mostraran las especificaciones de los climatizadores y los caudales de impulsión de cada estancia.

Tabla 2.2.2 Potencia CLIMATIZADORES y caudales.

PLANTA BAJA					
Uso	Calor Total (W)	Perdidas Invierno (W)	Caudal Impulsión Aire (m3/h)	Caudal de agua Requerido (l/h)	Caudal de agua Requerido (l/h)
Vestíbulo entrada y zona relax	13.540	14.291	2.685	2.328,4	2.457,6
Pasillo	\	8.158	2.923	\	1.403
Vestuario Femenino	\	19.394	6.949	\	3.335,2
Vestuario Masculino	\	18.904	6.773	\	3.251
Sala-Estudio	7.741	7.846	1.529	1.331,2	1.349,2

PLANTA PRIMERA					
Uso	Calor Total (W)	Perdidas Invierno (W)	Caudal Impulsión Aire (m ³ /h)	Caudal de agua Requerido (l/h)	Caudal de agua Requerido (l/h)
Sala Cardiovascular	86.650	64.409	14.166	14.901,2	11.076,4
Sala de Act. 1	15.289	19.401	3.052	2.629,2	3.336,4
Sala de Act. 2	19.969	21.640	4.135	3.434	3.721,4
Sala de Act. 3	10.867	11.971	2.166	1.868,8	2.058,6
Sala de Act. 4	15.014	17.343	3.067	2.582	2.982,4

Con los caudales de impulsión de aire se calcularán los conductos y con los caudales de agua requeridos las tuberías.

2.2.3 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE DESHUMECTACIÓN

Las deshumectadoras son equipos de climatización para las zonas húmedas. Se instalará un equipo de deshumectación para la zona de piscinas, SPA y baños turcos.

Los equipos de deshumectación tratan el aire del entorno mediante un ciclo de Carnot. Cogen el aire del ambiente, lo enfrían hasta la condensación absorbiendo la energía que cede el aire, luego el aire se seca quedando preparado para que mediante la energía almacenada el aire se caliente hasta una temperatura superior a la de diseño

Quando se instala una deshumectadora, cabe la posibilidad de que no sea suficiente para combatir todas las cargas que debe de combatir, es por esto por lo que se le debe realizar la instalación de una batería de calor como apoyo de la deshumectadora para que la instalación climaticé la estancia de manera adecuada.

El procedimiento a seguir para el cálculo de las baterías auxiliares, en caso de ser necesario, es el siguiente:

- Entrando en el diagrama psicométrico se obtiene la temperatura a la salida del condensador, T1, que aproximadamente vale 13°C.
- A continuación se aplica la siguiente fórmula para sacar la temperatura del aire a entrada del evaporador:

$$T3 = T1 \cdot (Q_i - Q_v) + (-4) \cdot \frac{Q_v}{Q_i}$$

- Después se calcula la temperatura de impulsión que tiene que tener el aire para que llegue a la estancia a la temperatura de diseño.

$$T_i = \frac{C_{INV}}{0.3 \cdot Q_i} + 26$$

Donde C_INV es la carga de invierno sin tener en cuenta las pérdidas debidas al caudal de ventilación.

Se instalarán dos deshumectadoras que cubrirán toda la zona de piscinas incluyendo la piscina de aprendizaje y toda la zona de hidromasajes, sauna y SPA. Esta zona tiene unas pérdidas totales de 96.5 kW. Se instalarán **dos deshumectadoras** del fabricante CIATESA modelo BCP AQUAIR 230, con una potencia nominal de **47,6 kW** cada una. Teóricamente sería suficiente, pero quedaría un poco ajustado así que se instalará una batería auxiliar para asegurar la correcta climatización.

Para calcular la potencia de la batería a instalar se hará lo siguiente:

$$POT_{BAT} = (Q_i \cdot 0.3 \cdot (T_i - T3)) - POT_{DESHUMECT}$$

Se instalará una batería de 61.5 kW

2.2.4 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CALDERAS

La caldera se seleccionará atendiendo a la pérdida total de invierno que debe combatir. Para ello se sumaran todas las pérdidas de todas las estancias para el momento más desfavorable y la potencia de la caldera debe ser superior con holgura.

Las pérdidas totales en el edificio son de 345.9 kW para el momento más desfavorable, es decir, para el día de más frío.

Cómo ya se comentó en apartados anteriores se dispondrá de dos calderas en paralelo con el fin de no cortar el suministro en caso de avería de una de ellas y buscando también un menor desgaste a largo plazo.

Se colocarán dos calderas de 250 kW cada una sumando un total de 500 Kw, que dará una holgura suficiente para la correcta climatización del centro acuático.

Se utilizarán unas calderas del fabricante VIESSMANN.

Tabla 2.2.4 Potencia Calderas

Perdidas totales (kW)	Pot Caldera (kW)	Uds	Pot. Total calderas (kW)
345,91	250	2	500

2.2.5 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

De forma análoga al cálculo de la potencia de las calderas a instalar, se realiza el cálculo de la potencia necesaria de los equipos de producción de frío.

Se sumarán todas las cargas de verano a combatir y se instalarán unos equipos con la capacidad necesaria para combatirlos.

La carga total de verano en el centro acuático es de 187.35 kW para el momento más desfavorable, es decir, para el día de más calor.

Se instalará una planta de producción de frío del fabricante CARRIER con una potencia nominal de 250 kW, una holgura suficiente para asegurar la correcta climatización de las estancias.

Tabla 2.2.5 Potencia equipo de refrigeración

Calor Total (kW)	Pot. Equipo Refrigeración (kW)
187,35	250

2.2.6 SELECCIÓN DE LOS DIFUSORES

Los difusores tienen como función impulsar el aire que llega por los conductos al interior de la estancia. Para seleccionarlos se tienen en cuenta varios factores como la altura, la velocidad en cuello o el nivel sonoro máximo permitido. Al tener, las estancias, una altura de 3 metros y un uso deportivo, se establece una velocidad de cuello de 3 m/s y un nivel máximo sonoro de 50dB. Éstos solo van colocados en las zonas donde van colocados los climatizadores.

Los difusores que se van a utilizar son del tipo DCI-1 del fabricante AIRFLOW.

En los anexos se adjunta una tabla con los tamaños de los difusores y sus características según la estancia (apartado 3.4)

2.2.7 SELECCIÓN DE CONDUCTOS

Son los elementos que llevarán el aire desde los climatizadores hasta los difusores situados en el techo de las estancias. Para el centro de acuático se instalarán conductos de impulsión que van desde los climatizadores hasta los difusores, pero al estar los climatizadores en el falso techo no habrá conductos de retorno, sino que se instalarán unas rejillas para retornar el aire al equipo. También se instalarán unos conductos que llevarán el aire del exterior destinado a la ventilación hasta los climatizadores.

En el apartado 3.4 de ésta memoria se observan las tablas empleadas para el cálculo de los conductos con sus características.

Además, en la sección de planos se puede observar cómo están dispuestos los conductos en las estancias.

2.2.8 SELECCIÓN DE TUBERÍAS

Como ya se ha comentado con anterioridad las tuberías son de perfil circular y se dimensionan a partir del caudal que las atravesará.

Hay cuatro circuitos cerrados, dos (agua fría y caliente) para fan-coils y otros dos (agua fría y caliente) para climatizadores y deshumectadoras, las tres plantas estarán conectadas por unas tuberías principales que recorrerán el centro en vertical por un hueco de instalaciones adaptado para ello.

Para el cálculo de los caudales, se divide las cargas térmicas entre la variación de temperaturas:

$$Q \left(\frac{l}{h} \right) = \frac{\text{Carga Térmica (Kcal)}}{\Delta T}$$

Dónde:

Para las tuberías de agua caliente la temperatura variara entre 45-50°C
Para las tuberías de agua fría la temperatura variara entre los 7-12°C

En el apartado 3.3 de la presente memoria se encuentran las tablas con los tramos de las tuberías, sus caudales, diámetros nominales, y demás características. Estas tablas son las que se usaron para obtener las pérdidas de carga y así poder dimensionar las bombas.

Además, en la sección de planos, se puede observar cómo están dispuestas las tuberías en los falsos techos de las tres plantas del centro acuático.

2.2.9 SELECCIÓN DE LAS BOMBAS

Se instalarán dos bombas por circuito cerrado, una principal y una auxiliar en caso de avería.

Serán un total de ocho bombas, cuatro principales y cuatro auxiliares, y de las cuatro principales son dos para el circuito de fan-coils (agua fría y agua caliente) y dos para el circuito de climatizadores y deshumectadoras.

Se detalla en el apartado 3.3 cómo se han dimensionado las bombas a partir de las tablas de tuberías. Se calculan las pérdidas en todos los tramos en la impulsión y se multiplica por dos para tener en cuenta el retorno. Además se aplica un coeficiente de seguridad del 10%.

Las especificaciones de las bombas a instalar, calculadas a partir de los caudales y de las pérdidas de carga en las tuberías, son las siguientes:

Tabla 2.2.9 Especificaciones de las bombas.

CIRCUITO	ALTURA EFECTIVA BOMBA (M.C.A.)	CAUDAL (m ³ /h)
A. CALIENTE CLIMATIZADORES	13,58	51,7
A. FRÍA CLIMATIZADORES	7,64	29,07
A. CALIENTE FANCOILS	9,1	4,54
A. FRÍA FANCOILS	7,36	3,17

Se instalarán bombas del fabricante EBARA. En la parte de presupuesto se mostrarán las características nominales.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

3. ANEXOS

3.1 Hojas cálculo de cargas de verano

PLANTA BAJA

Aseo Adapt.1:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao								22 de mayo de 2015	
Planta:		Baja			Zona:		Aseo Adapt.1				
DIMENSIONES:		X		=		5,55 m2		HORA SOLAR:		15	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: JULIO	
										BILBAO	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES	
										BS BH %HR TR Gr/Kgr	
NORTE	Cristal	m2 x	41	x	0,48			Exteriores		27,5 20,0 50 11,7	
NE	Cristal	m2 x	41	x	0,48			Interiores		25,0 18,0 50 10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA		2,5 1,7	
SE	Cristal	m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE			
SUR	Cristal	m2 x	82	x	0,48			Infiltración		m3/h x 1,7 x 0,72	
SO	Cristal	m2 x	397	x	0,48			Personas		1 Personas x 55 55	
OESTE	Cristal	m2 x	456	x	0,48			Aplicaciones			
NO	Cristal	m2 x	209	x	0,48			SUBTOTAL			
	Claraboya	m2 x	542	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 % 6	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL	
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.		45,00 m3/h x 1,7 x 0,15 BF x 0,72 8	
NE	Pared	m2 x	1,0	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL			
ESTE	Pared	m2 x	2,1	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL			
SE	Pared	m2 x	6,6	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR			
SUR	Pared	m2 x	8,8	x	0,65			Sensible		45,00 m3/h x 2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3 29	
SO	Pared	m2 x	8,2	x	0,65			Latente		45,00 m3/h x 1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72 47	
OESTE	Pared	m2 x	5,5	x	0,65			SUBTOTAL			
NO	Pared	m2 x	0,4	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL			
	Tejado-Sol	m2 x	12,1	x	0,46			502			
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			A. D. P.			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		FACTOR CALOR SENSIBLE	
Total Cristal		m2 x		2,5 x		2,60		357		Efec. Sens. Local = 0,84	
Tabiques LNC		25,77 m2 x		1,3 x		1,20		426		Efec. Total Local =	
Techo LNC		m2 x		1,3 x		2,02		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO			
Suelo		5,55 m2 x		1,3 x		1,10		ADP Indicado=		°C	
Suelo exterior		m2 x		2,5 x		1,10		ADP Seleccionado=		12 °C	
Puertas		m2 x		2,5 x		2,00		▲T=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - 12 ADP)= 11,05			
Infiltración		m3/h x		2,5 x		0,30		CAUDAL DE AIRE M3/H		357 Sensible Local = 108	
CALOR INTERNO								TOTALES		Observaciones:	
Personas		1 Personas		x		57		0,3 X		11,05 ▲T =	
Alumbrado		111 Watos x 0,86		x		1,25		Nº DE O.T.:			
Aplicaciones, etc.				111 x		0,86		CALCULADO POR:			
Potencia				x				SUBTOTAL			
Ganancias Adicionales				x				320			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		CALOR SENSIBLE DEL LOCAL	
32								57		119	
5								95		352	
357								5		357	
352								5		357	
357								5		357	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Aseo Adapt. 2:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																			
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao								22 de mayo de 2015									
Planta:		Baja		Zona:		Aseo Adapt.2													
DIMENSIONES:		X =		6,40 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO									
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h				MES:		JULIO					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr	
NORTE	Cristal	m2 x	41	x	0,48			Exteriores		27,5		20,0		50				11,7	
NE	Cristal	m2 x	41	x	0,48			Interiores		25,0		18,0		50				10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA		2,5								1,7	
SE	Cristal	m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE											
SUR	Cristal	m2 x	82	x	0,48			Infiltración		m3/h x 1,7		x		0,72					
SO	Cristal	m2 x	397	x	0,48			Personas		1		Personas		x		55		55	
OESTE	Cristal	m2 x	456	x	0,48			Aplicaciones											
NO	Cristal	m2 x	209	x	0,48			SUBTOTAL										55	
	Claraboya	m2 x	542	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%						6	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL										61	
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.		45,00		m3/h x 1,7		x 0,15		BF x 0,72		8	
NE	Pared	m2 x	1,0	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL										69	
ESTE	Pared	m2 x	2,1	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL										463	
SE	Pared	m2 x	6,6	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR											
SUR	Pared	m2 x	8,8	x	0,65			Sensible		45,00		m3/h x 2,5 (1-		0,15 BF) x 0,3				29	
SO	Pared	m2 x	8,2	x	0,65			Latente		45,00		m3/h x 1,7 (1-		0,15 BF) x 0,72				47	
OESTE	Pared	m2 x	5,5	x	0,65			SUBTOTAL										76	
NO	Pared	m2 x	0,4	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL										539	
	Tejado-Sol	m2 x	12,1	x	0,46			A. D. P.											
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE		394		Efec. Sens. Local		=				0,85	
										463		Efec. Total Local							
										ADP Indicado=								°C	
										ADP Seleccionado=		12						°C	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO											
	Total Cristal	m2 x	2,5	x	2,60			CAUDAL DE AIRE M3/H		394		Sensible Local		=				11,05	
	Tabiques LNC	25,62 m2 x	1,3	x	1,20					0,3 X		11,05		▲T					
	Techo LNC	m2 x	1,3	x	2,02			Observaciones:											
	Suelo	6,40 m2 x	1,3	x	1,10														
	Suelo exterior	m2 x	2,5	x	1,10														
	Puertas	m2 x	2,5	x	2,00														
	Infiltración	m3/h x	2,5	x	0,30														
CALOR INTERNO						TOTALES													
	Personas	1	Personas	x	57														
	Alumbrado	128	Wattios x 0,86	x	1,25														
	Aplicaciones, etc.		128	x	0,86														
	Potencia			x															
	Ganancias Adicionales			x															
SUBTOTAL						354													
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %													
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						389													
	Aire Exterior	45,00	m3/h x	2,5	x	0,15													
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						394													

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Baño 1:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuatico en Bilbao							22 de mayo de 2015		
Planta:		Baja		Zona:		Baño 1					
DIMENSIONES:		X =		4,45 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO	
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:		JULIO			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES		BS	BH	%HR	
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50	11,7	
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		DIFERENCIA	2,5			1,7	
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48		Personas	1	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48		Aplicaciones					
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48		SUBTOTAL					
Claraboya	m2 x	542 x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD	10	%		6	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					61
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65		Aire Ext.	45,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72	
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					69
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					333
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65		Sensible	45,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	29	
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65		Latente	45,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72	47	
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65		SUBTOTAL					76
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					409
Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46			A. D. P.					
Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	264	Efec. Sens. Local	=	0,79	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	333	Efec. Total Local				
Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60			ADP Indicado=		°C			
Tabiques LNC	m2 x	1,3 x	1,20			ADP Seleccionado=	12	°C			
Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Suelo	4,45 m2 x	1,3 x	1,10		6	$\Delta T = (1-0,15 BF) \times (^{\circ}C Loc - 25,0)$	-	12	ADP=	11,05	
Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	264	Sensible Local	=	80	
Puestas	m2 x	2,5 x	2,00			0,3 X	11,05	ΔT			
Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30			CALOR INTERNO					
CALOR INTERNO					TOTALES	Observaciones:					
Personas	1	Personas	x	57	57						
Alumbrado	89	Wattios x 0,86	x	1,25	96						
Aplicaciones, etc.		89	x	0,86	77						
Potencia			x								
Ganancias Adicionales			x								
SUBTOTAL					235						
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %						
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					259						
Aire Exterior	45,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3	5						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					264						
Calculado por:											
Nº DE O.T.:											

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Baño 2:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuatico en Bilbao								22 de mayo de 2015	
Planta:		Baja		Zona:		Baño 2					
DIMENSIONES:		X =		4,90 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO	
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:		JULIO			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES		BS	BH	%HR	
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50	11,7	
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		DIFERENCIA	2,5			1,7	
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48		Personas	1	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48		Aplicaciones					
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48		SUBTOTAL				55	
	Claraboya	m2 x	542 x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		6	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					61
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65		Aire Ext.	45,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72	
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					8
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					353
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65		Sensible	45,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	29	
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65		Latente	45,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72	47	
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65		SUBTOTAL				76	
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					428
	Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46		A. D. P.					
	Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE	284	Efec. Sens. Local	=	0,80	
							353	Efec. Total Local			
							ADP Indicado=		°C		
							ADP Seleccionado=	12	°C		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Total Cristal		m2 x	2,5 x	2,60		ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12	ADP)=	
Tabiques LNC		m2 x	1,3 x	1,20		CAUDAL DE AIRE M3/H	284	Sensible Local	=	11,05	
Techo LNC		m2 x	1,3 x	2,02			0,3 X	11,05	ΔT	=	
Suelo	4,90	m2 x	1,3 x	1,10	7	CALOR INTERNO					
Suelo exterior		m2 x	2,5 x	1,10		TOTALES					
Puertas		m2 x	2,5 x	2,00		Personas	1	Personas	x	57	
Infiltración		m3/h x	2,5 x	0,30		Alumbrado	98	Wattios x 0,86	x	1,25	
CALOR INTERNO					TOTALES					84	
Personas	1	Personas	x	57	57	Aplicaciones, etc.		98	x	0,86	
Alumbrado	98	Wattios x 0,86	x	1,25	105	Potencia			x		
Aplicaciones, etc.			98	x	84	Ganancias Adicionales			x		
Potencia				x		SUBTOTAL				254	
Ganancias Adicionales				x		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		25	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					TOTALES	CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					279
Aire Exterior	45,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3	5	CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					284

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Despacho Dirección:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015			
Planta:		Baja		Zona:		Despacho Dirección						
DIMENSIONES:		X =		12,60 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO		
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: JULIO		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				Exteriores	27,5	20,0	50	11,7
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				Interiores	25,0	18,0	50	10,0
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				DIFERENCIA	2,5			1,7
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				CALOR LATENTE				
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48				Infiltración	m3/h x	1,7 x	x	0,72
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48				Personas	2	Personas	x	55
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48				Aplicaciones				
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48				SUBTOTAL				
	Claraboya	m2 x	542 x	0,48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		11
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				121
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65				Aire Ext.	90,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65				CALOR AIRE EXTERIOR				
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65				Sensible	90,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF)	x 0,3
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65				Latente	90,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF)	x 0,72
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65				SUBTOTAL				
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65				GRAN CALOR TOTAL				993
	Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46				A. D. P.				
	Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46				FACTOR CALOR SENSIBLE	705	Efec. Sens. Local	=	0,84
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		ADP Indicado=				°C
	Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60				ADP Seleccionado=		12		°C
	Tabiques LNC	7,99 m2 x	1,3 x	1,20		12		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO				
	Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02				$\Delta T = (1-0,15 BF) \times (T_{Loc} - T_{Ext})$		25,0 - 12		ADP=
	Suelo	12,60 m2 x	1,3 x	1,10		18		CAUDAL DE AIRE M3/H	705	Sensible Local	=	213
	Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10				0,3 X		11,05		ΔT
	Puertas	m2 x	2,5 x	2,00				CALOR INTERNO				
	Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30				TOTALES				114
	Personas	2	Personas	x	57			Observaciones:				
	Alumbrado	252	Wattios x 0,86	x	1,25			Nº DE O.T.:				271
	Aplicaciones, etc.		252 x	0,86				CALCULADO POR:				217
	Potencia			x				SUBTOTAL				
	Ganancias Adicionales			x								632
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %						63
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL												695
	Aire Exterior	90,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3			CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL				
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL												705

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Despacho 2:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015			
Planta:		Baja		Zona:		Despacho 2						
DIMENSIONES:		X =		14,65 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO		
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: JULIO		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				Exteriores	27,5	20,0	50	11,7
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				Interiores	25,0	18,0	50	10,0
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				DIFERENCIA	2,5			1,7
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				CALOR LATENTE				
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48				Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48				Personas	2	Personas	x	55
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48				Aplicaciones				
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48				SUBTOTAL				
	Claraboya	m2 x	542 x	0,48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		11
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				121
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65				Aire Ext.	90,00	m3/h x	1,7	0,15 BF x 0,72
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65				CALOR AIRE EXTERIOR				
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65				Sensible	90,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF)	x 0,3
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65				Latente	90,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF)	x 0,72
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65				SUBTOTAL				
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65				GRAN CALOR TOTAL				1.088
	Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46				A. D. P.				
	Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46				FACTOR CALOR SENSIBLE	799	Efec. Sens. Local	=	0,85
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES						
	Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60					937	Efec. Total Local	=	
	Tabiques LNC	9,30	m2 x	1,3 x	1,20		15	ADP Indicado=				°C
	Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02				ADP Seleccionado=				12 °C
	Suelo	14,65	m2 x	1,3 x	1,10		21	CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO				
	Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10				$\Delta T = (1-0,15 BF) \times (°C Loc - 25,0)$		12		ADP= 11,05
	Puertas	m2 x	2,5 x	2,00				CAUDAL DE AIRE M3/H	799	Sensible Local	=	241
	Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30				0,3 X		11,05		ΔT
CALOR INTERNO						TOTALES						
	Personas	2	Personas	x	57		114	Observaciones:				
	Alumbrado	293	Wattios x 0,86	x	1,25		315	Nº DE O.T.:				
	Aplicaciones, etc.		293	x	0,86		252	CALCULADO POR:				
	Potencia			x				SUBTOTAL				
	Ganancias Adicionales			x								717
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						TOTALES						72
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						TOTALES						789
	Aire Exterior	90,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3		10	CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL				
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						TOTALES						799

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Módulo Fisio-Estética:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS										
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015	
Planta:		Baja		Zona:		Módulo Fisio-Estética				
DIMENSIONES:		X		=		88,25 m ²		HORA SOLAR:		15
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR	Kcal/h		MES:		JULIO
								BILBAO		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		
								BS	BH	%HR
NORTE	Cristal		m2 x 41	x	0,48			27,5	20,0	50
NE	Cristal		m2 x 41	x	0,48			25,0	18,0	50
ESTE	Cristal		m2 x 41	x	0,48			2,5		
SE	Cristal		m2 x 41	x	0,48					
SUR	Cristal	13,00	m2 x 82	x	0,48	512				
SO	Cristal		m2 x 397	x	0,48					
OESTE	Cristal		m2 x 456	x	0,48					
NO	Cristal		m2 x 209	x	0,48					
	Claraboya		m2 x 542	x	0,48					
								CALOR LATENTE		
								Infiltración	m3/h x 1,7	x 0,72
								Personas	11	Personas x 55
								Aplicaciones		
								SUBTOTAL		605
								COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %
								CALOR LATENTE DEL LOCAL		666
								Aire Ext.	495,00	m3/h x 1,7 x 0,15 BF x 0,72
								CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL		757
								CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL		6.611
								CALOR AIRE EXTERIOR		
								Sensible	495,00	m3/h x 2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3
								Latente	495,00	m3/h x 1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72
								SUBTOTAL		831
								GRAN CALOR TOTAL		7.441
								A.D.P.		
								FACTOR CALOR SENSIBLE	5.854	Efec. Sens. Local = 0,89
								ADP Indicado=		°C
								ADP Seleccionado=	12	°C
								CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO		
								ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	- 12 ADP)= 11,05
								CAUDAL DE AIRE M3/H	5.854	Sensible Local = 1.766
								0,3 X	11,05	ΔT
								CALOR INTERNO		
								TOTALES		
								Personas		11
								Personas		x 57
								Alumbrado		1.765
								Wattios x 0,86		x 1,25
								Aplicaciones, etc.		1.765
								x 0,86		x 0,86
								Potencia		x
								Ganancias Adicionales		x
								SUBTOTAL		5.271
								COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %
								CALOR SENSIBLE DEL LOCAL		5.798
								Aire Exterior	495,00	m3/h x 2,5 x 0,15 BF x 0,3
								CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL		5.854

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Mostrador:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuatico en Bilbao							22 de mayo de 2015		
Planta:		Baja		Zona:		Mostrador					
DIMENSIONES:		X =		=		17,45 m2		HORA SOLAR:		15	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		BILBAO	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL											
								TOTALES			
								CONDICIONES			
								BS		BH	
								%HR		TR	
								Gr/Kgr			
NORTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50
ESTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		DIFERENCIA	2,5		
SE	Cristal	23,00	m2 x	41	x	0,48	453	CALOR LATENTE			
SUR	Cristal		m2 x	82	x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x 0,72
SO	Cristal		m2 x	397	x	0,48		Personas	2	Personas	x 55
OESTE	Cristal		m2 x	456	x	0,48		Aplicaciones			
NO	Cristal		m2 x	209	x	0,48		SUBTOTAL			
	Claraboya		m2 x	542	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL	
NORTE	Pared		m2 x		x	0,65		Aire Ext.	90,00	m3/h x	1,7 x 0,15 BF x 0,72
NE	Pared		m2 x	1,0	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL			
ESTE	Pared		m2 x	2,1	x	0,65		1.581			
SE	Pared		m2 x	6,6	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR			
SUR	Pared		m2 x	8,8	x	0,65		Sensible	90,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3
SO	Pared		m2 x	8,2	x	0,65		Latente	90,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72
OESTE	Pared		m2 x	5,5	x	0,65		SUBTOTAL			
NO	Pared		m2 x	0,4	x	0,65		151			
	Tejado-Sol		m2 x	12,1	x	0,46		GRAN CALOR TOTAL		1.732	
	Tejado-Sombra		m2 x		x	0,46		A. D. P.			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES			
Total Cristal			m2 x	2,5	x	2,60		FACTOR CALOR SENSIBLE	1.443	Efec. Sens. Local	= 0,91
Tabiques LNC	22,78		m2 x	1,3	x	1,20	36		1.581	Efec. Total Local	
Techo LNC			m2 x	1,3	x	2,02		ADP Indicado=			°C
Suelo	17,45		m2 x	1,3	x	1,10	25	ADP Seleccionado=	12		°C
Suelo exterior			m2 x	2,5	x	1,10		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO			
Puertas			m2 x	2,5	x	2,00		▲T=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12
Infiltración			m3/h x	2,5	x	0,30		ADP)=			11,05
CALOR INTERNO								CAUDAL DE AIRE M3/H	1.443	Sensible Local	= 435
								0,3 X	11,05	▲T	
Personas	2	Personas	x			57	114	Observaciones:			
Alumbrado	349	Wattios x 0,86	x			1,25	375	Nº DE O. T. :			
Aplicaciones, etc.		349	x			0,86	300	CALCULADO POR:			
Potencia			x					SUBTOTAL			
Ganancias Adicionales			x					1.303			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								CALOR SENSIBLE DEL LOCAL		1.433	
								Aire Exterior		10	
								CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL		1.443	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sala estudio:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015			
Planta:		Baja		Zona:		Sala Estudio						
DIMENSIONES:		X =		=		89,15 m2		HORA SOLAR:		15		
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: JULIO BILBAO		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				Exteriores	27,5	20,0	50	11,7
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				Interiores	25,0	18,0	50	10,0
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				DIFERENCIA	2,5			1,7
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				CALOR LATENTE				
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48				Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48				Personas	11	Personas	x	55
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48				Aplicaciones				
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48				SUBTOTAL				
	Claraboya	m2 x	542 x	0,48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		61
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				666
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65				Aire Ext.	495,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65				CALOR AIRE EXTERIOR				
SUR	Pared	34,40 m2 x	8,8 x	0,65		197		Sensible	495,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF)	x 0,3
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65				Latente	495,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF)	x 0,72
OESTE	Pared	23,55 m2 x	5,5 x	0,65		84		SUBTOTAL				
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65				GRAN CALOR TOTAL				6.656
	Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46				A. D. P.				
	Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46				FACTOR CALOR SENSIBLE	5.069	Efec. Sens. Local	=	0,87
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES						
	Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60				ADP Indicado=				°C
	Tabiques LNC	46,30 m2 x	1,3 x	1,20		72		ADP Seleccionado=	12			°C
	Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02				CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO				
	Suelo	89,15 m2 x	1,3 x	1,10		127		ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12	ADP)=
	Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10				CAUDAL DE AIRE M3/H	5.069	Sensible Local	=	1.529
	Puertas	m2 x	2,5 x	2,00								
	Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30								
CALOR INTERNO						TOTALES						
	Personas	11	Personas	x	57	627		Observaciones:				
	Alumbrado	1.783	Wattios x 0,86	x	1,25	1.917						
	Aplicaciones, etc.		1.783	x	0,86	1.533						
	Potencia			x								
	Ganancias Adicionales			x								
SUBTOTAL						4.557						
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %						
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						5.013						
	Aire Exterior	495,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3	56						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						5.069						
CALCULADO POR:						Nº DE O. T. :						

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Socorrismo:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao								22 de mayo de 2015		
Planta:		Baja		Zona:		Socorrismo						
DIMENSIONES:		X =		13,10 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO		
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: JULIO		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				Exteriores	27,5	20,0	50	11,7
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				Interiores	25,0	18,0	50	10,0
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				DIFERENCIA	2,5			1,7
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48				CALOR LATENTE				
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48				Infiltración	m3/h x	1,7 x	x	0,72
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48				Personas	2	Personas	x	55
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48				Aplicaciones				
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48				SUBTOTAL				110
	Claraboya	m2 x	542 x	0,48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		11
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				121
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65				Aire Ext.	90,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				17
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				859
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65				CALOR AIRE EXTERIOR				
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65				Sensible	90,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF)	x 0,3
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65				Latente	90,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF)	x 0,72
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65				SUBTOTAL				151
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65				GRAN CALOR TOTAL				1.010
	Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46				A. D. P.				
	Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46				FACTOR CALOR SENSIBLE	721	Efec. Sens. Local	=	0,84
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		ADP Indicado=				°C
	Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60				ADP Seleccionado=		12		°C
	Tabiques LNC	3,66 m2 x	1,3 x	1,20		6		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO				
	Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02				▲T=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12	ADP)=
	Suelo	13,10 m2 x	1,3 x	1,10		19		CAUDAL DE AIRE M3/H	721	Sensible Local	=	218
	Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10				0,3 X		11,05		▲T
	Puertas	m2 x	2,5 x	2,00				Observaciones:				
	Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30				Nº DE O.T.:				
CALOR INTERNO						TOTALES		CALCULADO POR:				
Personas	2	Personas	x	57		114		SUBTOTAL				646
Alumbrado	262	Wattios x 0,86	x	1,25		282		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		65
Aplicaciones, etc.		262	x	0,86		225		CALOR SENSIBLE DEL LOCAL				711
Potencia			x					Aire Exterior		90,00 m3/h x		2,5 x
Ganancias Adicionales			x					0,15 BF x 0,3				10
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						TOTALES						721

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestíbulo baño:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuatico en Bilbao							22 de mayo de 2015		
Planta:		Baja		Zona:		Vestibulo Baño					
DIMENSIONES:		X =		6,95 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO	
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:		JULIO			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES		BS	BH	%HR	
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50	11,7	
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		DIFERENCIA	2,5			1,7	
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48		Personas	1	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48		Aplicaciones					
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48		SUBTOTAL					
Claraboya	m2 x	542 x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD	10	%		6	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					61
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65		Aire Ext.	45,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72	
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					69
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					458
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65		Sensible	45,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	29	
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65		Latente	45,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72	47	
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65		SUBTOTAL					76
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					534
Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46			A. D. P.					
Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	389	Efec. Sens. Local	=	0,85	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	458	Efec. Total Local				
Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60		13	ADP Indicado=		°C			
Tabiques LNC	8,54 m2 x	1,3 x	1,20		10	ADP Seleccionado=	12	°C			
Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Suelo	6,95 m2 x	1,3 x	1,10			ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12	ADP)=	
Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	389	Sensible Local	=	11,05	
Puestas	m2 x	2,5 x	2,00			0,3 X	11,05	ΔT			
Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30			CALOR INTERNO					
TOTALES					TOTALES	Observaciones:					
Personas	1	Personas	x	57	57						
Alumbrado	139	Wattios x 0,86	x	1,25	149						
Aplicaciones, etc.		139	x	0,86	120						
Potencia			x								
Ganancias Adicionales			x								
SUBTOTAL					349						
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %						
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					384						
Aire Exterior	45,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3	5						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					389						

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestíbulo entrada:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao								22 de mayo de 2015	
Planta:		Baja		Zona:		Vestíbulo Entrada					
DIMENSIONES:		X =		90,80 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO	
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:		JULIO			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES		BS	BH	%HR	
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50	11,7	
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		DIFERENCIA	2,5			1,7	
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48		Personas	11	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48		Aplicaciones				605	
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48		SUBTOTAL					
	Claraboya	m2 x	542 x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD	10	%		61	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					666
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65		Aire Ext.	495,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72	
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					757
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					5.672
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65		Sensible	495,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	316	
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65		Latente	495,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72	515	
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65		SUBTOTAL					831
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					6.502
	Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46							
	Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46							
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	A. D. P.					
Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60		FACTOR CALOR SENSIBLE	4.915	Efec. Sens. Local	=	0,87		
Tabiques LNC	93,65 m2 x	1,3 x	1,20	146		5.672	Efec. Total Local				
Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02		ADP Indicado=		°C				
Suelo	90,80 m2 x	1,3 x	1,10	130	ADP Seleccionado=	12	°C				
Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO						
Puertas	m2 x	2,5 x	2,00		ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12	ADP)=	11,05	
Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30		CAUDAL DE AIRE M3/H	4.915	Sensible Local	=	1.483		
	0,3 X					11,05	ΔT				
CALOR INTERNO					TOTALES	Observaciones:					
Personas	11	Personas	x	57	627						
Alumbrado	1.816	Wattios x 0,86	x	1,25	1.952						
Aplicaciones, etc.		1.816	x	0,86	1.562						
Potencia			x								
Ganancias Adicionales			x								
SUBTOTAL					4.417	Nº DE O. T. :					
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %	CALCULADO POR:					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					442						
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					4.859						
Aire Exterior	495,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3	56						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					4.915						

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestíbulo independiente 1:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015		
Planta:		Baja		Zona:		Vestibulo Indep. 1					
DIMENSIONES:		X =		6,30 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO	
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:		JULIO			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES		BS	BH	%HR	
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50	11,7	
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		DIFERENCIA	2,5			1,7	
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48		Personas	1	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48		Aplicaciones					
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48		SUBTOTAL					
Claraboya	m2 x	542 x	0,48							55	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		6	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					61
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65		Aire Ext.	45,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72	
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					8
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					440
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65		Sensible	45,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF)) x 0,3	
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65		Latente	45,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF)) x 0,72	
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65		SUBTOTAL					76
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					516
Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46			A. D. P.					
Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	371	Efec. Sens. Local	=	0,84	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES		440	Efec. Total Local			
Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60		23	ADP Indicado=		°C			
Tabiques LNC	14,64 m2 x	1,3 x	1,20			ADP Seleccionado=	12	°C			
Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02		9	CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Suelo	6,30 m2 x	1,3 x	1,10			ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12	ADP)=	
Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	371	Sensible Local	=	11,05	
Puestas	m2 x	2,5 x	2,00			0,3 X	11,05	ΔT			
Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30			CALOR INTERNO					
CALOR INTERNO					TOTALES	Observaciones:					
Personas	1	Personas	x	57	57						
Alumbrado	126	Wattios x 0,86	x	1,25	135						
Aplicaciones, etc.		126	x	0,86	108						
Potencia			x								
Ganancias Adicionales			x								
SUBTOTAL					333						
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %						
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					366						
Aire Exterior	45,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3	5						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					371						

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestíbulo independiente 2:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015		
Planta:		Baja		Zona:		Vestibulo Indep. 2					
DIMENSIONES:		X =		6,30 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO	
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:		JULIO			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES		BS	BH	%HR	
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50	11,7	
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		DIFERENCIA	2,5			1,7	
SE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48		Personas	1	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48		Aplicaciones					
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48		SUBTOTAL				55	
	Claraboya	m2 x	542 x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		6	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					61
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65		Aire Ext.	45,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72	
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					8
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					452
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65		Sensible	45,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	29	
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65		Latente	45,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72	47	
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65		SUBTOTAL				76	
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					528
	Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46		A. D. P.					
	Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE	383	Efec. Sens. Local	=	0,85	
							452	Efec. Total Local			
							ADP Indicado=			°C	
							ADP Seleccionado=	12		°C	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60			ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12	ADP)=	
Tabiques LNC	21,96 m2 x	1,3 x	1,20		34	CAUDAL DE AIRE M3/H	383	Sensible Local	=	11,05	
Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02				0,3 X	11,05	ΔT		
Suelo	6,30 m2 x	1,3 x	1,10		9	Observaciones:					
Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10			Nº DE O.T.:					
Puertas	m2 x	2,5 x	2,00			CALCULADO POR:					
Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30			SUBTOTAL					344
CALOR INTERNO					TOTALES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD					34
Personas	1	Personas	x	57	57	CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					378
Alumbrado	126	Wattios x 0,86	x	1,25	135	Aire Exterior	45,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3	
Aplicaciones, etc.		126	x	0,86	108	CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					383
Potencia			x								
Ganancias Adicionales			x								

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Zona relax:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuatico en Bilbao								22 de mayo de 2015	
Planta:		Baja		Zona:		Zona Relax					
DIMENSIONES:		X =		65,90 m2		HORA SOLAR:		15		BILBAO	
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:		JULIO			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES		BS	BH	%HR	
NORTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50	11,7	
NE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0	
ESTE	Cristal	m2 x	41 x	0,48		DIFERENCIA	2,5			1,7	
SE	Cristal	23,00 m2 x	41 x	0,48	453	CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	82 x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	397 x	0,48		Personas	8	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	456 x	0,48		Aplicaciones				440	
NO	Cristal	m2 x	209 x	0,48		SUBTOTAL					
	Claraboya	m2 x	542 x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD	10	%		44	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					484
NORTE	Pared	m2 x	x	0,65		Aire Ext.	360,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72	
NE	Pared	m2 x	1,0 x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					550
ESTE	Pared	m2 x	2,1 x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					4.536
SE	Pared	m2 x	6,6 x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	8,8 x	0,65		Sensible	360,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	230	
SO	Pared	m2 x	8,2 x	0,65		Latente	360,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72	375	
OESTE	Pared	m2 x	5,5 x	0,65		SUBTOTAL					604
NO	Pared	m2 x	0,4 x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					5.140
	Tejado-Sol	m2 x	12,1 x	0,46							
	Tejado-Sombra	m2 x	x	0,46							
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	A. D. P.					
Total Cristal	m2 x	2,5 x	2,60		33	FACTOR CALOR SENSIBLE	3.986	Efec. Sens. Local	=	0,88	
Tabiques LNC	20,89 m2 x	1,3 x	1,20				4.536	Efec. Total Local			
Techo LNC	m2 x	1,3 x	2,02			ADP Indicado=		°C			
Suelo	65,90 m2 x	1,3 x	1,10		94	ADP Seleccionado=	12	°C			
Suelo exterior	m2 x	2,5 x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Puertas	m2 x	2,5 x	2,00			ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	25,0	-	12	ADP)=	
Infiltración	m3/h x	2,5 x	0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	3.986	Sensible Local	=	11,05	
						0,3 X	11,05	ΔT		1.202	
CALOR INTERNO					TOTALES	Observaciones:					
Personas	8	Personas	x	57	456						
Alumbrado	1.318	Wattios x 0,86	x	1,25	1.417						
Aplicaciones, etc.		1.318	x	0,86	1.133						
Potencia			x								
Ganancias Adicionales			x								
SUBTOTAL					3.586	Nº DE O. T. :					
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %	CALCULADO POR:					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					3.945						
Aire Exterior	360,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3	41						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					3.986						

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

PLANTA PRIMERA

Sala de actividades 1:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS															
Proyecto: Centro Acuático en Bilbao										22 de mayo de 2015					
Planta: Primera				Zona:				Sala Actividades 1							
DIMENSIONES: X = 171,50 m2										HORA SOLAR: 15		BILBAO			
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kca1/h		MES: JULIO					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS	BH	%HR	TR	Gr/Kgr	
NORTE	Cristal	26,73	m2 x	41	x	0,48	526	Exteriores	27,5	20,0	50		11,7		
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50		10,0		
ESTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		DIFERENCIA	2,5				1,7		
SE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		CALOR LATENTE							
SUR	Cristal		m2 x	82	x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72			
SO	Cristal		m2 x	397	x	0,48		Personas	21	Personas	x	55	1.155		
OESTE	Cristal		m2 x	456	x	0,48		Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	209	x	0,48		SUBTOTAL					1.155		
	Claraboya		m2 x	542	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD			10	%		116	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL					1.271		
NORTE	Pared		m2 x		x	0,65	69	Aire Ext.	945,00	m3/h x	1,7	x	0,15	BF x 0,72	174
NE	Pared		m2 x	1,0	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					1.445		
ESTE	Pared	50,29	m2 x	2,1	x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					11.561		
SE	Pared		m2 x	6,6	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared		m2 x	8,8	x	0,65		Sensible	945,00	m3/h x	2,5	x (1- 0,15 BF)	x 0,3	602	
SO	Pared		m2 x	8,2	x	0,65		Latente	945,00	m3/h x	1,7	x (1- 0,15 BF)	x 0,72	983	
OESTE	Pared		m2 x	5,5	x	0,65		SUBTOTAL					1.586		
NO	Pared		m2 x	0,4	x	0,65		GRAN CALOR TOTAL		13.146					
	Tejado-Sol		m2 x	12,1	x	0,46		A. D. P.							
	Tejado-Sombra		m2 x		x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE	10.116	Efec. Sens. Local	=		0,88		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		ADP Indicado=					°C		
Total Cristal	26,73	m2 x	2,5	x	2,60	174	ADP Seleccionado=					12 °C			
Tabiques LNC	30,06	m2 x	1,3	x	1,20	47	CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO								
Techo LNC	171,50	m2 x	1,3	x	2,02	450	ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc		25,0	-	12	ADP)=	11,05		
Suelo		m2 x	1,3	x	1,10		CAUDAL DE AIRE M3/H	10.116	Sensible Local	=		3.052			
Suelo exterior		m2 x	2,5	x	1,10		0,3 X	11,05	ΔT						
Puertas		m2 x	2,5	x	2,00		Observaciones:								
Infiltración		m3/h x	2,5	x	0,30		Nº DE O.T.:								
CALOR INTERNO						TOTALES		CALCULADO POR:							
Personas	21	Personas	x	57		1.197	SUBTOTAL					9.100			
Alumbrado	3.430	Wattios x 0,86	x	1,25		3.687	COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %			
Aplicaciones, etc.		3.430	x	0,86		2.950	CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					10.010			
Potencia			x				Aire Exterior	945,00	m3/h x	2,5	x	0,15	BF x 0,3	106	
Ganancias Adicionales			x				CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					10.116			

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sala de actividades 2:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS													
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015				
Planta:		Primera		Zona:		Sala Actividades 2							
DIMENSIONES:			X =		195,80 m2		HORA SOLAR:		15				
CONCEPTO			SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h				
CONDICIONES			BS		BH		%HR		TR				
MESES:			JULIO		BILBAO								
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES							
NORTE	Cristal		m2 x	41 x	0,48			Exteriores	27,5	20,0	50	11,7	
NE	Cristal		m2 x	41 x	0,48			Interiores	25,0	18,0	50	10,0	
ESTE	Cristal		m2 x	41 x	0,48			DIFERENCIA	2,5			1,7	
SE	Cristal		m2 x	41 x	0,48			CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	29,85	m2 x	82 x	0,48		1.175	Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72	
SO	Cristal		m2 x	397 x	0,48			Personas	24	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	6,20	m2 x	456 x	0,48		1.357	Aplicaciones					
NO	Cristal		m2 x	209 x	0,48			SUBTOTAL				1.320	
	Claraboya		m2 x	542 x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		132	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL			1.452		
NORTE	Pared		m2 x	x	0,65			Aire Ext.	1.080,00	m3/h x	1,7 x	0,15 BF x 0,72	198
NE	Pared		m2 x	1,0 x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				1.650	
ESTE	Pared	47,37	m2 x	2,1 x	0,65		65	CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				15.358	
SE	Pared		m2 x	6,6 x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared		m2 x	8,8 x	0,65			Sensible	1.080,00	m3/h x	2,5 x (1-	0,15 BF) x 0,3	689
SO	Pared		m2 x	8,2 x	0,65			Latente	1.080,00	m3/h x	1,7 x (1-	0,15 BF) x 0,72	1.124
OESTE	Pared		m2 x	5,5 x	0,65			SUBTOTAL				1.812	
NO	Pared		m2 x	0,4 x	0,65			GRAN CALOR TOTAL				17.170	
	Tejado-Sol		m2 x	12,1 x	0,46			A. D. P.					
	Tejado-Sombra		m2 x	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	13.708	Efec. Sens. Local =		0,89	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES							
	Total Cristal	36,05	m2 x	2,5 x	2,60		234	ADP Indicado=				°C	
	Tabiques LNC	39,24	m2 x	1,3 x	1,20		61	ADP Seleccionado=				12 °C	
	Techo LNC	195,80	m2 x	1,3 x	2,02		514	CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
	Suelo		m2 x	1,3 x	1,10			$\Delta T = (1-0,15 BF) \times ({}^{\circ}\text{C Loc} - 25,0) - 12 \text{ ADP} =$				11,05	
	Suelo exterior		m2 x	2,5 x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	13.708	Sensible Local =		4.135	
	Puertas		m2 x	2,5 x	2,00								
	Infiltración		m3/h x	2,5 x	0,30			CALOR INTERNO					
CALOR INTERNO						TOTALES							
	Personas	24	Personas	x	57		1.368	Observaciones:					
	Alumbrado	3.916	Wattios x	0,86	x	1,25	4.210						
	Aplicaciones, etc.			3.916	x	0,86	3.368						
	Potencia				x			Nº DE O.T.:					
	Ganancias Adicionales				x			CALCULADO POR:					
SUBTOTAL						12.351							
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %						1.235	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						13.586							
	Aire Exterior	1.080,00	m3/h x	2,5 x	0,15 BF x 0,3		122						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						13.708							

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sala de actividades 3:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015		
Planta:		Primera		Zona:		Sala Actividades 3					
DIMENSIONES:		X	=	117,10 m2			HORA SOLAR:		15		
CONCEPTO	SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h			MES:		JULIO		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		BILBAO			
							CONDICIONES	BS	BH	%HR	
NORTE	Cristal	m2 x 41	x 0,48				Exteriores	27,5	20,0	50	
NE	Cristal	m2 x 41	x 0,48				Interiores	25,0	18,0	50	
ESTE	Cristal	m2 x 41	x 0,48				DIFERENCIA	2,5			
SE	Cristal	m2 x 41	x 0,48				CALOR LATENTE				
SUR	Cristal	12,75 m2 x 82	x 0,48			502	Infiltración	m3/h x 1,7	x 0,72		
SO	Cristal	m2 x 397	x 0,48				Personas	15	Personas	x 55	
OESTE	Cristal	m2 x 456	x 0,48				Aplicaciones				
NO	Cristal	m2 x 209	x 0,48				SUBTOTAL			825	
	Claraboya	m2 x 542	x 0,48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL			908
NORTE	Pared	m2 x	x 0,65				Aire Ext.	675,00	m3/h x 1,7	x 0,15 BF x 0,72	
NE	Pared	m2 x 1,0	x 0,65				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				1.032
ESTE	Pared	m2 x 2,1	x 0,65				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				8.212
SE	Pared	m2 x 6,6	x 0,65				CALOR AIRE EXTERIOR				
SUR	Pared	16,53 m2 x 8,8	x 0,65			95	Sensible	675,00	m3/h x 2,5 x (1- 0,15 BF)	x 0,3	
SO	Pared	m2 x 8,2	x 0,65				Latente	675,00	m3/h x 1,7 x (1- 0,15 BF)	x 0,72	
OESTE	Pared	m2 x 5,5	x 0,65				SUBTOTAL			1.133	
NO	Pared	m2 x 0,4	x 0,65				GRAN CALOR TOTAL				9.344
	Tejado-Sol	m2 x 12,1	x 0,46				A. D. P.				
	Tejado-Sombra	m2 x	x 0,46				FACTOR CALOR SENSIBLE	7.180	Efec. Sens. Local	=	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES					0,87
	Total Cristal	12,75 m2 x 2,5	x 2,60			83					
	Tabiques LNC	53,22 m2 x 1,3	x 1,20			83					
	Techo LNC	117,10 m2 x 1,3	x 2,02			308					
	Suelo	m2 x 1,3	x 1,10								
	Suelo exterior	m2 x 2,5	x 1,10								
	Puertas	m2 x 2,5	x 2,00								
	Infiltración	m3/h x 2,5	x 0,30								
CALOR INTERNO						TOTALES		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO			
Personas	15	Personas	x 57			855	$\Delta T = (1-0,15 BF) \times ({}^{\circ}C \text{ Loc} - 25,0)$	12	ADP =	11,05	
Alumbrado	2.342	Wattios x 0,86	x 1,25			2.518	CAUDAL DE AIRE M3/H	7.180	Sensible Local	=	
Aplicaciones, etc.		2.342	x 0,86			2.014	0,3 X	11,05	ΔT	2.166	
Potencia			x				Observaciones:				
Ganancias Adicionales			x				Nº DE O.T.:				
SUBTOTAL						6.458		CALCULADO POR:			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %		CALOR SENSIBLE DEL LOCAL			7.104
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						7.104		Aire Exterior			76
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						7.180		Aire Exterior			675,00
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						7.180		Aire Exterior			675,00

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sala de actividades 4:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao							22 de mayo de 2015		
Planta:		Primera		Zona:		Sala Actividades 4					
DIMENSIONES:		X =		149,80		m2		HORA SOLAR:		15	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		BILBAO	
MES:										JULIO	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL				TOTALES				CONDICIONES		BS	
										BH	
										%HR	
										TR	
										Gr/Kgr	
NORTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		Exteriores	27,5	20,0	50
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50
ESTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		DIFERENCIA	2,5		
SE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		CALOR LATENTE			
SUR	Cristal	37,65	m2 x	82	x	0,48	1.482	Infiltración	m3/h x	1,7	x 0,72
SO	Cristal		m2 x	397	x	0,48		Personas	19	Personas	x 55
OESTE	Cristal		m2 x	456	x	0,48		Aplicaciones			
NO	Cristal		m2 x	209	x	0,48		SUBTOTAL			
	Claraboya		m2 x	542	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS				TOTALES				CALOR LATENTE DEL LOCAL			
NORTE	Pared		m2 x		x	0,65		Aire Ext.	855,00	m3/h x	1,7 x 0,15 BF x 0,72
NE	Pared		m2 x	1,0	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL			
ESTE	Pared		m2 x	2,1	x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL			
SE	Pared		m2 x	6,6	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR			
SUR	Pared		m2 x	8,8	x	0,65		Sensible	855,00	m3/h x	2,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3
SO	Pared		m2 x	8,2	x	0,65	114	Latente	855,00	m3/h x	1,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72
OESTE	Pared	31,96	m2 x	5,5	x	0,65		SUBTOTAL			
NO	Pared		m2 x	0,4	x	0,65		GRAN CALOR TOTAL			
	Tejado-Sol		m2 x	12,1	x	0,46		12.910			
	Tejado-Sombra		m2 x		x	0,46		A. D. P.			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS				TOTALES				FACTOR CALOR SENSIBLE			
Total Cristal	37,65	m2 x	2,5	x	2,60	245		10.168	Efec. Sens. Local	=	0,89
Tabiques LNC	26,61	m2 x	1,3	x	1,20	42		11.475	Efec. Total Local		
Techo LNC	149,80	m2 x	1,3	x	2,02	393		ADP Indicado=			
Suelo		m2 x	1,3	x	1,10			ADP Seleccionado=			
Suelo exterior		m2 x	2,5	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO			
Puertas		m2 x	2,5	x	2,00			ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - Sensible Local 12 ADP)=			
Infiltración		m3/h x	2,5	x	0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	10.168	Sensible Local	=
CALOR INTERNO				TOTALES				Observaciones:			
Personas	19	Personas	x	57		1.083		Nº DE O.T.:			
Alumbrado	2.996	Wattios x 0,86	x	1,25		3.221		CALCULADO POR:			
Aplicaciones, etc.		2.996	x	0,86		2.577		SUBTOTAL			
Potencia			x					9.156			
Ganancias Adicionales			x					COEFICIENTE DE SEGURIDAD			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD				10 %				916			
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL				10.072				Aire Exterior			
Aire Exterior	855,00	m3/h x	2,5	x	0,15 BF x 0,3	96		CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL			
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL				10.168							

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sala Cardiovascular:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS														
Proyecto:		Centro Acuático en Bilbao								22 de mayo de 2015				
Planta:		Primera		Zona:		Sala Fitness, Cardiovascular y Musculación								
DIMENSIONES:		X		=		649,60 m ²		HORA SOLAR:		15				
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES:				
										JULIO				
										BILBAO				
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr				
NORTE	Cristal	24,45	m2 x	41	x	0,48	481	Exteriores	27,5	20,0	50	11,7		
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0		
ESTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		DIFERENCIA				1,7		
SE	Cristal		m2 x	41	x	0,48		CALOR LATENTE						
SUR	Cristal		m2 x	82	x	0,48		Infiltración	m3/h x	1,7	x	0,72		
SO	Cristal		m2 x	397	x	0,48		Personas	81	Personas	x	233	18.873	
OESTE	Cristal	16,79	m2 x	456	x	0,48	Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	209	x	0,48	SUBTOTAL					18.873		
	Claraboya		m2 x	542	x	0,48	COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		1.887			
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL		20.760				
NORTE	Pared		m2 x		x	0,65	260	Aire Ext.	3.645,00	m3/h x	1,7	0,15	BF x 0,72	669
NE	Pared		m2 x	1,0	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					21.429	
ESTE	Pared		m2 x	2,1	x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					68.390	
SE	Pared		m2 x	6,6	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR						
SUR	Pared		m2 x	8,8	x	0,65		Sensible	3.645,00	m3/h x	2,5	(1- 0,15 BF) x 0,3	2.324	
SO	Pared		m2 x	8,2	x	0,65		Latente	3.645,00	m3/h x	1,7	(1- 0,15 BF) x 0,72	3.792	
OESTE	Pared	72,80	m2 x	5,5	x	0,65		SUBTOTAL					6.116	
NO	Pared		m2 x	0,4	x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					74.506	
	Tejado-Sol		m2 x	12,1	x	0,46		A. D. P.						
	Tejado-Sombra		m2 x		x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE	46.961	Efec. Sens. Local	=	0,69		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES								
	Total Cristal	41,24	m2 x	2,5	x	2,60	1.706							
	Tabiques LNC	62,13	m2 x	1,3	x	1,20								
	Techo LNC	649,60	m2 x	1,3	x	2,02								
	Suelo		m2 x	1,3	x	1,10								
	Suelo exterior		m2 x	2,5	x	1,10								
	Puertas		m2 x	2,5	x	2,00								
	Infiltración		m3/h x	2,5	x	0,30								
CALOR INTERNO						TOTALES								
	Personas	81	Personas	x	132	10.692								
	Alumbrado	12.992	Wattios x 0,86	x	1,25	13.966								
	Aplicaciones, etc.		12.992	x	0,86	11.173								
	Potencia			x										
	Ganancias Adicionales			x										
SUBTOTAL						42.319								
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %				4.232				
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						46.551								
	Aire Exterior	3.645,00	m3/h x	2,5	x	0,15	BF x 0,3			410				
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						46.961								
								Observaciones:						
								Nº DE O. T. :						
								CALCULADO POR:						

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

3.2 Hojas cálculo de pérdidas de invierno

PLANTA SÓTANO

Vestíbulo 1:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Sotano													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Vestíbulo 1													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO				4,7		4,7	1,00	14,0	1,00	1,15	75		
LNC		6,0	3,05	18,4		18,4	1,33	14,0	1,00	1,00	342		
VOLUMEN	0										TOTAL	417	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	795	
AIRE EXTERIOR	45	378											

Vestíbulo 2:

Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Sotano													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Vestíbulo 2													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO				3,7		3,7	1,00	14,0	1,00	1,15	60		
LNC				0,0		0,0	1,33	14,0	1,00	1,00	0		
VOLUMEN	0										TOTAL	60	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	438	
AIRE EXTERIOR	45	378											

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestuario monitores femeninos:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Sotano													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Vest. Mon. Fem.													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO				37,0		37,0	1,00	14,0	1,00	1,15	596		
LNC				45,2		45,2	1,33	14,0	1,00	1,00	842		
VOLUMEN	0										TOTAL	1437	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h									TOTAL	3327
AIRE EXTERIOR		225	1890										

Vestuario monitores masculinos:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Sotano													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Vest. Mon. Masc.													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO				41,0		41,0	1,00	14,0	1,00	1,15	660		
LNC				13,0		13,0	1,33	14,0	1,00	1,00	242		
VOLUMEN	0										TOTAL	903	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h									TOTAL	2793
AIRE EXTERIOR		225	1890										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

PLANTA BAJA

Aseo Adapt. 1:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Aseo Adapt. 1												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				5,6		5,6	1,33	14,0	1,00	1,00	103	
VOLUMEN	0										TOTAL 103	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	481
AIRE EXTERIOR	45	378										

Aseo Adapt. 2:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Aseo Adapt. 2												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				13,9		13,9	1,33	14,0	1,00	1,00	259	
VOLUMEN	0										TOTAL 259	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	637
AIRE EXTERIOR	45	378										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Baño 1:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Baño1												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				4,5		4,5	1,33	14,0	1,00	1,00	83	
VOLUMEN	0										TOTAL	83
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	461
AIRE EXTERIOR		45	378									

Baño 2:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Baño 2												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				4,9		4,9	1,33	14,0	1,00	1,00	91	
VOLUMEN	0										TOTAL	91
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	469
AIRE EXTERIOR		45	378									

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Despacho 2:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior		-6 °C											
Temp. Interior		22 °C											
Temp. TERRENO		8 °C											
PLANTA: Baja													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Despacho 2													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0		
LNC				14,7		14,7	1,33	14,0	1,00	1,00	273		
VOLUMEN											0		
											TOTAL	273	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h									TOTAL	1029
AIRE EXTERIOR		90	756										

Despacho dirección:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior		-6 °C											
Temp. Interior		22 °C											
Temp. TERRENO		8 °C											
PLANTA: Baja													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Despacho Direcc.													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0		
LNC				12,6		12,6	1,33	14,0	1,00	1,00	235		
VOLUMEN											0		
											TOTAL	235	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h									TOTAL	991
AIRE EXTERIOR		90	756										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Distribuidor vestuarios:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Baja													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Distrib. Vestuarios													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0		
LNC				15,5		15,5	1,33	14,0	1,00	1,00	289		
VOLUMEN	0												
										TOTAL	289		
		CAUDAL m ³ /h	Kcal/h									TOTAL	1045
AIRE EXTERIOR		90	756										

Módulo Fisio-Estética:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Baja													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Fisio-Estetica													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S	10,0	1,00	10,0		10,0	2,90	28,0	1,00	1,10	893		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S	25,4	3,05	77,4	10,0	67,4	0,49	28,0	1,00	1,10	1017		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0		
LNC				88,3		88,3	1,33	14,0	1,00	1,00	1643		
VOLUMEN	0												
										TOTAL	3554		
		CAUDAL m ³ /h	Kcal/h									TOTAL	7712
AIRE EXTERIOR		495	4158										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Mostrador:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Mostrador												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				17,5		17,5	1,33	14,0	1,00	1,00	325	
VOLUMEN	0										TOTAL	325
		CAUDAL m ³ /h	Kcal/h								TOTAL	1081
AIRE EXTERIOR	90	756										

Pasillo:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Pasillo												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S	2,9	3,05	8,8		8,8	2,90	28,0	1,00	1,10	790	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	8,8	-8,8	0,49	28,0	1,00	1,10	-133	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				97,9		97,9	1,33	14,0	1,00	1,00	1823	
VOLUMEN	0										TOTAL	2479
		CAUDAL m ³ /h	Kcal/h								TOTAL	7015
AIRE EXTERIOR	540	4536										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Pasillo Administración:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Baja													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Pasillo Admon.													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0		
LNC				20,9		20,9	1,33	14,0	1,00	1,00	388		
VOLUMEN	0												
										TOTAL	388		
		CAUDAL m3/h	Kcal/h									TOTAL	1522
AIRE EXTERIOR		135	1134										

Sala estudio:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Baja													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Sala Estudio													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S	11,3	3,05	34,4	0,0	34,4	0,49	28,0	1,00	1,10	519		
MURO EXT.	O	7,7	3,05	23,5	0,0	23,5	0,49	28,0	1,10	1,15	409		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0		
LNC				89,2		89,2	1,33	14,0	1,00	1,00	1660		
VOLUMEN	0												
										TOTAL	2588		
		CAUDAL m3/h	Kcal/h									TOTAL	6746
AIRE EXTERIOR		495	4158										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sauna y baños turcos:

Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	27 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Sauna Baño Turco												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	33,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	33,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	33,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	33,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	33,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	33,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	33,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O	16,6	3,05	50,6	0,0	50,6	0,49	33,0	1,10	1,15	1036	
CUBIERTA	H					0,0	0,91	33,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	19,0	1,00	1,15	0	
LNC				42,8		42,8	1,33	16,5	1,00	1,00	939	
VOLUMEN	0										TOTAL 1975	
	CAUDAL m3/h	Kcal/h							TOTAL	4202		
AIRE EXTERIOR	225	2227,5										

Socorrismo:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Socorrismo												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				13,1		13,1	1,33	14,0	1,00	1,00	244	
VOLUMEN	0										TOTAL 244	
	CAUDAL m3/h	Kcal/h							TOTAL	1000		
AIRE EXTERIOR	90	756										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestíbulo baño:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Baja													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Vestibulo Baños													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0		
LNC				7,0		7,0	1,33	14,0	1,00	1,00	129		
VOLUMEN	0											TOTAL	129
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	507	
AIRE EXTERIOR		45	378										

Vestíbulo entrada:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO													
Temp. Exterior	-6 °C												
Temp. Interior	22 °C												
Temp. TERRENO	8 °C												
PLANTA: Baja													
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)		
Vestibulo Entrada													
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0		
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0		
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0		
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0		
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0		
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0		
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0		
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0		
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0		
LNC				187,4		187,4	1,33	14,0	1,00	1,00	3490		
VOLUMEN	0											TOTAL	3490
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	7648	
AIRE EXTERIOR		495	4158										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestíbulo Independiente 1:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Vestibulo Indep. 1												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				6,3		6,3	1,33	14,0	1,00	1,00	117	
VOLUMEN	0										TOTAL	117
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	495
AIRE EXTERIOR		45	378									

Vestíbulo Independiente 2:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Vestibulo Indep. 2												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				6,3		6,3	1,33	14,0	1,00	1,00	117	
VOLUMEN	0										TOTAL	117
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	495
AIRE EXTERIOR		45	378									

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICA)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestuario femenino:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Vestuario Femenino												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O	15,1	3,05	46,0	0,0	46,0	0,49	28,0	1,10	1,15	799	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				243,7		243,7	1,33	14,0	1,00	1,00	4537	
VOLUMEN	0										TOTAL	5336
		CAUDAL m ³ /h	Kcal/h								TOTAL	16676
AIRE EXTERIOR		1350	11340									

Vestuario masculino:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Vestuario Masculino												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				264,0		264,0	1,33	14,0	1,00	1,00	4915	
VOLUMEN	0										TOTAL	4915
		CAUDAL m ³ /h	Kcal/h								TOTAL	16255
AIRE EXTERIOR		1350	11340									

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestuarios niños:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Vestuario Niños												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				71,5		71,5	1,33	14,0	1,00	1,00	1332	
VOLUMEN	0										TOTAL	1332
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	4356
AIRE EXTERIOR		360	3024									

Zona piscinas:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	27 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Zona Piscinas												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	33,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	33,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	33,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	33,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N	40,1	7,05	337,3	0,0	337,3	0,49	33,0	1,20	1,15	7527	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	33,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	33,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	33,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			500,4		500,4	0,91	33,0	1,00	1,15	17281	
SUELO						0,0	1,00	19,0	1,00	1,15	0	
LNC				407,7		407,7	1,33	16,5	1,00	1,00	8946	
VOLUMEN	0										TOTAL	33755
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	78750
AIRE EXTERIOR		4545	44995,5									

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Zona relax:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Baja												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Zona Relax												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				86,8		86,8	1,33	14,0	1,00	1,00	1616	
VOLUMEN	0										TOTAL	1616
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	4640
AIRE EXTERIOR		360	3024									

PLANTA PRIMERA

Sala actividades 1:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Sala Actividades 1												
CRISTAL	N	8,9	3,00	26,7		26,7	2,90	28,0	1,35	1,15	3366	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	26,7	-26,7	0,49	28,0	1,20	1,15	-506	
MURO EXT.	E	16,5	3,00	49,5	0,0	49,5	0,49	28,0	1,15	1,10	859	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			171,5		171,5	0,91	28,0	1,00	1,15	5025	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC						0,0	1,33	14,0	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	8744
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	16682
AIRE EXTERIOR		945	7938									

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sala actividades 2:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Sala Actividades 2												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S	10,0	3,00	29,9		29,9	2,90	28,0	1,00	1,10	2666	
CRISTAL	O	2,3	3,00	6,9		6,9	2,90	28,0	1,20	1,15	773	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E	15,5	3,00	46,6	0,0	46,6	0,49	28,0	1,15	1,10	809	
MURO EXT.	S			0,0	29,9	-29,9	0,49	28,0	1,00	1,10	-450	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			195,8		195,8	0,91	28,0	1,00	1,15	5737	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC						0,0	1,33	14,0	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	9535
		CAUDAL m ³ /h	Kcal/h								TOTAL	18607
AIRE EXTERIOR		1080	9072									

Sala actividades 3:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Sala Actividades 3												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S	4,3	3,00	12,8		12,8	2,90	28,0	1,00	1,10	1139	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S	5,4	3,00	16,3	12,8	3,5	0,49	28,0	1,00	1,10	53	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			117,1		117,1	0,91	28,0	1,00	1,15	3431	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC						0,0	1,33	14,0	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	4623
		CAUDAL m ³ /h	Kcal/h								TOTAL	10293
AIRE EXTERIOR		675	5670									

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Sala actividades 4:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Sala Actividades 4												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S	12,6	3,00	37,7		37,7	2,90	28,0	1,00	1,10	3363	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	37,7	-37,7	0,49	28,0	1,00	1,10	-568	
MURO EXT.	O	10,5	3,00	31,4	0,0	31,4	0,49	28,0	1,10	1,15	546	
CUBIERTA	H			149,8		149,8	0,91	28,0	1,00	1,15	4389	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC						0,0	1,33	14,0	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	7730
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	14912
AIRE EXTERIOR		855	7182									

Sala cardiovascular:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Sala Cardiovascular												
CRISTAL	N	8,2	3,00	24,5		24,5	2,90	28,0	1,35	1,15	3082	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O	5,6	3,00	16,8		16,8	2,90	28,0	1,20	1,15	1883	
MURO EXT.	N			0,0	24,5	-24,5	0,49	28,0	1,20	1,15	-463	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O	23,6	3,00	70,7	0,0	70,7	0,49	28,0	1,10	1,15	1227	
CUBIERTA	H			649,6		649,6	0,91	28,0	1,00	1,15	19035	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC						0,0	1,33	14,0	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	24764
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	55382
AIRE EXTERIOR		3645	30618									

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Vestíbulo 1:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Vestibulo 1												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			6,3		6,3	0,91	28,0	1,00	1,15	185	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				14,8		14,8	1,33	14,0	1,00	1,00	275	
VOLUMEN	0										TOTAL 460	
		CAUDAL m³/h	Kcal/h								TOTAL	838
AIRE EXTERIOR	45	378										

Vestíbulo 2:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Vestibulo 2												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			5,9		5,9	0,91	28,0	1,00	1,15	171	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				4,0		4,0	1,33	14,0	1,00	1,00	75	
VOLUMEN	0										TOTAL 246	
		CAUDAL m³/h	Kcal/h								TOTAL	624
AIRE EXTERIOR	45	378										

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Zona espera 1:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Zona Espera 1												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			33,2		33,2	0,91	28,0	1,00	1,15	973	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC						0,0	1,33	14,0	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0											
										TOTAL	973	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	2485
AIRE EXTERIOR		180	1512									

Zona espera 2:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	-6 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	8 °C											
PLANTA: Primera												
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
Zona Espera 2												
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0	
CUBIERTA	H			24,6		24,6	0,91	28,0	1,00	1,15	721	
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0	
LNC				15,6		15,6	1,33	14,0	1,00	1,00	290	
VOLUMEN	0											
										TOTAL	1011	
		CAUDAL m3/h	Kcal/h								TOTAL	2145
AIRE EXTERIOR		135	1134									

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Zona espera 3:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	-6 °C										
Temp. Interior	22 °C										
Temp. TERRENO	8 °C										
PLANTA: Primera											
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
Zona Espera 3											
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0
CUBIERTA	H			38,2		38,2	0,91	28,0	1,00	1,15	1119
SUELO						0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0
LNC				10,1		10,1	1,33	14,0	1,00	1,00	188
VOLUMEN	0										TOTAL 1307
	CAUDAL m3/h	Kcal/h									
AIRE EXTERIOR	225	1890									
										TOTAL	3197



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

3.3 Hojas cálculo de tuberías.

AGUA FRÍA CLIMATIZADORES

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (m)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.		BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)			
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			uds	perd	Tot válv.
1	3360	50	7	0,48	3	1	0,7							1,65															32,55	32,55		
2	2328	40	9	0,47	3,5	1	0,51							0,51															241,29	273,84		
3	1332	32	7	0,37	48,5	2	0,51							1,02															467,04	740,88		
						Subtotal																								740,88		
						Batería (mm.c.a.)																										
						válv control																										740,88
						total																										10,00%
						% segur.																										0,81
						ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)																										0,81

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (m)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.		BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)																											
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			uds	perd	uds	perd																							
1	25417	100	8	0,83	6	1	2			1	2			4														80,00	80,00																											
2	2630	40	12	55	23	1	0,7							0,7	2	11,4												558,00	638,00																											
3	22787	100	7	0,76	2					1	2			2														28,00	666,00																											
4	3434	40	19	0,7	3	1	0,7							0,7	2	11,4												503,50	1.169,50																											
5	19353	100	5	0,64	17,3									2,7														100,00	1.269,50																											
6	1869	32	13	0,52	6	1	0,51							0,51	2	8,6												308,23	1.577,73																											
7	17484	80	15	0,96	9					1	2,7			2,7														175,50	1.753,23																											
8	14902	80	11	0,82	6,3	1	1,8							1,8						2	12,5							364,10	2.117,33																											
9	2582	40	11	0,52	16,5		0,7							1,4	2	11,4												447,70	2.565,03																											
CONEXION	29070	100	10	0,93	8		2																					174,00	2.739,03																											
Subtotal																																																						2.739,03		
batería (mm.c.a.)																																																								
válv control																																																								
total																																																							2.739,03	
% segur.																																																							10,00%	
ALTIURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)																																																							3,01	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
 Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
 Iñigo Benjumea Cervera

AGUA CALIENTE CLIMATIZADORES

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a./ ml	V (m/s)	L (m)	codos 90º		codos 45º		ts		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)																										
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd		uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd				uds	perd	uds	perd																						
1	11798	80	7	0.64	3	1	1.8			1	2.7			4.5														52.50	52.50																										
2	2467	40	10	0.5	2	1	0.51							0.51	2	11.4											253.10	305.60																											
3	9341	65	11	0.73	27.5	1	1.2			1	1.2			2.4													328.90	634.50																											
4	1403	32	8	0.4	1.5	1	0.51							0.51	2	8.7											155.28	789.78																											
5	7938	65	8	0.62	5					1	1.7			1.7													53.60	843.38																											
6	3252	40	17	0.66	9.5	1	0.7							0.7	2	11.4											561.00	1.404.38																											
7	4686	50	11	0.62	17					1	1.4			1.4													202.40	1.606.78																											
8	3336	40	18	0.68	9.5	1	0.7							0.7	2	11.4											594.00	2.200.78																											
9	1350	32	8	0.4	12.5	2	0.51							1.02	2	8.7											247.36	2.448.14																											
Subtotal																																																						2.448.14	
batería (mm.c.a.)																																																							
válv control																																																							
total																																																							2.448.14
% segur.																																																							10.00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)																																																							2.69

Fecha: may-15 Centro acuático en Bilbao
 Instalac: Agua Caliente CLIMATIZADORES: PLANTA BAA
 Cálculo: AGUA CALIENTE CLIMATIZADORES
 Bomba:

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

AGUA FRÍA FAN-COILS

Fecha:		may-15																	
Instalación:		Centro acuático en Bilbao																	
Circuito:		Agua Fría FANCOILS: PLANTA BAJA																	
Bomba:		AGUA FRÍA FANCOILS																	
TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (m)	codos 90°	codos 45°	tes	reduc.	Tot acces.	BOLA	MARIP	FILTRO	ASIENTO	RET	REG	Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
1	3163	50	5	0,4	4	1	1	3		4								40,00	40,00
2	1247	32	7	0,37	21,5	1	0,51			1,46								160,72	200,72
3	203	15	13	0,29	1	1	0,27			0,27	2	5,1						149,11	349,83
4	1044	25	18	0,5	6,5	1	0,42			0,84								132,12	481,95
5	219	15	14	0,3	2,5	1	0,27			0,27	2	5,1						181,58	663,53
6	825	25	12	0,41	3					0,42								41,04	704,57
7	200	15	13	0,29	2,5	1	0,27			0,27	2	5,1						168,61	873,18
8	625	25	7	0,3	2,2					0,42								18,34	891,52
9	83	10	6	0,22	2	1	0,2			0,2	2	5,1						74,40	965,92
10	542	25	6	0,28	1,2					0,42								9,72	975,64
11	108	10	14	0,25	4	1	0,2			0,58	2	5,1						201,60	1.177,24
12	434	25	4	0,22	1,2					0,58								7,12	1.184,36
13	86	10	6	0,22	2	1	0,2			0,2	2	5,1						74,40	1.258,76
14	348	20	8	0,27	6	2	0,3			0,6								52,80	1.311,56
15	1916	40	7	0,41	16	1	0,7			1,7	2	5,1						195,30	1.506,86
16	420	25	4	0,22	16,5					0,58								76,32	1.583,18
17	101	20	7	0,24	2,7					0,43	2	5,1						81,90	1.665,08
18	319	10	7	0,26	2,7					0,43								21,91	1.686,99
19	104	10	13	0,24	2,8	1	0,2			0,2	2	5,1						171,60	1.858,59
20	215	15	14	0,3	6					0,36								89,04	1.947,63
21	109	10	14	0,25	3	1	0,2			0,4	2	5,1						187,60	2.135,23
22	106	10	14	0,25	5,5	2	0,2			0,4	2	5,1						225,40	2.360,63
23	1496	40	5	0,34	4,5					1								27,50	2.388,13
24	651	25	8	0,33	2	1	0,42			0,42	2	6,6						124,96	2.513,09
25	845	25	12	0,41	7	1	0,42			0,84								94,08	2.607,17
26	77	10	5	0,18	1,2	1	0,2			0,2	2	5,1						58,00	2.665,17
27	788	25	10	0,37	2					0,42								24,20	2.689,37
28	77	10	5	0,18	1,2	1	0,2			0,2	2	5,1						58,00	2.747,37
29	691	25	9	0,35	3,5					0,42								35,28	2.782,65
30	177	15	10	0,25	1,2	1	0,27			0,27	2	5,1						116,70	2.899,35
31	514	25	5	0,25	5					0,58								27,90	2.927,25
32	177	15	10	0,25	1,2	1	0,27			0,27	2	5,1						116,70	3.043,95
33	337	20	7	0,26	5					0,43								38,01	3.081,96
34	182	15	9	0,24	1,2	1	0,27			0,27	2	5,1						105,03	3.186,99
35	175	15	10	0,25	5	2	0,27			0,54	2	5,1						157,40	3.344,39
Subtotal																			3.344,39
batería (mm.c.a.)																			
válv control																			
total																			3.344,39
% segur.																			10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)																			3,68

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (m)	codas 90°		codas 45°		tes		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)																														
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd		uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd				uds	perd																												
1	2698	40	13	0,58	4	1	0,7			1	2,1			2,8																88,40	88,40																												
2	1166	32	11	0,47	21,5	1	0,51			1	0,51			1,02															247,72	336,12																													
5	148	15	7	0,21	1	1	0,27							0,27															8,89	345,01																													
6	1018	32	5	0,31	2	2	0,27			1	1,5			1,5															17,50	362,51																													
7	154	15	8	0,22	19	2	0,27							0,54															156,32	518,83																													
8	864	25	13	0,42	3	1	0,27			1	0,42			0,42															44,46	563,29																													
9	224	15	15	0,31	0,6	1	0,27							0,27															13,05	576,34																													
10	640	25	8	0,33	1,5	1	0,27				0,42			0,42															15,36	591,70																													
11	152	15	8	0,22	2,5	1	0,27							0,27															22,16	613,86																													
12	488	25	5	0,25	3	1	0,27							0,58															17,90	631,76																													
13	146	15	7	0,21	2,5	1	0,27							0,27															19,39	651,15																													
14	342	20	8	0,27	2,2	2	0,27			1	0,3			0,2															20,00	671,15																													
15	68	10	5	0,18	2	1	0,27							0,2															11,00	682,15																													
16	274	20	5	0,21	1,2	1	0,27			1	0,43			0,43															8,15	690,30																													
17	75	10	5	0,18	4	1	0,27							0,27															21,00	711,30																													
18	199	15	12	0,28	1,2	1	0,27			1	0,27			0,27															17,64	728,94																													
19	69	10	5	0,18	2	1	0,27							0,2															11,00	739,94																													
20	130	15	6	0,19	6	2	0,27							0,54															39,24	779,18																													
21	1532	40	5	0,34	16	1	0,7			1	0,95			1,65															88,25	867,43																													
22	614	25	7	0,3	18,5	1	0,27							0,42															132,44	999,87																													
23	71	10	5	0,18	1,3	1	0,27							0,2															7,50	1.007,37																													
24	543	25	6	0,28	2,7	1	0,27			1	0,58			0,58															19,68	1.027,05																													
25	73	10	5	0,18	2,8	1	0,27							0,2															15,00	1.042,05																													
26	470	20	13	0,26	3	1	0,27			1	0,43			0,43															44,59	1.086,64																													
27	303	15	26	0,42	8	1	0,27							0,27															215,02	1.301,66																													
28	167	15	9	0,24	3	1	0,27			1	0,36			0,36															30,24	1.331,90																													
29	94	10	6	0,22	3	1	0,27							0,2															19,20	1.351,10																													
30	73	10	5	0,18	5,5	2	0,27							0,4															29,50	1.380,60																													
31	918	25	14	0,44	4,5	1	0,27			1	0,42			0,42															68,88	1.449,48																													
32	274	20	5	0,21	2	1	0,3							0,3															11,50	1.460,98																													
33	644	25	8	0,33	7	1	0,42			1	0,58			1															64,00	1.524,98																													
34	59	10	4	0,15	1,2	1	0,27							0,2															5,60	1.530,58																													
35	585	25	7	0,3	2	1	0,27			1	0,42			0,42															16,94	1.547,52																													
36	59	10	4	0,15	1,2	1	0,27							0,2															5,60	1.553,12																													
37	526	25	5	0,25	3,5	1	0,27			1	0,42			0,42															19,60	1.572,72																													
38	135	15	6	0,19	1,2	1	0,27							0,27															8,82	1.581,54																													
39	391	25	3	0,19	5	1	0,27			1	0,58			0,58															16,74	1.598,28																													
40	135	15	6	0,19	1,2	1	0,27							0,27															8,82	1.607,10																													
41	256	15	19	0,36	5	1	0,27							0,27															100,13	1.707,23																													
42	123	10	17	0,28	1,2	1	0,27							0,2															23,80	1.731,03																													
43	133	15	6	0,19	5	2	0,27							0,54															33,24	1.764,27																													
Subtotal																											1.764,27																														1.764,27		
bateria (mm.c.a.)																																																											
válv control																																																											
total																																																											1.764,27
% segur.																																																											10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)																																																											1,94

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (m)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)																									
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd		uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			uds	perd	uds	perd	uds	perd																			
1	989	25	17	0.49	4	1	0.42			1	1.2			1.62													95.54	95.54																									
2	511	20	15	0.39	12.2	1	0.32			1	0.3			0.62													192.30	287.84																									
3	124	10	18	0.29	0.7	1	0.2							0.2													16.20	304.04																									
4	387	20	9	0.29	3.5	1	0.32			1	0.48			0.8													38.70	342.74																									
5	295	15	25	0.41	2.5	1	0.27							0.27													69.25	411.99																									
6	92	10	6	0.22	4.8	2	0.2							0.4													31.20	443.19																									
7	488	20	14	0.38	13.5	1	0.32			1	0.43			0.75													199.50	642.69																									
8	230	15	16	0.32	3	1	0.27							0.27													52.32	695.01																									
9	258	15	19	0.36	20.5	2	0.27							0.54													399.76	1.094.77																									
CONEXION	4512	50	10	0.59	8	2	1			1	1.1			3.1													111.00	1.205.77																									
Subtotal																																																					1.205.77
bateria (mm.c.a.)																																																					
válv control																																																					
total																																																					1.205.77
% segur.																																																					10.00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)																																																					1.33

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

3.4 Hojas cálculo de conductos.

PLANTA BAJA

PASILLO

PASILLO										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces.	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	2924	320	812	3	codo	2,05	1	5,05	0,35	1,7675
2	1949	270	541	4				4	0,35	1,4
3	975	215	271	4				4	0,35	1,4
6X4	488	160	136	3,6	codo	0,88	6	8,88	0,35	3,108
									Subtotal	7,6755
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	8,44

VESTÍBULO ENTRADA Y ZONA RELAX

VESTÍBULO ENTRADA Y ZONA RELAX										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces.	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	2685	300	745	2	codo	1,76	1	3,76	0,4	1,504
2	2014,5	270	560	3				3	0,4	1,2
3	1343	230	373	3				3	0,4	1,2
4	671,5	180	187	3				3	0,4	1,2
8x5	336	140	93	14,4	codo	0,88	8	21,44	0,4	8,576
									Subtotal	13,68
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	15,05

SALA ESTUDIO

SALA ESTUDIO										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces.	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	1530	225	425	2,5	codo	0,88	1	3,38	0,6	2,028
2	765	180	213	4				4	0,6	2,4
4x3	383	130	106	10	codo	0,88	4	13,52	0,6	8,112
									Subtotal	12,54
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	13,79

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

VESTUARIO FEMENINO

VESTUARIO FEMENINO										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces,	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	6949	470	1930	3,5	codo	2,65	1	6,15	0,22	1,353
2	1390	260	386	2,5				2,5	0,22	0,55
3	5560	450	1544	1,5				1,5	0,22	0,33
4	4170	400	1158	3				3	0,22	0,66
5	2780	340	772	3				3	0,22	0,66
6	1390	260	386	3				3	0,22	0,66
10X7	695	210	193	25	codo	0,88	10	33,8	0,22	7,436
									Subtotal	11,649
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	12,81

VESTUARIO MASCULINO

VESTUARIO MASCULINO										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces,	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	6773	470	1881	6	codo	2,66	1	8,66	0,22	1,9052
2	4062	400	1128	2				2	0,22	0,44
3	2708	340	752	3				3	0,22	0,66
4	1354	260	376	3				3	0,22	0,66
5	2708	340	752	2				2	0,22	0,44
6	1354	260	376	3				3	0,22	0,66
10X7	677	210	188	25	codo	0,88	10	33,8	0,22	7,436
									Subtotal	12,2012
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	13,42

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

ZONA PISCINAS (hay dos deshumectadoras idénticas)

- DESHUMECTADORA 1

ZONA PISCINAS DESHUMECT. 1										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces,	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	17282	750	4801	2,5	codo	4,4	1	6,9	0,12	0,828
2	15366	720	4268	2				2	0,12	0,24
3	13446	700	3735	2				2	0,12	0,24
4	11524	650	3201	2				2	0,12	0,24
5	9603	620	2668	2				2	0,12	0,24
6	7683	570	2134	2				2	0,12	0,24
7	5761	520	1600	2				2	0,12	0,24
8	3840	430	1067	2				2	0,12	0,24
9	1921	340	534	2				2	0,12	0,24
18X10	961	270	267	72	codo	0,88	18	87,84	0,12	10,5408
									Subtotal	13,2888
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	14,62

- DESHUMECTADORA 2

ZONA PISCINAS DESHUMECT. 2										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces,	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	17282	750	4801	2,5	codo	4,4	1	6,9	0,12	0,828
2	15366	720	4268	2				2	0,12	0,24
3	13446	700	3735	2				2	0,12	0,24
4	11524	650	3201	2				2	0,12	0,24
5	9603	620	2668	2				2	0,12	0,24
6	7683	570	2134	2				2	0,12	0,24
7	5761	520	1600	2				2	0,12	0,24
8	3840	430	1067	2				2	0,12	0,24
9	1921	340	534	2				2	0,12	0,24
18X10	961	270	267	72	codo	0,88	18	87,84	0,12	10,5408
									Subtotal	13,2888
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	14,62

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

PLANTA PRIMERA

SALA ACTIVIDADES 1

SALA ACTIVIDADES 1										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces.	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	3054	320	848	2	codo	2,05	1	4,05	0,35	1,4175
2	2036	250	566	3				3	0,35	1,05
3	1018	215	283	3				3	0,35	1,05
6X4	509	170	141	12	codo	0,88	6	17,28	0,35	6,048
									Subtotal	9,5655
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	10,52

SALA ACTIVIDADES 2

SALA ACTIVIDADES 2										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces.	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	4135	380	1149	2	codo	2,05	1	4,05	0,3	1,215
2	2760	320	767	3				3	0,3	0,9
3	1380	250	383	3				3	0,3	0,9
6X4	690	190	192	12	codo	0,88	6	17,28	0,3	5,184
									Subtotal	8,199
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	9,02

SALA ACTIVIDADES 3

SALA ACTIVIDADES 3										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces.	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	2166	270	602	2	codo	1,47	1	3,47	0,45	1,5615
2	1444	230	401	3				3	0,45	1,35
3	722	180	201	3				3	0,45	1,35
6X4	361	135	100	12	codo	0,88	6	17,28	0,45	7,776
									Subtotal	12,0375
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	13,24

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

SALA ACTIVIDADES 4

SALA ACTIVIDADES 4										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces.	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	3067	350	852	2	codo	2,05	1	4,05	0,35	1,4175
2	2048	290	569	3				3	0,35	1,05
3	1024	220	284	3				3	0,35	1,05
6X4	512	170	142	12	codo	0,88	6	17,28	0,35	6,048
									Subtotal	9,5655
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	10,52

SALA CARDIOVASCULAR

SALA CARDIOVASCULAR										
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq.(mm)	a x b (cm2)	Long. (m)	Tipo Acces	L. eq. (m)	nº acces.	L. Total (m)	mm.c.a/ml	Total
1	14167	700	3935	2	codo	3,84	1	5,84	0,15	0,876
2	8096	600	2249	1,5				1,5	0,15	0,225
3	6072	540	1687	2,5				2,5	0,15	0,375
4	4048	470	1124	2,5				2,5	0,15	0,375
5	2024	350	562	2,5				2,5	0,15	0,375
6	6072	540	1687	2				2	0,15	0,3
7	4048	470	1124	6	codo	1,19	1	7,19	0,15	1,0785
8	2024	350	562	4				4	0,15	0,6
14X9	1012	280	281	28	codo	0,88	14	40,32	0,15	6,048
									Subtotal	10,2525
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	11,28

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

3.5. Hoja dimensionado de difusores.

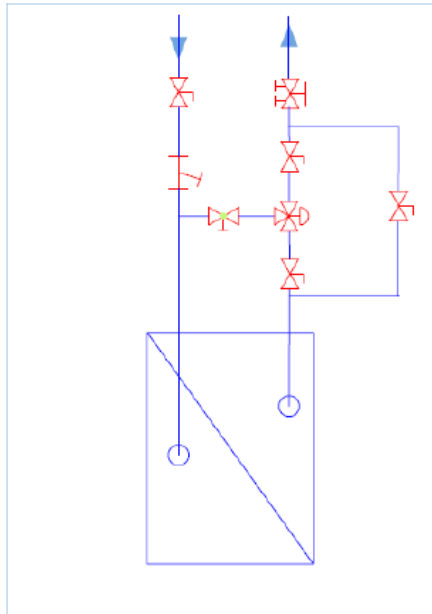
ESTANCIA	Nº DE DIFUSORES	DIMENSIÓN NOMINAL (PULGADAS)	CAUDAL (m3/h)
Vestíbulo Entrada y Zona Relax	8	8"	340
Sala Estudio	4	10"	530
Vestuario Masculino	10	12"	760
Vestuario Femenino	10	12"	760
Pasillo	6	10"	530
Zona Piscinas	36	14"	1040
Sala Cardiovascular	14	14"	1040
Sala Act. 1	6	10"	530
Sala Act. 2	6	12"	760
Sala Act. 3	6	10"	530
Sala Act. 4	6	10"	530








UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

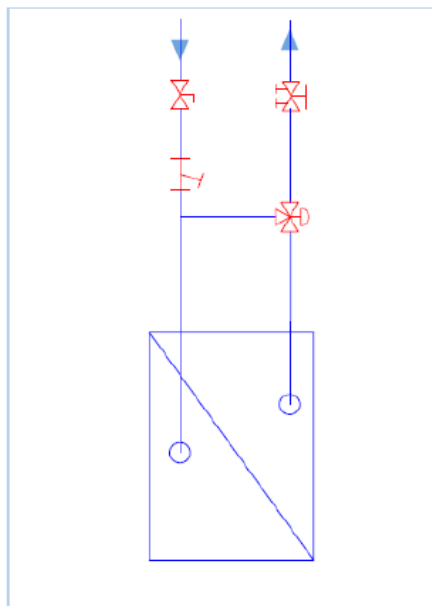
3.6 Otros esquemas





- Conexión batería de climatizadores



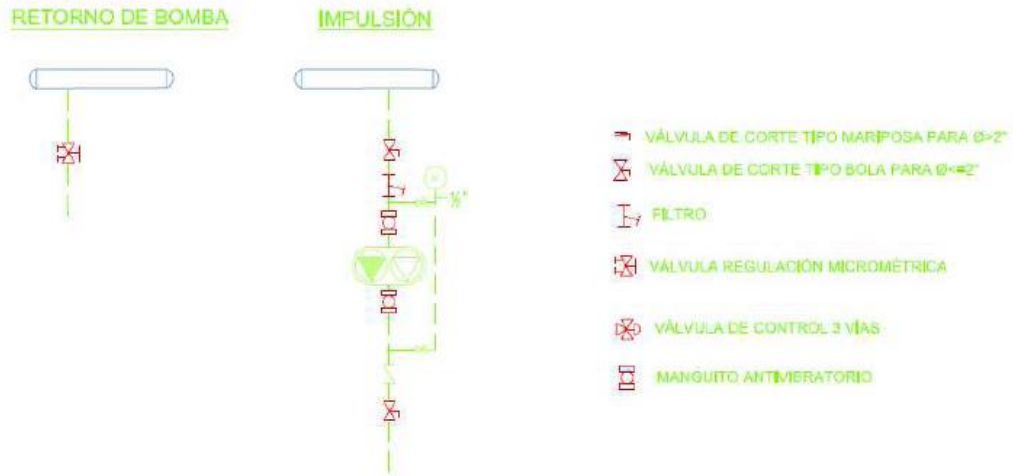
-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS
-  VÁLVULA DE ASIENTO O GLOBO

- Conexión tuberías a baterías



-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

- Detalle valvulería bombas



3.7 Bibliografía

www.ciatesa.es

www.viessmann.es

www.termoven.es

www.trox.es

www.carrier.es

www.ebara.es

Apuntes de climatización de Ingeniería Industrial.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

PARTE II: PLANOS



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

INDICE PLANOS

- PLANO 1: Distribución de estancias PLANTA SÓTANO
- PLANO 2: Distribución de estancias PLANTA BAJA
- PLANO 3: Distribución de estancias PLANTA PRIMERA
- PLANO 4: Red de Tuberías Fan-Coil PLANTA SÓTANO
- PLANO 5: Red de Tuberías Fan-Coil PLANTA BAJA
- PLANO 6: Red de Tuberías Fan-Coil PLANTA PRIMERA
- PLANO 7: Red de Tuberías Climatizadores PLANTA BAJA
- PLANO 8: Red de Tuberías Climatizadores PLANTA PRIMERA
- PLANO 9: Red de Conductos PLANTA BAJA
- PLANO 10: Red de Conductos PLANTA PRIMERA



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

PARTE III: PRESUPUESTO



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

ÍNDICE PRESUPUESTO

1. Fan-Coils
2. Climatizadores
3. Deshumectadoras
4. Calderas
5. Equipos de refrigeración
6. Bombas
7. Tuberías
8. Conductos
9. Difusores
10. Rejillas
11. Otros
12. Resumen de presupuestos y TOTAL.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

1. FAN COILS

Se instalarán un total de 31 fan-coils del fabricante TERMOVEN, son fan-coils de tipo cassette, del tipo falso techo, constando de cuerpo metálico en chapa de acero galvanizada; construida en tubos de cobre y aletas de aluminio; dispone de purgadores, bandeja y bomba de condensados. Ventiladores equilibrados dinámica y estáticamente de funcionamiento silencioso, con lamas motorizadas:

- FL200 (2 tubos):

Qaire (m3/h): 290	Precio unitario: 420 €
Potencia calorífica (W): 2056	Uds: 7
	PRECIO TOTAL: 2.940€

- FL200 (4 tubos)

Qaire (m3/h): 290	Precio unitario: 520€
Potencia calorífica (W): 2056	Uds: 16
Potencia frigorífica (W): 1814	PRECIO TOTAL: 8.800€

- FL300 (2 tubos)

Qaire (m3/h): 400	Precio unitario: 550€
Potencia calorífica (W): 2564	Uds: 1
	PRECIO TOTAL: 550€

- FL300 (4 tubos)

Qaire (m3/h): 400	Precio unitario: 606€
Potencia calorífica (W): 2564	Uds: 1
Potencia frigorífica (W): 2718	PRECIO TOTAL: 606€

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

- FL450 (2 tubos)
Qaire (m3/h): **640** Precio unitario: **680€**
Potencia calorífica (W): **3783** Uds: **3**

PRECIO TOTAL: **2.040€**

- FL650 (2 tubos)
Qaire (m3/h): **750** Precio unitario: **840€**
Potencia calorífica (W):**4562** Uds: **1**

PRECIO TOTAL: **840€**

- FL650 (4 tubos)
Qaire (m3/h):**750** Precio unitario: **910€**
Potencia calorífica (W):**4562** Uds: **1**
Potencia frigorífica (W):**4761** PRECIO TOTAL: **910€**

- FL900 (2 tubos)
Qaire (m3/h): **1100** Precio unitario: **999€**
Potencia calorífica (W):**6028** Uds: **1**

PRECIO TOTAL: **999€**

PRECIO TOTAL FAN-COILS: **17.685€**

2. CLIMATIZADORES

Los grupos climatizadores a instalar son del fabricante TROX, estos grupos están formadas por paneles tipo sándwich de 50 mm de espesor, sujetos en estructura auto portante, reforzada.

Cuenta con protección para intemperie de las siguientes características:

Compuerta de toma de aire motorizada.

Sección de ventilador de retorno.

Sección de free Cooling.

Sección de filtros polvo fino G4.

Sección de ventilación.

- Climatizador TROX TKM172 HE (Zona Cardiovascular):

Qaire (m3/h)= **15.700** Precio unitario: **19.635€**

Potencia frigorífica (kW): **87.5** Uds: **1**

Potencia calefacción (kW). **65** PRECIO TOTAL: **19.635€**

- Climatizador TROX TKM86 HE (Vestuarios masculinos y femeninos):

Qaire (m3/h)= **7.050** Precio unitario: **14.450€**

Potencia frigorífica (kW): **37** Uds: **2**

Potencia calefacción (kW): **21** PRECIO TOTAL: **28.900€**

- Climatizador TROX TKM65 HE (Sala actividades 2):

Qaire (m3/h)= **5000** Precio unitario: **13.750€**

Potencia frigorífica (kW): **25** Uds: **1**

Potencia calefacción (kW): **22** PRECIO TOTAL: **13.750€**

- Climatizador TROX TKM43 HE (Sala de actividades 1 y 4)

Qaire (m3/h)=**4000** Precio unitario: **11.250€**

Potencia frigorífica (kW): **22** Uds: **2**

Potencia calefacción (kW): **20** PRECIO TOTAL: **22.500€**

- Climatizador TROX TKM36 HE (Sala de actividades 3, Pasillo y Vestíbulo entrada)

Qaire (m3/h)=**3000** Precio unitario: **9.980€**

Potencia frigorífica (kW): **16** Uds: **3**

Potencia calefacción (kW): **14** PRECIO TOTAL: **29.940€**

- Climatizador TROX TKM22 HE (Sala estudio)

Qaire (m3/h)=**2000** Precio unitario: **6.480€**

Potencia frigorífica (kW): **10** Uds: **1**

Potencia calefacción (kW): **8** PRECIO TOTAL: **6.480€**

PRECIO TOTAL CLIMATIZADORES: **106.755€**

3. DESHUMECTADORAS

Se instalarán deshumectadoras del fabricante CIATESA. Equipos especiales para el tratamiento de aire en piscinas, van totalmente conexionadas tanto eléctrica como hidráulicamente a los circuitos de aire, recuperación y apoyo.

- Deshumectadora CIATESA modelo AQUAIR BCP 230:

Qaire (m³/h): **18.100**

Poder de deshumectación → **H=47,7 Kg/h**

Potencia Batería auxiliar: **61.5 kW**

Uds: **2**

Precio unitario: **21.350€**

PRECIO TOTAL: **42.700€**

PRECIO TOTAL DESHUMECTADORAS: **42.700€**

4. CALDERAS

Se instalarán calderas del fabricante VIESSMANN. Estas calderas presentan las siguientes características:

Caldera en acero presurizada, para instalaciones de calefacción.

Cuerpo de caldera en acero.

El hogar es cilíndrico con inversión de llama, separado de la placa tubular posterior, soldado al arco sumergido.

Distribuidor interno de agua para un aprovechamiento óptimo de la energía y limitar las condensaciones y deposiciones calcáreas.

- Caldera VIESSMANN

Potencia calorífica: **250kW**

Uds: **2**

Precio unitario: **11.198€**

PRECIO TOTAL: **22.396€**

PRECIO TOTAL CALDERAS: **22.396€**

5. EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Se instalará una planta de producción de frío del fabricante CARRIER cuyas especificaciones son las siguientes:

Enfriadora de agua de condensación por aire de bajo nivel de ruido. Con envolvente metálica de protección con capa de poliéster resistente a la corrosión.

- Planta de refrigeración CARRIER:

Potencia frigorífica: **250 kW**.

Temperatura de entrada del agua = **12°C**.

Temperatura de salida del agua = 7°C.

Uds: **1**

Precio unitario: **12.694€**

PRECIO TOTAL: **12.694€**

PRECIO TOTAL EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN: **12.694€**

6. Bombas

Las bombas seleccionadas serán de la marca EBARA. Son bombas horizontales de un escalón y de una entrada. La boca será de aspiración axial e impulsión radial (rodete radial cerrado). Tendrán compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete. Estas difieren entre sí según el caudal con el que trabajen y la altura de columna de agua que sea capaz de elevar. Estas se dispondrán en los circuitos primarios y secundarios en la cubierta.

- Bomba EBARA 65-245:

Q (m ³ /h): 55	Precio unitario: 630€
Altura (m.c.a.): 17	Uds: 2
Velocidad (rpm): 1450	PRECIO TOTAL: 920€

- Bomba EBARA 65-235:

Q (m ³ /h): 34	Precio unitario: 580€
Altura (m.c.a.): 17	Uds: 2
Velocidad (rpm): 1450	PRECIO TOTAL: 1160€

- Bomba EBARA 40-275:

Q (m ³ /h): 9	Precio unitario: 440€
Altura (m.c.a.): 15	Uds: 4
Velocidad (rpm): 1450	PRECIO TOTAL: 1760€

PRECIO TOTAL BOMBAS: **3840€**

7. TUBERÍAS

Tubería de acero negro estirado DIN 2440 de 1/2". Incluyendo principio de accesorios y soportes.

- Tubería de 1/2" - 15 mm:

Precio por metro de tubería: **14,40 €**

Metros: **119,6**

PRECIO TOTAL: **1.578,24€**

- Tubería de 3/4" - 20 mm:

Precio por metro de tubería: **15,0 €**

Metros: **54,3**

PRECIO TOTAL: **814,5€**

- Tubería de 1" - 25 mm:

Precio por metro de tubería: **15,90 €**

Metros: **120,1**

PRECIO TOTAL: **1.909,6€**

- Tubería de 1 1/4" - 32 mm:

Precio por metro de tubería: **16,70 €**

Metros: **112,5**

PRECIO TOTAL: **1.878,75€**

- Tubería de 1 1/2" - 40 mm:

Precio por metro de tubería: **17,65 €**

Metros: **138**

PRECIO TOTAL: **2.435,7€**

- Tubería de 2" – 50 mm:
Precio por metro de tubería: **18,10 €**
Metros: **35**
PRECIO TOTAL: **633,5€**

- Tubería de 2 ½" – 65 mm:
Precio por metro de tubería: **19,10 €**
Metros: **29,3**
PRECIO TOTAL: **559,6€**

- Tubería de 3" – 80 mm:
Precio por metro de tubería: **19,90 €**
Metros: **55,6**
PRECIO TOTAL: **1.106,44€**

- Tubería de 4" – 100 mm:
Precio por metro de tubería: **20,80 €**
Metros: **46.3**
PRECIO TOTAL: **963,4€**

- Tubería de 5" – 125 mm:
Precio por metro de tubería: **21,90 €**
Metros: **8**
PRECIO TOTAL: **175,2€**

PRECIO TOTAL TUBERÍAS: **12.054,93€**

8. CONDUCTOS

La red de conductos comporta conductos rectangulares de chapa tanto para impulsión como para extracción de aire construido en chapa galvanizada de diferentes medidas según el caudal que circule por estos, velocidad y pérdida de carga. Al ser extensa la red de conductos se estimará una longitud de estos con un precio medio ponderado de conducto por metro.

Precio unitario: **18,50 €/metro**

Metros: **454**

PRECIO TOTAL: **8.399€**

PRECIO TOTAL CONDUCTOS: **8.399€**

9. DIFUSORES

Se instalarán difusores del fabricante AIRFLOW, el modelo DCI-1, en las medidas 8", 10", 12" y 14".

Precio unitario: **75€**

Uds: **106**

PRECIO TOTAL: **7.950€**

PRECIO TOTAL DIFUSORES: **7.950€**

10. REJILLAS TROX AH

Rejillas de extracción en forma rectangular con diferentes áreas según requerimientos.

- Rejilla 100*100:

Precio unitario: **60,85 €**

Uds: **20**

PRECIO TOTAL: **1217€**

- Rejilla 200*200:

Precio unitario: **67,85 €**

Uds: **10**

PRECIO TOTAL: **678,85€**

- Rejilla 100*200:

Precio unitario: **62,90 €**

Uds: **7**

PRECIO TOTAL: **440,3€**

- Rejilla 100*300:

Precio unitario: **65,85 €**

Uds: **4**

PRECIO TOTAL: **263,2€**

PRECIO TOTAL REJILLAS: **2.599,35€**

11. OTROS

11.1 Válvulas:

- Válvula de corte de tipo mariposa

Válvula de mariposa con bridas. Su cuerpo será en hierro fundido GG25 con epoxi, al igual que el disco.

Precio unitario: **21,50 €**

Uds: **30**

PRECIO TOTAL: **645€**

- Válvula de tipo globo

Válvula de regulación de tipo globo formada por un cuerpo de hierro fundido, anillo de etilenopropileno, disco de hierro fundido y bridas entre otros componentes.

Precio unitario: **42,60 €**

Uds: **80**

PRECIO TOTAL: **3.408€**

- Válvula automática de tres vías

Válvula de desvío de tres vías para conexión de sistemas de expansión y puesta alternativa de la instalación a la atmósfera.

Precio unitario: **53,80 €**

Uds: **43**

PRECIO TOTAL: **2.313,4€**

- Válvula de retención

Se dispondrán de este tipo de válvulas llamadas también anti retorno, fabricadas en latón cuya localización será ambos circuitos, primario y secundario.

Precio unitario: **11,87 €**

Uds: **50**

PRECIO TOTAL: **593,5€**

11.2 Instrumentos de medida y control

- Sonda de temperatura

Sonda de temperatura de caña Pt-100 de rango de temperaturas de -30°C a 300°C.

Estas estarán situadas en varios puntos de los conductos para controlar que la temperatura del agua esté dentro de valores de seguridad.

Precio unitario: **18,0 €**

Uds: **20**

PRECIO TOTAL: **360€**

- Sonda de presión relativa

Sonda de presión relativa para líquidos, gases y vapor rango 0,25 bar, y salida configurable. De nuevo se tratará de controlar que los valores de presión son adecuados en la instalación y para ello se contará con 25 unidades.

Precio unitario: **49,90 €**

Uds: **25**

PRECIO TOTAL: **1247.5€**

- Instalación eléctrica de climatización

La instalación eléctrica completa para la totalidad de la instalación de climatización comprende cuadros eléctricos, cableados, cajas de registro, empalmes, conexionado y resto de accesorios necesarios. Además se incluyen aquí costes asociados a todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para realizar la instalación en las condiciones de uso determinadas en el presente proyecto, regidas por la normativa vigente.

Precio unitario: **11.532,5 €**

PRECIO TOTAL OTROS: **20.100€**

12. CUADRO RESUMEN DE PRESUPUESTO Y PRESUPUESTO TOTAL

EQUIPOS	PRECIOS TOTALES
FAN-COILS	17685
CLIMATIZADORES	106755
DESHUMECTADORAS	42700
CALDERAS	22396
EQUIPO DE REFRIGERACIÓN	12694
BOMBAS	3840
TUBERÍAS	12054,93
CONDUCTOS	8399
DIFUSORES	7950
REJILLAS	2599,35
OTROS	20100
TOTAL	257173,28

El presupuesto total es de **257.173,28€**



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

PARTE IV: PLIEGO DE CONDICIONES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

INDICE

- 350.0 TUBERIAS. GENERAL
- 350.2 TUBERIAS DE ACERO PARA SOLDAR, SERIE NORMAL
- 351 TUBERIAS DE ACERO SIN SOLDADURA, SERIE NORMAL
- 355.1 TUBERIA DE COBRE. CIRCUITOS FRIGORIFICOS
- 360.0 VALVULAS. GENERAL
- 361 VALVULAS DE GLOBO O ASIEN TO
- 362 VALVULAS DE MARIPOSA
- 363 VALVULAS DE ESFERA
- 364.0 VALVULAS DE RETENCION
- 364.1 VALVULAS DE RETENCION (TIPO RESORTE)
- 381.0 BOMBAS CENTRIFUGAS DE AGUAS LIMPIAS. GENERAL
- 381.1 BOMBAS CENTRIFUGAS EN LINEA
- 417.1 INTERCAMBIADORES DE PLACAS
- 430.1 EQUIPOS AUTONOMOS, SISTEMA PARTIDO, CONDENSADOS POR AIRE
- 432 GRUPOS DE ENFRIAMIENTO DE AGUA DE CONDENSACION POR AIRE
- 434 BOMBAS DE CALOR AIRE-AGUA
- 440 CLIMATIZADORES. GENERAL
- 441 VENTILADORES
- 500.1 CONDUCTOS DE CHAPA
- 500.3 CONDUCTOS CIRCULARES
- 500.4 CONDUCTOS DE FIBRA DE VIDRIO
- 501 REJILLAS DE IMPULSION
- 502 REJILLAS DE RETORNO
- 503 REJILLAS DE EXTRACCION
- 504.0 DIFUSORES DE AIRE
- 507 UNIDADES TERMINALES AGUA - AIRE
- 520.0 SISTEMAS DE CONTROL
- 520.1 INSTRUMENTOS
- 521 VALVULAS MOTORIZADAS
- 522 MEDICION Y CONTROL DE TEMPERATURA (LIQUIDOS)
- 523 MEDICION Y CONTROL DE CAUDAL (LIQUIDOS)
- 527 MEDICION Y CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (AIRE, GASES)
- 528 MEDICION Y CONTROL DE CAUDAL (AIRE, GASES)
- 529 MEDICION Y CONTROL DE PRESION (AIRE, GASES)
- 532 SERVOMOTORES
- 533 CONTROLADORES. REGULADORES
- 534 SISTEMAS DE CONTROL CENTRALIZADO
- 541 AISLAMIENTO TERMICO DE TUBERIAS (ESPUMA ELASTOMERA)
- 543 AISLAMIENTO DE CONDUCTOS
- 623.1 LINEAS ELECTRICAS
- 623.2 CUADROS ELECTRICOS
- 350.0. TUBERIAS. GENERAL

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Todos los tubos serán redondos (sin abolladuras), lisos, limpios exterior e interiormente y no tendrán defectos que puedan afectar desfavorablemente a su servicio.

La fabricación de los mismos será realizada según normas descritas y con las máquinas precisas para conseguir un correcto proceso sin presiones internas por conformado o soldadura.

La instalación de la tubería se realizará de acuerdo con normas y práctica común para la misma asegurándose una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminación de bolsas de aire y fácil drenaje de los distintos circuitos, mediante la instalación de purgadores y válvulas.

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

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

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

350.2. TUBERIA DE ACERO PARA SOLDAR, SERIE NORMAL

Esta especificación será aplicable a tuberías para soldar con presión nominal hasta 25 atm (PN-25), con agua o líquidos y PN-10 para aire y gases no peligrosos.

1. Materiales

-	Diámetro nominal	:	DN-6 a DN-150
-	Norma de aplicación coincidente con DIN-2440	:	Según UNE 19.040
-	Material	:	Acero st. 35, según DIN-17100
-	Ejecución	:	Con soldadura o sin soldadura (según se indique)
-	Espesor de pared	:	Según DIN-2440
-	Dimensiones y pesos	:	Según DIN-2440
-	Acabados	:	Negro según DIN-2444

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

2. Accesorios

- Tipo : Soldado
- Material : Accesorios soldados st-35, según DIN-17100
- Codos : Se usarán codos de radio largo en los lugares donde el espacio lo permita, según DIN 2605
- Tes : Según DIN-2615
- Reducciones : Según DIN-2616

3. Ejecución

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

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

La tubería aislada se instalará sin que en su aislamiento se pueda producir daño o deterioro.

4. Recepción y Ensayos

- Tuberías y accesorios : Desengrasado y limpiado
- Almacenaje : Protección contra erosión y corrosión
- Tubería enterrada : Una primera mano de cinta plástica de 0,4 mm de espesor, segunda mano, secado y aplicación de una protección adherente con un solape de 12 mm
- Pruebas : Se realizarán antes de arrollar la cinta protectora
Se realizarán de acuerdo a normativa UNE-100-151-88

5. Medición y Abono

Se medirá por metro lineal instalado con todos los elementos de fijación y montaje. Se incluirá la parte proporcional de accesorios y transporte.

Se abonará según precios establecidos en el cuadro de precios.

351. TUBERIAS DE ACERO SIN SOLDADURA, SERIE NORMAL

Esta tubería será aplicable para tuberías con presión nominal hasta 25 atm (PN-25), para circuitos de agua de la instalación de aire acondicionado.

1. Materiales

- Diámetro nominal	:	DN-125 y superiores
- Norma de aplicación coincidente con DIN-2448	:	Según UNE 19.040
- Material	:	Acero st. 35, según DIN-17100
- Ejecución	:	Sin soldadura
- Espesor de pared	:	Según DIN-2448
- Dimensiones y pesos	:	Según DIN-2448
- Acabados	:	Mano de imprimación antioxidante

2. Accesorios

- Tipo	:	Soldado
- Material	:	Accesorios soldados st-35, según DIN-17100
- Tes	:	Según DIN-2615
- Reducciones	:	Según DIN-2616
- Codos	:	Se usarán codos de radio largo en los lugares donde el espacio lo permita, según DIN 2605

3. Ejecución

Ver normas generales.

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

Cuando la tubería sea empotrada, se protegerá con cinta plástica de 0,4 mm. de espesor.

4. Recepción y Ensayos

- Tuberías y accesorios	:	Desengrasado y limpiado
- Almacenaje	:	Protección contra erosión y corrosión.
- Tubería enterrada	:	Una primera mano de cinta plástica de 0,4 mm de espesor, segunda mano, secado y aplicación de una protección adherente con un solape de 12 mm

- Pruebas : Se realizarán antes de arrollar la cinta protectora
Se realizarán de acuerdo a normativa UNE-100-151-88

5. Medición y Abono

Se medirá por metro lineal instalado con todos los elementos de fijación y montaje. Se incluirá la parte proporcional de accesorios y transporte.

Se abonará según precios establecidos en el cuadro de precios.

355.1 TUBERIAS DE COBRE. CIRCUITOS FRIGORIFICOS

Esta tubería será de aplicación para circuitos frigoríficos de instalaciones refrigeración y climatización.

1. Materiales

- Diámetro exterior : 3/16 a 28,7 mm
- Material : Cobre estirado sin soldadura desoxidado con fósforo, con alto contenido de fósforo residual, CU-DHP (C-1130)
- Norma de aplicación : UNE-37.137, UNE-37.153
- Estado : Recocido, semiduro y duro
- Dimensiones y tolerancias : Según UNE-37.153
- Dureza : De acuerdo a UNE-37.153 y UNE 7-400

2. Accesorios

- Tipo : Por capilaridad o por presión por soldadura
- Norma de aplicación : ASTM B 280

3. Ejecución

Los extremos estarán cortados a escuadra, bien rebarbados y recalibrados.

Se podrán emplear accesorios de compresión o de soldadura por capilaridad.

Se utilizará soldante de estaño plata (Sn Ag 96 4).

Se debe aislar la tubería de gas. El material de aislamiento empleado debe poder

soportar temperaturas de 120 °C, como mínimo.

Si se considera probable que el sistema de aire acondicionado funcione a temperaturas de entre 0 °C y 10 °C, en el modo de refrigeración, se deben aislar los tubos de líquido. Los materiales de aislación empleados deben poder soportar temperaturas de 120 °C, como mínimo.

Una vez finalizado el trabajo de conexión de la tubería de refrigerante, se deben realizar las siguientes verificaciones:

- Prueba de fugas (presión 28 Kg/cm²).
- Secado por vacío.

Las tareas deben realizarse a través de las compuertas de mantenimiento de la válvula de cierre del tubo de gas y de líquido.

Si fuera necesaria una carga adicional de refrigerante, se la deberá realizar a través de la compuerta de mantenimiento del tubo de líquido, luego de finalizado el secado por vacío.

4. Recepción y ensayos

- Designación de tubo : Según UNE 37 153 y UNE 37 137.
- Ensayos a tracción : Según UNE 37-018 y UNE 37-153

Se tendrá en cuenta la N.T.E. en sus diferentes actividades, en lo que respecta a la recepción de los mismos.

5. Medición y Abono

La tubería de cobre se medirá por metro lineal, totalmente instalada, incluyendo accesorios, abrazaderas, soportería, etc.

La tubería se abonará según los precios establecidos en el cuadro de precios.

En el caso en que se indique como una partidaalzada de conexionado de líneas frigoríficas entre unidades interior y exterior de un sistema de climatización (unidades tipo "split-system"), se considerará incluido en la partida global, además de lo anterior, la carga de gas refrigerante y aislamiento de las líneas.

360.0. VALVULAS. GENERAL

El Contratista suministrará e instalará las válvulas de acuerdo con mediciones y planos.

Todas las válvulas serán transportadas en una caja no metálica, impermeable y resistente a golpes y al transporte.

Todas las válvulas serán nuevas y libres de defectos y corrosiones.

Los volantes serán los adecuados al tipo de válvula, de tal forma que permita un cierre estanco sin necesidad de aplicar esfuerzo con ningún otro objeto.

La superficie de los asientos estarán mecanizadas y terminadas de forma que aseguren la hermeticidad adecuada para el servicio especificado.

Las válvulas se especificarán por su DN (diámetro nominal) y su PN (presión nominal).

La presión de servicio será siempre igual o mayor de la especificada.

De acuerdo con la "Deutsche Institut Normen" (DIN) la relación entre presión de servicio máximo permisible y la temperatura será la siguiente:

Válvulas de hierro fundido

Presión de servicio máxima permisible Kpa a las siguientes temperaturas

Presión nominal (Pn) Kpa		Temperatura (°C)			
Por debajo		121	151	226	301
120°C	150°C		225°C	300°C	
	400°C				
250	250		200	160	160
400	400		320	250	250
600	600		450	320	320
1000	1000		800	600	600
1600	1600		1000	1000	---

Válvulas de acero al carbono

Presión de servicio máxima permisible Kpa a las siguientes temperaturas

Presión nominal (Pn) Kpa					
Por debajo	121		151	226	301
120°C	150°C		225°C	300°C	
400°C					
600	600	600	500	500	500
1000	1000	1000	800	800	800
1600	1600	1350	1300	1300	
	1300				
2500	2500	2500	2000	2000	
	2000				
4000	4000	4000	4000	3200	
	3200				
6400	6400	6400	6400	5000	
	4000				

Como los datos suministrados en las válvulas son función de la presión, la relación con la temperatura de la tabla arriba indicada deberá ser tenida en cuenta y se considera como mínima.

361. VALVULA DE GLOBO O ASIEN TO

1. Materiales

- Cuerpo : Hierro fundido
- Tapa : Hierro fundido
- Asiento : Disco normal, con asiento cónico para regulación
- Cierre : Bronce
- Eje : Bronce
- Volante : Acero

2. Conexiones

- Roscada : Hasta diámetro 40 mm
- Embridadada : Mayor diámetro 50 mm

3. Ejecución

- Tipo : Husillo no ascendente

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

- Diámetro nominal : Todas las medidas
- Presión nominal : 16 kg/cm²
- Accionamiento : Manual por volante
- Dimensiones generales : Según DIN-3216

4. Recepción y ensayos

Prueba del 10% de las unidades y certificado material.

Presión de prueba igual o mayor a 1,5 x PN a 20°C

5. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad montada.

362. VALVULA DE MARIPOSA

1. Materiales

- Cuerpo : Acero fundido
rilsanizado ASTM (A-216 WBC).
- Mariposa : Fundición nodular
rilsanizada (DIN GGG-45).
- Ejes : Acero inoxidable AISI-304.
- Anillo : E.P.D.M., si no se
especifica lo contrario.
- Volante de accionamiento : Fundición gris
- Tapa : Metacrilato o aluminio
- Junta tórica de accionamiento : Nitrilo

2. Ejecución

- Tipo : Mariposa
- Modelo : Wafer
- Hasta DN 400 : Bidas
- Hasta DN 450 : Todas las medidas
- Diámetro nominal : PN 16
- Presión nominal : Estanco
- Cierre : Vertical u horizontal
- Montaje : (hasta DN-300). Horizontal para DN mayor de 300.
- Accionamiento

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

- . Hasta DN 125 : Manual por palanca
- . De DN mayor De 125 : Manual por volante y desmultiplicador.
- Tipo desmultiplicador
- . Hasta DN 200 : Reductor planetario
- . De DN mayor de 200 : Reductor tornillo sin fin
- Eje : De longitud especial para montaje en caso de tuberías aisladas.

3. Recepción y ensayos

Según normas generales.

Prueba del 10% de las unidades y certificados de material.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad montada.

363. VALVULAS DE ESFERA

1. Materiales

- Cuerpo : Latón estampado P-Cu Zn 40 Pb2
- Bola : Latón duro cromado P-Cu Zn 40 Pb2
- Eje : Latón niquelado P-Cu Zn 40 Pb2
- Asientos : Teflón
- Empaquetadura : Teflón

2. Ejecución

- Diámetro nominal : Todas las medidas
- Presión nominal : 16 bars
- Conexiones : Roscadas gas s/DIN 259
- Accionamiento : Manual por palanca

3. Recepción y ensayos

Según normas generales.

Prueba del 10% de las unidades y certificados de material.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad instalada.

364.0 VALVULAS DE RETENCION

1. Materiales

- Cuerpo bronce	:	Acero	moldeado	o
- Clapeta bronce	:	Acero	moldeado	o
- Asientos	:	Acero inoxidable		
- Eje	:	Acero inoxidable		
- Junta de cierre	:		Goma	

2. Ejecución

- Tipo	:	Doble plato con resorte (DN ³ 32)		
- Diámetro nominal 32)	:	Clapeta oscilante (DN <		
- Presión nominal según los casos	:	10	Kg/cm ² /16	Kg/cm ²
- Conexiones PN 10	:	Embridadas, taladradas,		
- Montaje	:	Horizontal o vertical		
- Cierre	:	Estanco		

3. Recepción y ensayos

Según normas generales.

Prueba del 10% de las unidades y certificados de material.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad instalada.

364.1 VALVULAS DE RETENCION (TIPO RESORTE)

1. Materiales

- Cuerpo	:	Acero al carbono A-216
WCB		
- Platos	:	Acero inoxidable AISI-304
- Resortes	:	Acero inoxidable AISI-302
- Ejes	:	Acero inoxidable AISI-304
- Asiento	:	Nitrilo (Buna-N)

2. Ejecución

- Diámetro Nominal	:	DN-50 y superiores
- Presión nominal	:	10 Kg/cm ² ó 16 Kg/cm ²
según los casos		
- Conexiones	:	Embridadas, taladradas,
PN 10		
- Montaje	:	Horizontal o vertical
- Cierre	:	Estanco

3. Recepción y ensayos

Según normas generales.

Prueba del 10% de las unidades y certificados de material.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad instalada.

381.0 BOMBAS CENTRIFUGAS DE AGUAS LIMPIAS. GENERAL

Esta especificación se refiere a grupos electrobombas centrífugas, diseñadas y construidas para circulación de aguas limpias sin sustancias abrasivas en suspensión.

1. Aplicaciones

Los distintos tipos de bombas se aplicarán siguiendo los criterios que se indican a continuación.

- a. Bombas en línea de rotor húmedo.
 - Recirculación de ACS con temperatura de 20°C hasta 60°C.
 - Sistemas de calefacción de pequeña potencia y temperatura hasta 90°C.
- b. Bombas en línea de rotor seco.
 - Sistema de agua potable, caliente o refrigerada de potencias medianas y pequeña (temperatura máxima 90°C).
- c. Bombas de bancada tipo monobloc.
 - Sistemas de agua caliente hasta 100°C y de agua potable o refrigerada, de presiones medias.
- d. Bombas de bancada de simple aspiración, de una o dos etapas.
 - Para sistemas de distribución de agua caliente y refrigerada, para caudales medios y elevados y presiones medias.
 - Instalaciones de abastecimientos de agua.
 - Instalaciones de riego.
- e. Bombas de bancada de doble aspiración.
 - Para usar en las mismas condiciones de la bomba de simple aspiración, pero con caudales mucho más elevados.
- f. Bombas de etapa múltiple, horizontal o vertical.
 - Para sistemas de alta presión.
 - Sistemas de elevación de agua.
 - Alimentación de calderas de vapor.
 - Sistema de riego.

Para los casos a, b, c y d la velocidad de giro no será superior a 1.450 r.p.m., siempre que no se dicte lo contrario en la Especificación Técnica Particular.

381.1 BOMBAS CENTRIFUGAS EN LINEA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

Esta especificación se refiere a grupos electrobombas centrífugas de tipo en línea, diseñadas y construidas para circulación de aguas limpias sin sustancias abrasivas en suspensión.

Las bombas en línea podrán ser de rotor húmedo o seco. En el caso de rotor bañado por el fluido en circulación carecerán de prensa-estopas.

El motor y el rodete de estas bombas se podrán extraer de la carcasa, quedando ésta conectada a la tubería.

Según se indique en la Especificación Particular, las bombas en línea podrán ser de tipo simple o doble (en serie o paralelo).

Las bocas de acoplamiento a las tuberías tendrán el mismo diámetro y los ejes coincidentes. El motor estará directamente acoplado al rodete.

Cuando se empleen estas bombas en circuitos de agua caliente para usos sanitarios deberán utilizarse materiales resistentes a la corrosión.

1. Materiales

a. Bomba en línea de rotor húmedo (agua fría o potable).

- Cuerpo : Fundición gris PN6 para presión de trabajo inferior a 3 bars. Modular PN10 para presiones superiores, hasta 6 bars.
- Rodete : Fundición gris (agua potable).
- Eje : Acero duro al cromo o acero inoxidable.
- Cojinetes de fricción : Acero al carbono o bronce.

b. Bomba en línea de rotor húmedo (agua caliente o sanitaria).

- Cuerpo : Fundición de latón Cu Sn 5 de PN6 o PN10, según presiones indicadas anteriormente.
- Rodete : Bronce o material plástico especial al calor.
- Eje : Acero inoxidable.
- Cojinetes de fricción : Acero al carbono o bronce.

c. Bomba en línea de rotor seco.

- Cuerpo : Fundición gris PN10. Modular para PN16.
- Rodete : Fundición gris (agua fría o potable). Bronce (agua caliente o agresivas).
- Eje : Acero duro al cromo.
- Cojinetes : Bronce.

- Cierre : De tipo mecánico con muelle con lubricación forzada por agua.

2. Ejecución

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado.

El acoplamiento entre tubería y bomba podrá ser roscado, hasta DN 32.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en correspondencia de las inmediaciones de las bombas.

La conexión entre tubería y bomba no podrá provocar esfuerzos recíprocos de torsión o flexión.

Todas las conexiones entre caja de bornas del motor y caja de derivación de la red de alimentación deberán hacerse por medio de un tubo de acero flexible de al menos 50 cm de longitud.

En ningún caso, la potencia al freno de los motores, estando las bombas trabajando a su máxima capacidad, excederá la potencia nominal del motor. Deberá por otra parte, asegurarse un funcionamiento silencioso de las bombas.

El tipo de alimentación eléctrica será monofásico para motores inferiores a 200 w, y trifásico para potencias superiores.

El motor irá provisto de ventilador interior acoplado directamente al eje del mismo, y será de marca SIEMENS o ASEA.

3. Recepción y ensayos

Todas las bombas llevarán una placa de características de funcionamiento de la bomba, además de la placa del motor. La placa estará marcada de forma indeleble y situada en lugar fácilmente accesible sobre la carcasa de la bomba, cuando la bomba de línea o compacta podrá estar montada sobre el motor.

En la placa deberá figurar, por lo menos, el caudal y la altura manométrica para la que han sido elegidas.

Cuando el equipo llegue a obra con un certificado acreditativo de las características de los materiales y de funcionamiento, emitido por algún organismo oficial, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes y la correspondencia de lo indicado en la placa con lo exigido en el proyecto.

En caso de dudas sobre el correcto funcionamiento de una bomba, la Dirección Facultativa tendrá derecho a exigir una prueba en obra, con los gastos a cargo de la empresa instaladora, efectuando de acuerdo al procedimiento indicado en "centrifugal pumps test code" del Hydraulic Institute Standards for centrifugal, rotary an reciprocating pumps (edición 13).

4. Medición y abono

Los grupos electrobombas "in line" se medirán por unidades, incluyendo los siguientes conceptos:

- La bomba completa, con todos sus elementos, incluso la primera carga de grasa o aceite para lubricación.
- El motor de accionamiento, que vendrá acoplado de fábrica.
- Contrabridas, tornillos, tuercas, etc.
- El material para estanqueidad entre uniones.
- Los medios humanos y mecánicos para el movimiento en obra.
- La mano de obra para el montaje.

Se excluirá:

- Los accesorios, como válvulas de corte y retención, manguitos anti-vibratorios, manómetros, termómetros, etc., a no ser que se especifique lo contrario.

417.1 INTERCAMBIADORES DE PLACAS

Esta especificación será aplicable para intercambiadores de calor, tipo placas, para transmisión de temperatura entre agua-agua.

1. Materiales

- Marco, placas frontal, posterior y soportes : Acero al carbono
- Placas corrugadas :
Acero inoxidable AISI 316
- Conexiones :
Bridas de acero

2. Ejecución

Los intercambiadores se instalarán sobre soportes de perfiles metálicos.

Se instalarán perfectamente horizontal.

El espacio libre en el frente y por detrás de intercambiadores deberá ser al menos de 60 cm.

3. Recepción y ensayos

Los aparatos llevarán su placa de identificación timbrado y un certificado de origen industrial.

Se comprobará que el aparato ha sido conectado correctamente a las tuberías de los fluidos primario y secundario y está completo de todos los accesorios indicados en Proyecto.

4. Medición y abono

Los intercambiadores se miden por unidades, cada una definida por las características indicadas en el párrafo anterior. Cada unidad comprenderá los siguientes elementos:

- El intercambiador de calor, completo.
- Las contra-bridas de conexión, con las juntas de estanqueidad, bulones, tuercas, etc.
- Los soportes para el anclaje del intercambiador al suelo o a una pared.
- La pintura anti-oxidante de la superficie exterior del intercambiador y de los soportes (dos manos), en su caso.
- Los medios humanos y mecánicos para el movimiento en obra del aparato.
- La mano de obra de montaje.

Se excluyen de esta partida y se medirán aparte los siguientes elementos:

- Las válvulas de interceptación.
- La válvula de seguridad.
- Los accesorios para el vaciado y la eliminación de aire.
- Los eventuales purgadores de condensado.
- Los aparatos de medida.
- Los aparatos de control.

430.1 EQUIPOS AUTONOMOS, SISTEMA PARTIDO, CONDENSADOS POR AIRE

Esta especificación se refiere a equipos autónomos de aire acondicionado, partidos y formados por una unidad de tratamiento de aire de instalación interior y una unidad

motocondensadora para instalación al exterior, unidas por medio de un circuito de expansión directa.

1. Material

- Bastidor : Acero laminado o metalizado.
- Cerramiento : Chapa de acero pintado, resistente a la intemperie, o paneles de aluminio.
- Compresor : Tubos de cobre con aletas de aluminio, las baterías exteriores llevarán una rejilla de aluminio o acero recubierta con resina Epoxi.
- Filtro : Regenerables, metálicos o de fibra sintéticas.
- Ventiladores interiores : Centrífugos de doble oído.
- Ventiladores exteriores : Tipo axial o centrífugo, según se indique.
- Circuito frigorífico : En tubo de cobre, según UNE 37-153

2. Ejecución

El compresor será de tipo alternativo hermético o semihermético, e incluirá como mínimo: resistencia de carter, protección interna por termistores, válvula de seguridad, válvula de interceptación en aspiración y descarga, circuito de aceite con resistencia de carter, visor de nivel, filtro y bomba.

Los ventiladores, serán de bajo nivel sonoro y equilibrados estática y dinámicamente, montado sobre cojinetes de lubricación permanente, accionados por motores eléctricos trifásicos, con protección IP 44 de cuatro polos, montados sobre carriles tensores, acoplados mediante correas y poleas trapezoidales.

El panel de control comprenderá como mínimo los siguientes elementos:

- Regulación termostática con sonda de bulbo en el retorno.
- Interruptor general.
- Fusibles, contactores y relés térmicos para compresores.
- Fusibles, contactores y relés térmicos para ventiladores interiores y exteriores.
- Transformador para circuito de control.
- Relés temporizadores para compresores.
- Presostatos de alta (rearme manual) y baja (rearme automático).
- Presostato diferencial de aceite temporizado (rearme manual).
- Sistema automático de desescarche (sólo en versión bomba de calor) compuesto por temporizadores y presostatos.

Accesorios opcionales (véanse Mediciones):

- Batería de agua caliente (véase Anexo 421).
- Batería eléctrica (véase Anexo 421).
- Amortiguadores de bancada.
- Sección de enfriamiento gratuito, de tipo termostático o entálpico.

3. Recepción y ensayo

Estos equipos se suministrarán totalmente montados, conexiónados y probados en fábrica. Se entregarán con la correspondiente carga de refrigerante y aceite lubricante.

Cuando el equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, su recepción se realizará comprobando únicamente, sus características aparentes.

Cuando el equipo esté instalado, la Dirección de Obra, comprobará las conexiones a los conductos de aire a través de elementos antivibratorios y el montaje del equipo de control.

4. Medición y abono

Los equipos autónomos se medirán por unidades montadas, de iguales características, incluyendo los siguientes conceptos:

- El equipo (unidad interior y unidad exterior), con todos sus accesorios de fábrica.
- La mano de obra para las conexiones eléctricas y la unión a la red de impulsión de aire.

Se incluye la mano de obra y los medios mecánicos para el transporte del equipo desde el camión hasta el lugar definitivo de emplazamiento.

432. GRUPOS DE ENFRIAMIENTO DE AGUA DE CONDENSACION POR AIRE

Esta Especificación se refiere a equipos enfriadores de agua o agua glicolada con potencia entre 21 kw a 715 kw, condensadas por aire, para montaje en el exterior.

El equipo será compacto y vendrá totalmente ensamblado de fábrica.

1. Materiales

- Condensador aletas de aluminio : Tubo de cobre y
- Evaporador integrales : Tubo de cobre con aletas
- Envoltura : Estará preparada para montaje en intemperie
- Circuito frigorífico : Tubo de cobre

2. Ejecución

Llevará un microprocesador incorporado que permita mantener controlados las principales funciones de la máquina.

Las válvulas de expansión electrónicas operarán a una presión por debajo de 103 kpa, con un bajo EER de la máquina.

Los compresores serán tipo semi-herméticos.

Temperatura máx. funcionamiento + 52°C.

Dispondrá de un temporizador para mejorar los ritmos de parada.

3. Recepción y ensayos

El equipo vendrá completamente probado y ensayado en fábrica, según ASME.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad montada, incluyendo todos los elementos de fijación y dispositivos antivibratorios.

434. BOMBAS DE CALOR AIRE-AGUA

Esta Especificación se refiere a equipos enfriadores calentadores de agua con potencia entre 53 kw y 314 kw, para refrigeración, y entre 56 y 349 kw, para calefacción, y preparados para montaje en el exterior.

El equipo será compacto y vendrá totalmente ensamblado de fábrica.

1. Materiales

- Condensador aletas de aluminio : Tubo de cobre y
- Evaporador integrales : Tubo de cobre con aletas
- Envoltura : Estará preparada para montaje en intemperie

2. Ejecución

Llevará un microprocesador incorporado que permita mantener controlados las principales funciones de la máquina.

El desenganche de los serpentines exteriores se realizará automáticamente por temperatura y por tiempos.

Las válvulas de expansión electrónicas operarán a una presión por debajo de 103 kpa, con un bajo EER de la máquina.

Un dispositivo de estado sólido proporcionará un control perfecto de la temperatura del agua y protección absoluta contra la congelación y el recalentamiento.

Los compresores serán tipo semi-herméticos.

Temperatura máx. funcionamiento: + 52°C.

Dispondrá de un temporizador para mejorar los ritmos de parada.

3. Recepción y ensayos

El equipo vendrá completamente probado y ensayado en fábrica.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad montada, incluyendo todos los elementos de fijación y dispositivos antivibratorios.

Se incluye el movimiento de la máquina desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo.

440. CLIMATIZADORES GENERAL

Esta Especificación se refiere a climatizadores compactos modulares de tipo horizontal, de caudal constante o variable según se indique, para uso en instalaciones de aire acondicionado.

Estos equipos estarán compuestos por las secciones que se indiquen en la Especificación Técnica Particular (Tablas de Características), debiendo cumplir éstas las siguientes especificaciones:

1. Envoltente

Estará formada por perfiles y paneles tipo "sandwich" de chapa galvanizada, pintada en caliente ya sea para instalación interior como a la intemperie.

El aislamiento térmico y acústico interior de los paneles será de 25 mm de espesor mínimo, siendo de material incombustible de acuerdo a DIN 4102.

Será totalmente desmontable y con manecillas para apertura y cierre de todos los paneles de registro, o puertas abisagradas en caso de que así se indique.

Para las secciones de ventiladores, en el caso que así se especifique, la chapa interior de los paneles será chapa perforada siendo en este caso el aislamiento en manta de fibra de vidrio.

En caso que así se indique, se preverá iluminación estanca en las secciones registrables, incluyendo la preinstalación eléctrica interior correspondiente, bajo tubo de acero galvanizado, hasta interruptor estanco exterior y caja de conexión.

También en caso que así se indique, se preverán en los paneles de sección de ventiladores "ojos de buey" para registro. En las secciones de humectación se preverán en cualquier caso.

2. Sección de entrada

Vendrá provista de compuerta de regulación, preparada para su motorización ya sea para aire exterior o de retorno. La velocidad de paso a través de las compuertas no será mayor de 5 m/s.

3. Sección de mezcla o de "free-cooling"

Vendrá provista de las compuertas de regulación que se indiquen, todas ellas preparadas para su motorización.

Se situarán dichas compuertas de forma que se asegure una buena mezcla de aire sin estratificar.

La velocidad de paso a través de las compuertas no será superior a 5 m/s.

4. Sección de prefiltros

Incorporará filtros de fibra plana, en "V", o de tipo metálico según se indique, con una eficacia mínima del 60% según AFI.

Serán de tipo desechable siempre que no se indique lo contrario, y en cualquier caso se montarán sobre marcos o carriles metálicos estanco respecto a la envolvente.

Deberán resistir el flujo de aire garantizando la imposibilidad de arrastre de fibras, siendo la velocidad de paso del aire por él la recomendada por el fabricante.

5. Sección de filtros

Incorporará filtro de fibra en "V", tipo "cassette" o de tipo rotativo según se indique, con un eficacia mínima del 85% (peso en polvo) según ASHRAE 52-68.

El resto de características serán similares a los anteriores.

6. Sección de filtros de media eficacia

Estará constituida por filtros modulares de eficacia mínima 85% "Dust-spot", según ASHRAE 52-68.

7. Sección de filtros absolutos

Será colocada en impulsión de aire y estará constituida por filtros modulares de muy alta eficacia (HEPA) de 99,997% ó 99,999% D.O.P. según se indique.

Tendrá las mismas consideraciones generales que los anteriores.

8. Sección de baterías

Las baterías estarán construidas en tubo de cobre y aletas de aluminio de tipo continuo estampadas, disponiendo los tubos al tresbolillo.

La circulación de fluidos irá a contracorriente no sobrepasando una pérdida de carga en el circuito de agua de 4 m.c.a.

Irán dotadas de drenaje y purga de aire, estando probadas en fábrica a una presión

doble a las condiciones de trabajo.

Las baterías de agua fría dispondrán de bandeja de recogida de condensados en chapa de acero galvanizado impermeabilizada con capa asfáltica, que incorporará drenaje debidamente sifonado.

La velocidad máxima de paso del aire por las baterías será de 2,5 m/seg (frío) y 3 m/seg (calor), disponiendo en el sentido del flujo de aire de separador de gotas para las baterías de agua fría en caso de que la sección siguiente sea de ventilador.

El diseño de las baterías cumplirá en todos los casos las condiciones de entrada y salida de aire fijadas en Tablas de Características.

9. Sección de humectación por vapor

Dispondrá de espacio para lanza(s) de vapor, que estarán dispuestas uniformemente. Se preverá acceso a la sección y "ojo de buey" de inspección.

10. Sección de humectación por pulverización de agua

Se instalarán los pulverizadores de agua en una o dos bancadas para conseguir las condiciones de humectación requeridas.

El distribuidor estará construido en tubo de acero galvanizado, siendo las toberas de inyección construidas en bronce o material plástico adecuado.

La bandeja de recogida será de acero galvanizado con 2 capas de impermeabilizante y una superficie igual a la sección de humectación, disponiendo de desagüe, rebosadero y acometida de agua mediante válvula de flotador, incluyendo sistema de purga automática de desconcentración mediante válvula solenoide.

El humectador estará alimentado por bomba centrífuga de tipo "in-line" de características adecuadas.

Se dispondrá de doble separador de gotas a la salida de la sección.

La aspiración de la bomba dispondrá de filtro anticavitante.

Se preverá acceso a la sección y "ojo de buey" de inspección.

11. Sección de ventilación

Se dispondrán las secciones de ventiladores de retorno e impulsión con las condiciones que se indiquen en Tablas de Características.

En general, para sistemas de caudal constante, los ventiladores serán centrífugos, de doble oído, con álabes a acción.

Para sistemas de caudal variable, los ventiladores serán centrífugos, de doble oído, con álabes a reacción, y álabes reguladores en oídos de aspiración que estarán motorizados.

Deberán ser seleccionados en las zonas de funcionamiento recomendadas por el fabricante, a fin de obtener el mejor rendimiento. A modo de sugerencia indicamos las siguientes velocidades máximas de descarga, en función de diferentes presiones estáticas:

Presión estática inferior a 30 mm.c.a.	:	10 m/s
Presión estática de 30 a 65 mm.c.a.	:	12 m/s
Presión estática de 65 a 150 mm.c.a.	:	13 m/s
Presión estática superior a 150 mm.c.a.	:	15 m/s

El grupo moto-ventilador irá montado sobre bancada común, aislado de la envolvente del climatizador mediante antivibradores.

La transmisión se efectuará mediante poleas acanaladas intercambiables y correas trapezoidales, dimensionadas como mínimo para un 130 por 100 de la potencia del motor. La polea de transmisión del motor será regulable.

El motor será trifásico, con protección IP-54, montado sobre soporte regulable, marca SIEMENS o ASEA.

La impulsión del ventilador dispondrá de acoplamiento flexible para conexión a la embocadura de impulsión.

Se preverá acceso a la sección y "ojo de buey" de inspección, en caso de que así se determine en la Especificación Particular.

441 VENTILADORES

Esta Especificación se refiere a ventiladores centrífugos de impulsión o extracción de aire para instalaciones de Aire Acondicionado.

Estos equipos estarán compuestos por: envolvente, boca de entrada, filtro (si así se especifica), y grupo motoventilador.

1. Envolvente

Estará formada por perfiles y paneles tipo "sandwich" de chapa galvanizada, pintada en caliente ya sea para instalación interior como a la intemperie.

El aislamiento térmico y acústico interior de los paneles será de 25 mm de espesor mínimo, siendo de material incombustible de acuerdo a DIN 4102.

Será totalmente desmontable y con manecillas para apertura y cierre de todos los paneles de registro, o puertas abisagradas en caso de que así se indique.

En el caso que así se especifique, la chapa interior de los paneles será chapa perforada siendo en este caso el aislamiento en manta de fibra de vidrio.

En caso que así se indique, se preverá iluminación estanca, incluyendo la preinstalación eléctrica interior correspondiente, bajo tubo de acero galvanizado, hasta interruptor estanco exterior y caja de conexión.

2. Boca de entrada

Vendrá provista de compuerta de regulación, preparada para su motorización ya sea para toma de aire o extracción. La velocidad de paso a través de la compuertas no será mayor de 5 m/s.

3. Filtro

En el caso que así se especifique, incorporará filtros de fibra plana, en "V", o de tipo metálico según se indique, con una eficacia mínima del 60% según AFI.

Serán de tipo desechable siempre que no se indique lo contrario, y en cualquier caso se montarán sobre marcos o carriles metálicos estanco respecto a la envolvente.

Deberán resistir el flujo de aire garantizando la imposibilidad de arrastre de fibras, siendo la velocidad de paso del aire por él la recomendada por el fabricante.

4. Grupo motoventilador

Se dispondrán los ventiladores de extracción o impulsión con las condiciones que se indiquen en Tablas de Características.

En general, los ventiladores serán centrífugos, de doble oído, con álabes a acción.

Deberán ser seleccionados en las zonas de funcionamiento recomendadas por el Fabricante, a fin de obtener el mejor rendimiento. A modo de sugerencia indicamos las siguientes velocidades máximas de descarga, en función de diferentes presiones estáticas:

Presión estática inferior a 30 mm.c.a.	:	10 m/s
Presión estática de 30 a 65 mm.c.a.	:	12 m/s
Presión estática de 65 a 150 mm.c.a.	:	13 m/s
Presión estática superior a 150 mm.c.a.	:	15 m/s

El grupo moto-ventilador irá montado sobre bancada común, aislado de la envolvente mediante antivibradores.

La transmisión se efectuará mediante poleas acanaladas intercambiables y correas trapezoidales, dimensionadas como mínimo para un 130 por 100 de la potencia del motor. La polea de transmisión del motor será regulable.

El motor será trifásico, con protección IP-54, montado sobre soporte regulable, marca SIEMENS o ASEA.

La impulsión del ventilador dispondrá de acoplamiento flexible para conexión a la embocadura de impulsión.

500.1 CONDUCTOS DE CHAPA. GENERAL

Esta especificación se refiere a conductos de chapa en acero galvanizado, para uso en ventilación y aire acondicionado.

1. Materiales

a. Conducto

- Material : Chapa de acero galvanizado.
- Dimensiones : Según UNE 100.101.84-Conductos para transporte de aire. Dimensiones y tolerancias.
- Espesor : Según UNE 100.102.88-Conductos de chapa metálica. Espesores, uniones y esfuerzos.

Siguiendo la norma antes citada los conductos se ordenarán en siete clases, de acuerdo a la velocidad máxima, según se indica en la tabla I de la norma, que a continuación se adjunta:

Clase de conductos en ejercicio (PA) (M/S)	Presión máxima	Velocidad máxima
baja B.1 150 (1)		10
baja B.2 250 (1)		12.5
baja B.3 500 (1)		12.5
media M.1 750 (1)		20
media M.2 1.000 (2)	-- (3)	

media M.3	1.500 (2)	-- (3)
alta A.1	2.500 (2)	-- (3)

Notas:

- (1) Presión positiva o negativa
- (2) Presión positiva
- (3) Velocidad usualmente superior a 20 m/s

b. Accesorios

Se seguirán los criterios de la norma UNE 100.102.88, para el diseño de las diferentes piezas de los conductos de chapa.

Los soportes de los conductos, seguirán los criterios de la norma UNE 100.103.84, tanto en sentido vertical como horizontal.

2. Ejecución

Los conductos se construirán de acuerdo c la norma UNE 100.102.88 (IT.IC.-15.2).

Para la construcción y sucesiva instalación de conductos, la empresa instaladora deberá presentar, en escala igual o superior a 1:20, planos de detalle de las piezas especiales que pretende utilizar, de las conexiones a las unidades de tratamiento de aire o a ventiladores. Igualmente, presentará planos a 1:50 de los detalles de los cruces con otras redes de conductos u otras instalaciones.

Los conductos serán instalados de forma ordenada y, cuando sea posible, paralelamente a los elementos estructurales y a los cerramientos del edificio.

Las piezas especiales, como curvas y derivaciones, deberán conformarse de tal manera que tengan la menor pérdida de presión y al mismo tiempo, constituyan un elemento de equilibrado de la red de distribución de aire.

Las curvas tendrán un radio mínimo de curvatura igual a vez y media la dimensión del conducto en la dirección del radio. Cuando esto no sea posible, se colocarán álabes directores (vease IT.IC.-15.5.1)

En redes de baja velocidad, las piezas de unión entre tramos de distinta forma geométrica tendrán las caras con un ángulo de inclinación, con relación al eje del con relación al eje del conducto no superior a 15 grados. En las proximidades de rejillas de salida, este ángulo no podrá ser superior a 5 grados (vease IT.IC.-15.5.2).

Durante el curso de montaje se cerrarán las extremidades de los conductos para evitar la entrada de materiales extraños y para la preparación de las pruebas estructurales y

de estanqueidad.

Las conexiones entre la red de conductos, de un lado, y las unidades de tratamiento de aire, ventiladores o unidades terminales, de otro lado, deberá efectuarse siempre por medio de elementos flexibles para evitar la transmisión de vibraciones.

3. Recepción y ensayos

a. Recepción

Los conductos llegarán a obra libres de golpes y arañazos.

b. Ensayos

- Prueba preliminar : presión de prueba (PP) igual a presión de ejercicio (PE) mas 500 Pa: $PP=PE+500$. Sirve para la detección de fugas.
- Prueba estructural (obligatoria solo para los conductos de las clases M.1, M.2, M.3 y A.1): $PP=1,5 *PE$. La deflexión máxima permitida está indicada en la pag. 4 de la citada norma en función de la dimensión del lado.
- Pruebas de estanqueidad: $PP=PE$. El caudal de fuga no podrá ser superior al calculado con la formula indicada en la pag. 5 de la citada norma.

Las pruebas se efectuarán con el equipo indicado en la fig. 1 del anexo A de dicha norma, utilizando el procedimiento allí detalladamente escrito.

Los resultados de las pruebas se presentarán en una hoja como la del anexo D de la citada norma.

4. Medición y abono

Los conductos se medirán por superficies o longitudes de conducto, incluyendo la parte proporcional de piezas especiales, codos, grapas, soportes, etc.

No se incluirán, y por lo tanto se medirán por separado, los siguientes elementos:

- Compuertas contra-incendios.
- Rejillas y difusores.
- Atenuadores acústicos.
- Unidades terminales.

500.3. CONDUCTOS CIRCULARES

1. General

Los conductos deberán tener las dimensiones indicadas en los planos, a no ser que se aprueben de otra forma, y serán 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.

La chapa metálica, o el fleje, en el caso de conductos en "espiral" serán galvanizados y su espesor se ajustará al siguiente cuadro:

hasta 5" 4/10 mm.
de 6" a 12" 6/10 mm.
de 12" a 32" 8/10 mm.

2. Accesorios

a) Codos

Los codos tendrán un radio de curvatura no inferior a 1,5 veces el diámetro. Estarán constituídos perfectamente por piezas curvadas de una sola pieza. En caso de ser necesario construirlos en gajos podrán usarse de 3 y hasta de 5 piezas.

b) Tes

Las tes de derivaciones podrán salir directamente del conducto principal.

c) Conexiones flexibles

En las conexiones a los impulsores de aire, elementos vibrantes o donde se represente en los planos, se instalarán conexiones flexibles formadas por un tubo de lona pesada o material plástico, de 10 cm. de longitud como mínimo. El conducto tendrá flexibilidad suficiente para impedir la transmisión de vibraciones y sus uniones terminales se harán de modo que resulten estancas por cerco interior o abrazadero exterior.

d) Cambios de sección

Los cambios de sección se harán de manera suave, de modo que el ángulo de la pared con el eje del conducto no sea superior a 15°.

500.4 CONDUCTOS DE FIBRA DE VIDRIO

Esta especificación se refiere a conductos de fibra de vidrio, para uso en ventilación y aire acondicionado.

1. Materiales

a. Conducto

- Material : Plancha de fibra de vidrio, recubierta interior y exteriormente por lámina de aluminio.
- Dimensiones : Según UNE 100.101.84 - Conductos para transporte de aire. Dimensiones y tolerancias.
- Espesor : Según UNE 100.105.84 - Conductos de fibra de vidrio para transporte de aire.

Siguiendo la norma antes citada los conductos se ordenarán en tres clases.

b. Accesorios

Se seguirán los criterios de la norma UNE 100.105.84 y UNE 100.106.84, para el diseño de las diferentes piezas de los conductos de fibra de vidrio.

Los soportes de los conductos, seguirán los criterios de la citada norma.

2. Ejecución

Los conductos se construirán de acuerdo c la norma UNE 100.105.84.

Para la construcción y sucesiva instalación de conductos, la empresa instaladora deberá presentar, en escala igual o superior a 1:20, planos de detalle de las piezas especiales que pretende utilizar, de las conexiones a las unidades de tratamiento de aire o a ventiladores. Igualmente, presentará planos a 1:50 de los detalles de los cruces con otras redes de conductos u otras instalaciones.

Los conductos serán instalados de forma ordenada y, cuando sea posible, paralelamente a los elementos estructurales y a los cerramientos del edificio.

Las piezas especiales, como curvas y derivaciones, deberán conformarse de tal manera que tengan la menor pérdida de presión y al mismo tiempo, constituyan un elemento de equilibrado de la red de distribución de aire.

Las curvas tendrán un radio mínimo de curvatura igual a vez y media la dimensión del conducto en la dirección del radio. Cuando esto no sea posible, se colocarán álabes directores (véase IT.IC.-15.5.1)

En redes de baja velocidad, las piezas de unión entre tramos de distinta forma geométrica tendrán las caras con un ángulo de inclinación, con relación al eje del con relación al eje del conducto no superior a 15 grados. En las proximidades de rejillas de salida, este ángulo no podrá ser superior a 5 grados (véase IT.IC.-15.5.2).

Durante el curso de montaje se cerrarán las extremidades de los conductos para evitar la entrada de materiales extraños y para la preparación de las pruebas estructurales y de estanqueidad.

3. Recepción y ensayos

a. Recepción

Los conductos llegarán a obra embalados por planchas en cajas libres de golpes.

b. Ensayos

Si las necesidades de obra así lo exigen se someterán a una presión igual a 1,5 veces la máxima presión de ejercicio, utilizando los aparatos indicados en la norma UNE 100-104.

A la presión de prueba, la deflexión máxima de la plancha de fibra y de los refuerzos metálicos no deberá superar un centeavo de la luz del lado del conducto.

Las fugas de aire deberán ser inferiores a lo establecido en la norma UNE 100-104 para conductos de chapa.

4. Medición y abono

Los conductos se medirán por superficies o longitudes de conducto, incluyendo la parte proporcional de piezas especiales, codos, soportes, etc.

No se incluirán, y por lo tanto se medirán por separado, los siguientes elementos:

- Compuertas contra-incendios.
- Rejillas y difusores.
- Atenuadores acústicos.
- Unidades terminales.

501. REJILLAS DE IMPULSION

Esta Especificación se refiere a rejillas de impulsión de aire en sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación.

1. Material

- Rejilla : Aluminio anodizado. Serán lacadas en color a definir por la Dirección Facultativa si así se indica.
- Regulación : Chapa de acero fosfatado, recubierta por una pintura de color negro.

2. Ejecución

El montaje se realizará preferentemente con tornillos ocultos o clips de sujeción sobre marco de montaje.

Las lamas serán móviles, con doble deflexión si así se especifica.

El área libre será por lo menos del 70%.

3. Recepción y ensayos

La medición de caudal se realizará por medio de cónica o piramidal.

Las medidas se harán conforme a la Norma UNE 100.010.89 Climatización. Pruebas de ajuste y equilibrado.

4. Medición y abono

Se medirán y abonarán por unidad montada, considerando incluido el contramarco de fijación, tornillería y sellado.

502. REJILLAS DE RETORNO

Esta Especificación se refiere a rejillas de retorno de aire en sistemas de Aire Acondicionado o Ventilación

1. Material

- Rejilla : Aluminio anodizado. Serán lacadas en color a definir por la Dirección Facultativa si así se indica.
- Regulación : Chapa de acero fosfatado, recubierta por una pintura de color negro.

2. Ejecución

El montaje se realizará preferentemente con tornillos ocultos o clips de sujeción sobre marco de montaje.

Las lamas serán de tipo fijo con una inclinación de 45° hacia abajo.

El área libre será por lo menos del 70%.

3. Recepción y ensayos

La medición de caudal se realizará por medio de cónica o piramidal.

Las medidas se harán conforme a la Norma UNE 100.010.89 Climatización. Pruebas de ajuste y equilibrado.

4. Medición y abono

Se medirán y abonarán por unidad montada, considerando incluido el contramarco de fijación, tornillería y sellado.

503. REJILLAS DE EXTRACCION

Esta Especificación se refiere a rejillas de retorno de aire en sistemas de Aire Acondicionado o Ventilación

1. Material

- Rejilla : Aluminio anodizado. Serán lacadas en color a definir por la Dirección Facultativa si así se indica.
- Regulación : Chapa de acero fosfatado, recubierta por una pintura de color negro.

2. Ejecución

El montaje se realizará preferentemente con tornillos ocultos o clips de sujeción sobre marco de montaje.

Las lamas serán de tipo fijo con una inclinación de 45° hacia abajo.

El área libre será por lo menos del 70%.

3. Recepción y ensayos

La medición de caudal se realizará por medio de cónica o piramidal.

Las medidas se harán conforme a la Norma UNE 100.010.89 Climatización. Pruebas de ajuste y equilibrado.

4. Medición y abono

Se medirán y abonarán por unidad montada, considerando incluido el contramarco de fijación, tornillería y sellado.

504.0. DIFUSORES DE AIRE (GENERAL)

1. Materiales

- Difusor : Aluminio anodizado.
- Registro : Chapa de acero.

2. Ejecución

El montaje se realizará preferentemente con tornillos ocultos.

Será de tipo circular o cuadrado según se indique en mediciones.

Tendrán como interiores desmontables y cuando se indique en mediciones, ajustables en posición.

3. Recepción y ensayos

La medición de caudal, se hará posicionando el aparato de medida en el punto marcado por el fabricante y la lectura del instrumento recomendado por el fabricante, deberá multiplicarse por el factor indicado por el mismo.

La medida se hará conforme a la Norma UNE 100.010.89. Climatización-Pruebas de ajuste y equilibrado.

4. Medición y abono

Se medirán por unidad montada, considerando incluido el contramarco de fijación y tornillería.

507 TERMINALES AGUA - AIRE

Esta especificación se refiere a unidades terminales aire-agua usadas para aire acondicionado.

Fan - coil (ventiloconvectores)

1. Material

- Envoltente:

Chapa de acero bonderizado y acabado de pintura acrílica secada al horno. La envoltente se instalará solamente en unidades vistas, según se indique en mediciones. La envoltente estará prevista interiormente de material aislante de 15 mm. de espesor incombustible e ininflamable y dotada de rejilla de descarga troquelada sobre la envoltente. La descarga debe tener un ángulo de 15 grados sobre el eje de la unidad, según la unidad sea vertical o horizontal.

- Estructura:

Perfiles y chapas de acero, galvanizados, aislados con fieltro de 3 a 4 mm. de espesor.

- Filtros:

Marco de chapa galvanizada, elementos de fijación y manta de tipo no regenerable o lavable, según se indique en mediciones o en cuadro de características.

- Batería:

Tubo de cobre (generalmente de 10 mm. de diámetro exterior) y aletas de aluminio (generalmente de 1,8 mm. de paso) provista de purgador de aire.

La presión máxima de trabajo será de 14 bars.

- Bandeja de recogida:

Construida en chapa de acero galvanizado, aislada con 15 mm. de espuma de

poliestireno o material similar, provista de tubo de drenaje de DN 15 mm. por lo menos.

- Ventilador centrífugo:

Será de doble oído con turbina de álabes hacia adelante troqueladas en aluminio, equilibrado estática y dinámicamente, con envolvente de acero galvanizado o esmaltado por electroforesis y aros de aspiración desmontable.

- Motor:

Monofásico a 220 V., de inducción con protector térmico en el devanado, pudiendo ser de espira de sombra o de condensador permanente; los motores podrán operar satisfactoriamente con variaciones de tensión dentro de un margen de \pm de 10 % sin ruidos objetables.

- Sistema eléctrico:

Formado por conmutador de 4 posiciones (3 velocidades más paro) instalado en la misma unidad o remota.

2. Ejecución

Cuando los ventilosconvectores sean de dos tubos dispondrán de una sola batería. En instalaciones de cuatro tubos llevarán dos baterías.

La unidad deberá instalarse perfectamente niveladas y quedarán todos sus elementos o accesorios perfectamente accesible para su uso o mantenimiento.

Cuando el mueble sea de madera se seguirán los mismos criterios indicados anteriormente, para el montaje de rejilla de impulsión y retorno formando parte de la decoración del local.

Se cuidará con esmero la unión entre la boca de salida de la unidad y la rejilla de impulsión, que deberán estar perfectamente centradas y canalizado de tal forma que el flujo de aire no encuentre obstáculo hacia su salida.

La bandeja de recogida de condensados se conectará a la red de evacuación de agua por medio de tuberías con su debida pendiente y a través de un sifón, individual o común.

3. Recepción y Ensayos

Cuando la unidad llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de la normativa vigente; su recepción se realizará comprobando,

únicamente sus características aparentes.

La comprobación que se realizará en obra, serán al menos las siguientes:

- Solidez de la fijación al paramento o techo.
- Horizontalidad del aparato.
- Accesibilidad de todas las partes de la unidad.
- Conexiones hidráulicas.
- Conexiones eléctricas.
- Conexiones de las partes del control.
- Conexiones de la bandeja de recogida de condensados y pendiente del tubo.

Los ventiladores estarán sometidos a las pruebas hidráulicas de estanqueidad del circuito de distribución de agua.

Durante la ejecución de las pruebas de funcionamiento de toda la instalación se comprobará la ausencia de corrientes de aire molestas en la zona ocupada por las personas y que el nivel sonoro está por debajo del límite fijado en proyecto.

4. Medición y abono

Los ventiloconvectores se medirán por unidades completas instaladas, con o sin envolvente según se indique en mediciones.

Los accesorios como rejilla de impulsión y retorno estarán incluidas en la medición.

En la medición se incluirá la mano de obra para las conexiones de las tuberías de alimentación, retorno y desagüe, asimismo incluirá las conexiones eléctricas y el montaje de las rejillas de impulsión y retorno.

Se excluirán los equipos de regulación y corte (válvula motorizada y válvula de corte).

El movimiento de las unidades en la obra serán a cargo de la empresa instaladora.

520.0 SISTEMAS DE CONTROL

1. Generalidades

El sistema de control de las instalaciones mecánica será de tipo electrónico y, en algunos subsistemas o aparatos, indicados en el proyecto, electro-mecánicos.

Los aparatos de control electrónico se alimentarán a 24 V c.a. o a 220 V c.a., según se indique en los esquemas.

Los circuitos de control estarán siempre separados de la red eléctrica por medio de transformadores de tipo de bobinado separado, cuya potencia se calculará en base a la suma de las potencias absorbidas por cada aparato, que deberán ser suministrados por el fabricante. Los transformadores deberán estar protegidos contra corto-circuitos mediante fusibles o interruptores automáticos unipolares.

Las líneas de conexión entre transformadores y aparatos no necesitarán estar blindadas y se dimensionarán de acuerdo a la caída de tensión máxima admisible exigida por el fabricante.

Para el dimensionado de las líneas portadores de señales de tensión o corriente y las distancias máximas admisibles se seguirán las instrucciones del fabricante.

Todos los aparatos de control llevarán de fábrica una protección contra corto-circuitos.

El fabricante deberá suministrar, aparte de la información técnica específica de cada aparato de control, la siguiente información común para todos o parte de ellos:

- * Para sondas activas, reguladores, convertidores y actuadores:
 - Tensión de servicio y tolerancia admitida (24 V c.a. ó 220 V).
 - Frecuencia de servicio y tolerancia admitida (50 a 50 Hz).
 - Potencia máxima absorbida (en VA).
 - Señal de mando (de 0 a 10 V c.c. ó 4 a 20 mA c.c., salvo indicación contraria).
 - Señal de regulación (de 0 a 10 V c.c. ó 4 a 20 mA c.c., salvo indicación contraria).

- * Para todos los aparatos de control:
 - Condiciones extremas admisibles del ambiente (temperatura y humedad relativa), durante el transporte y almacenamiento y durante el viaje.
 - Clase de protección eléctrica.
 - Prueba sísmica, cuando proceda.
 - Valores máximos de número y sección de hilos admitidos por las bornas de conexión.
 - Dimensiones.
 - Peso.
 - Esquema de conexionado eléctrico.

 - Instrucciones de uso.
 - Instrucciones de montaje.
 - Instrucciones de puesta en marcha.
 - Instrucciones de mantenimiento.

Los aparatos situados en Salas de Máquinas, en las que existan circuitos de agua, o a

la intemperie llevarán protección eléctrica de la clase IP 54, como mínimo.

Cuando no pueda cumplirse con este requisito, caso de reguladores, convertidores, transformadores, etc., los aparatos deberán instalarse en paneles con protección de la clase arriba mencionada.

2. Ejecución

Ver cada uno de sus apartados.

3. Recepción y ensayos

Cuando el material de control llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

La Dirección de obra comprobará, una vez efectuado el montaje, las conexiones eléctricas, hidráulicas y mecánicas, así como el funcionamiento de los elementos terminales, válvulas y compuertas.

4. Medición y Abono

Los elementos de control se medirán por unidades montadas, completas de todos los accesorios, diferenciando entre sondas, reguladores, actuadores, instrumentos de medida o registro, válvulas motorizadas, etc..

La mano de obra de montaje incluirá las conexiones a los circuitos eléctricos e hidráulicos, así como las conexiones mecánicas de los actuadores a compuertas y válvulas. Se incluirá asimismo la mano de obra para el transporte de los materiales en el ámbito de la obra.

Estará incluida también la puesta en marcha del sistema de control, con el ajuste final que, preferentemente, habrá de ser efectuado por técnicos del fabricante o importador.

En sistemas de climatización con unidades terminales, para garantizar un montaje perfecto de los aparatos de control, este se efectuará, preferentemente, en fábrica (actuadores, reguladores, sondas de temperatura, transformadores etc. en climatizadores, cajas, inductores, difusores etc.)

Se entenderá incluido también el transporte de los materiales en el ámbito de la obra, desde el lugar de almacenamiento hasta el de emplazamiento.

520.1 INSTRUMENTOS

1. Termostatos, higrostatos y presostatos

En todos los aparatos de este tipo, el elemento sensible actúa sobre un mecanismo a micro-ruptor con contactos conmutados.

Los termostatos de capilar, de bulbo y de contacto estarán constituidos por una caja, un mecanismo a micro-ruptor y un sistema de sonda captadora a dilatación de líquido. El diseño mecánico de micro-ruptor deberá garantizar una presión de contacto determinada.

Los contactos serán inversores unipolares, sin interferencia radio, según normas VDE.

Los termostatos de ambiente tendrán como elemento sensible una lámina bimetálica en forma de U. La deformación del bimetálico debida a la temperatura accionará un interruptor magnético unipolar de ruptura brusca.

Cuando el termostato de ambiente esté en posición de conectado, una resistencia montada en el interior de la caja calentará la lámina bimetálica de manera que se anticipe la consecución del punto de consigna (acelerador térmico).

El elemento sensible de los higrostatos será una cinta de material sintético que varia su longitud al variar la humedad relativa del ambiente.

El elemento sensible de los presostatos será una membrana que, en contraste con un muelle, actuará directamente sobre los contactos inversores.

Según se indique en las Mediciones, los aparatos podrán ser con botón o cursor de ajuste al exterior de la caja o en el interior, simple o dobles, con o sin rearme manual o automático etc.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Gama de temperaturas, humedades relativas o presiones de regulación.
- Diferencial.
- Número mínimo de maniobras bajo carga nominal.
- Poder de corte de los contactos en salida, con carga resistiva e inductiva.
- Tipo de rearme (manual o automático).
- Constante de tiempo.
- Longitud del capilar o bulbo o collarín de fijación al tubo.

521. VALVULAS MOTORIZADAS

1. Material

Las válvulas se seleccionarán en función del fluido, sus características de trabajo (temperatura y presión), la presión diferencial y la presión de cierre.

Los materiales de las válvulas serán, en función de la presión nominal y la temperatura de trabajo, los siguientes:

PN bar	Temp. máx. °C y asiento		Material de cuerpo	Material de cono
10	120	Hierro fundido o bronce	acero inox. o	
16	200	fund. nodular	acero inox.	
40	220	ac. moldeado	acero inox.	

2. Ejecución

Las válvulas motorizadas serán de asiento de tres vías, para combinar con los actuadores arriba mencionados. las válvulas podrán ser utilizadas con dos vías cerrando la vía de by-pass, (aunque se aconseja el uso directo de válvulas de dos vías).

Los asientos estarán mecanizados sobre el cuerpo de la válvula. La estanqueidad del eje estará asegurada por un prensaestopas compuesto por dos anillos tóricos.

Las conexiones serán roscadas hasta DN 32 y por bridas para DN 40 y superiores.

La característica del conjunto válvula-actuador será exponencial (de igual porcentaje), excepto cuando expresamente se exija característica lineal en las Mediciones.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior, para cada válvula:

- Diámetro de las conexiones.
- Diámetro de paso.
- Kv.
- Presión y temperatura máximas de trabajo.
- Presión diferencial máxima admisible.
- Caudal de fuga en la vía de paso en la de by-pass.

3. Válvula de corriente

La válvula de corriente actúa como un regulador progresivo de la potencia de baterías eléctricas del 0% al 100% y es un interruptor de potencia de estado sólido (triac) que funciona por medio del control impulso-pausa, con períodos cíclicos seleccionables, conmutando cuando el voltaje pasa por el valor cero.

La válvula de corriente estará compuesta por una base de material plástico, un disipador de calor en aluminio y un circuito electrónico impreso.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior.

- Tensión de línea y número de fases.
- Potencia disipada (en W).
- Potencia de corte.
- Ciclo impuso-pausa.

522. MEDICION Y CONTROL DE TEMPERATURA (LIQUIDOS)

1. Sondas de temperatura para inmersión

La sonda estará constituida por una caja con tapa, bornas de conexión y prensaestopas para entrada de cables, y un bulbo que contiene en su interior una resistencia como elemento sensible a la temperatura y que se introducirá en una vaina.

El elemento sensible se situará en el centro del conducto o según el tipo de sonda, en una tubería, en sentido contrario al de circulación del líquido, aprovechando, cada vez que sea posible, un cambio de dirección.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Material del elemento sensible (níquel, platino, etc.).
- Constante de tiempo.
- Tiempo muerto.
- Gama de utilización.
- Ley de variación de la resistencia con la temperatura.
- Longitud del bulbo.
- Longitud, diámetro y presión nominal de la vaina.

2. Sonda de temperatura por contacto

La constitución de esta sonda será igual a la de inmersión, con la diferencia que el elemento sensible estará introducido en una cabeza situada en la parte posterior de la

caja, que se adaptará perfectamente a la curvatura de la tubería, y que la sonda tendrá una abrazadera de fijación para tuberías de diámetro entre 15 y 150 mm.

No será necesaria la aplicación de una pasta termoconductor entre el elemento sensible y la tubería.

523. MEDICION Y CONTROL DE CAUDAL (LIQUIDOS)

1. Emisores de impulsos

El emisor de impulsos funcionará según el principio inductivo, con detector de proximidad en forma de herradura activado por un disco metálico.

El emisor podrá montarse con facilidad sobre el contador de agua con el que deberá acoplarse y estará contenido en una caja con grado de protección IP 54.

El fabricante deberá suministrar la siguiente información:

- Tensión de alimentación.
- Corriente en posición activa y no activada.
- Resistencia interna en las dos posiciones arriba indicadas.
- Tipo de cabeza inductiva.
- Valores de impulsión.
- Temperatura máxima del agua.
- Esquema de conexiones.
- Condiciones extremas ambientales de trabajo.

Se recomienda que la Empresa Instaladora adquiera el contador volumétrico de agua y el emisor de impulsos del mismo fabricante.

527. MEDICION Y CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (AIRE,GASES)

1. Sondas de temperatura de ambiente

Una sonda de temperatura de ambiente estará constituida por un elemento sensible a termistencia, una base y una caja.

La resistencia del elemento sensible de la sonda (níquel, platino etc.) disminuirá con la temperatura.

La base de enchufe será metálica, con terminales de conexión fácilmente accesibles, y el frente estará constituido por una placa de aluminio.

Los elementos de ajuste y conmutación, así como el botón para el cambio del valor de consigna y la lámpara indicadora, si existen, se encontrarán en el frente de la unidad.

Cuando la sonda esté equipada de potenciómetro para el cambio del punto de consigna, la señal de salida al regulador, de tensión o corriente, procederá de un amplificador diferencial acoplado a la misma sonda.

Dos topes de bloqueo, situados dentro de la unidad y accesible por el frente desmontado la tapa, permitirán limitar o bloquear el recorrido del cursor.

La instalación se efectuará sobre pared, en superficie o en caja de registro empotrada, en ambos casos con entrada posterior de cables, a una altura de 1,5 a 1,6 sobre el suelo.

La sonda se instalará sobre una pared interior, en lugar con buena circulación de aire; por ninguna razón debe montarse: en hornacinas y muebles, detrás de cortinas, expuesta a corrientes de aire caliente o fría procedente de unidades terminales, sometida a la radiación solar o de cuerpos emisores de calor.

La boca del tubo de la instalación eléctrica deberá sellarse para evitar falsas medidas de temperatura por presencia de corrientes de aire a través del tubo.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Material del elemento sensible.
- Constante de tiempo.
- Tiempo muerto.
- Ley de variación de la resistencia con la temperatura.
- Gama de utilización.

2. Sondas de temperatura para conductos

La sonda medirá la temperatura media del aire en una sección de un conducto o una un climatizador. El elemento sensible se instalará cubriendo toda la superficie transversal, al resguardo de la radiación procedente de eventuales cuerpos emisores de calor, utilizando soportes suministrados por el mismo fabricante.

La sonda estará constituida por un tubo capilar de cobre, que contiene en su interior una resistencia eléctrica como elemento sensible a la temperatura, una brida para la fijación al conducto de aire y una caja de plástico con tapa y prensaestopas para entrada de cables. Las bornas serán accesible desmontando la tapa.

La sonda podrá incluir un puente electrónico de medida y amplificación, cuando así

se indique en las Mediciones.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Material del elemento sensible (níquel, platino, etc.).
- Constante de tiempo.
- Tiempo muerto.
- Gama de utilización.
- Ley de variación de la resistencia con la temperatura.
- Longitud del tubo capilar.
- Radio mínimo de curvatura del tubo capilar.

3. Sonda de temperatura para ventana

La sonda, que sirve para la detección de la temperatura superficial de la cara interior de un cristal, estará constituida por una caja, un elemento sensible de resistencia y un cable de conexión; los tres elementos formarán un bloque con inyección de una resina sintética.

En la parte posterior de la caja habrá una hoja autoadhesiva, para la fijación a la superficie de cristal, y brillante, para la reflexión de la radiación solar.

Para el montaje de la sonda, se seguirán las instrucciones del fabricante.

4. Sonda solar

La sonda solar, similar a la sonda anterior, se compondrá de una placa de medida con superficie captadora de color negro mate, en la cual estará incorporado el elemento sensible a resistencia.

La sonda se instalará sobre la superficie interior de un cristal, siguiendo las instrucciones del fabricante.

5. Sonda de temperatura exterior.

Se compone de una caja de plástico y una tapa, con elemento sensible encapsulado en resina sintética, bornas de conexión y prensaestopas para entrada de cables.

La sonda deberá instalarse en lugar donde el aire exterior pueda circular libremente y que no esté afectado por la radiación solar ni por corrientes de aire procedente de aberturas del edificio.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las

mencionadas en el apartado anterior:

- Material del elemento sensible (níquel, platino, etc.)
- Contante de tiempo.
- Tiempo muerto.
- Gama de utilización.

6. Sonda de temperatura para unidades terminales.

Esta sonda, especialmente diseñada para detectar la temperatura del aire de retorno en ventilosconvectores e inductores y del aire inducido en los difusores de caudal variable, estará constituida por una termistancia embutida en su cabeza de plástico que permite una rápida respuesta a los cambios de temperatura y, al mismo tiempo, la protege eléctrica y mecánicamente.

La cápsula detectora incorporará una pinza de presión para proteger el cable, mientras que la otra punta del cable estará preparada para conexionado a bornas.

Un soporte de aluminio permitirá fijar el detector a la unidad terminal.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Constante de tiempo.
- Tiempo muerto.
- Longitud del cable.

7. Sonda de presencia.

La sonda para la detección de presencia de personas es un receptor pasivo que mide la radiación emitida por un cuerpo caliente.

La sonda estará formada por una base de plástico sobre la que se encuentra la cabeza detectora, orientable en un ángulo de ± 35 grados. El ángulo de detección horizontal será de al menos 90 grados y el vertical de 30 grados. El alcance de la sonda estará entre 8 y 12 m, según la dirección.

La cabeza detectora se compone de un sistema de espejos cóncavos y un elemento sensible situado en el centro del sistema de espejos.

La sonda reacciona solamente a las variaciones de la radiación infrarroja causadas por el movimiento de las personas y, siendo una sonda pasiva, deberá acoplarse a un relé con salidas de contacto conmutados.

La sonda estará alimentada a través del relé por una tensión de 12 a 17 V c.c. y producirá una señal de tensión o corriente intermitente.

El relé podrá estar equipado de dos potenciómetros para regular las temporizaciones de marcha y parada.

El relé estará constituido por una caja de plástico para montaje en armario, en cuyo interior se encuentran montados el circuito electrónico y las bornas de conexión de los cables.

La Empresa Instaladora seguirá las instrucciones de emplazamiento y montaje del fabricante.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Poder de corte de los contactos en salida.
- Temporización a la conexión (normalmente 3 minutos).
- Temporización a la desconexión (normalmente 10 minutos).

8. Sonda de calidad de aire.

Es una sonda de ambiente cuyo elemento sensible consiste en un material semiconductor poroso, sobre cuya superficie quedan fijados los gases oxidables procedentes de las emanaciones corporales del ser humano.

Dependiendo de la cantidad de gases fijados sobre la superficie, varia la resistencia del material semiconductor.

Para la instalación de la sonda se seguirán los criterios marcados en el párrafo A.

Siendo la sonda de tipo pasivo y necesitando estar continuamente calentada, es deberá acoplarse a un relé que recibirá la señal del sensor en forma de corriente modulada.

Esta señal será comparada con el valor de ajuste de la calidad del aire (del 0% al 100%) y con la banda proporcional seleccionada. Dependiendo de la desviación, el controlador producirá una señal de 0 a 10 V c.c., que se usará para controlar la apertura de una compuerta de aire exterior o, una vez convertida la señal proporcional en una señal todo-nada, la puesta en marcha de un ventilador.

El controlador servirá también como unidad de alimentación de potencia al elemento sensible que deberá estar continuamente alimentado.

9. Sonda de humedad para ambiente.

El elemento sensible constará de una cinta de material sintético higroscópico, cuya longitud variará en función de la humedad relativa del aire del ambiente.

La sonda se compondrá de una caja de material plástico, que se enchufa a un zócalo fijado a la pared mediante tornillos que contiene el elemento sensible, que actúa sobre el cursor de un potenciómetro, y las bornas de conexión.

La sonda podrá incorporar también un cursor accesible desde el exterior para la fijación del punto de consigna, cuyo recorrido puede limitarse o bloquearse mediante topes mecánicos. Una escala grabada permitirá la lectura del punto de consigna. En este caso, la sonda dispondrá de un amplificador diferencial que enviará al regulador una señal proporcional a la diferencia entre el valor de la humedad relativa medida y el valor de consigna.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior.

- Gama de regulación
- Valor de la señal de salida en función de la humedad relativa.
- Contante de tiempo.
- Tiempo muerto.

10. Sonda de humedad para conducto.

La sonda tendrá los mismos componentes que la de humedad relativa par ambiente, con las siguientes diferencias:

- El elemento sensible estará situado en un tubo de protección perforado, que se emplazará en el centro del conducto.
- El punto de consigna se fijará en el regulador al que la sonda se acopla.

En los lugares con elevada concentración de polvo la sonda estará equipada de un filtro.

Cuando así se indique en las mediciones, el elemento sensible de la sonda podrá basarse en la variación de la constante dieléctrica de un polímero situado entre dos placas de un condensador. La variación de capacidad del condensador se transformará en una señal proporcional a la humedad relativa.

11. Sonda de humedad y temperatura para ambiente.

Estas sonda será una combinación de la sonda de humedad para ambiente y de la sonda de temperatura para ambiente.

12. Sonda de humedad absoluta para conducto.

Esta sonda, combinación de las sondas de humedad y temperatura para conducto, será de tipo activo e incorporará un circuito electrónico para la transformación de las magnitudes medidas como resistencias eléctricas en señales de salida proporcionales al valor de la humedad absoluta del aire.

Otro tipo de sonda incorpora un elemento sensible de cloruro de litio higroscópico calentado por medio de electrodos. Las variaciones de corriente a través de la sal conductora, proporcionales al contenido de humedad de la sal, provocan variaciones de su temperatura que son detectadas por un elemento sensible a resistencia.

13. Sonda de entalpia.

Esta sonda es idéntica a la sonda de humedad absoluta, con la única diferencia que el circuito electrónico transforma las medidas de temperatura y humedad relativa en señales de salida proporcionales a vapor de la entalpia del aire.

528. MEDICION Y CONTROL DE CAUDAL (AIRE Y GASES)

1. Sonda de velocidad.

La sonda de velocidad estará constituida por un tubo con cabeza de medida y brida de fijación y un convertidor de medida, unido mediante un cable.

El tubo, de material inoxidable, se introducirá en el conducto y tendrá una cabeza de medida de plástico donde se encuentran dos elementos sensibles de sicilio situados en dos ventanas que se dispondrán perpendicularmente al flujo de aire.

Uno de los elementos sensibles medirá la temperatura del aire y el otro vendrá calentado. La diferencia de temperatura entre el elemento calentado y el otro queda constante a lo largo de todo el campo de medida. La potencia absorbida para el calentamiento vendrá medida y será proporcional a la velocidad del aire.

El tubo tendrá una graduación en centímetros para la determinación de l profundidad de inserción. La cabeza de la sonda se situará en centro del conducto.

La brida de fijación sostendrá la sonda y asegurará la estanquidad del conducto de aire.

El convertidor de medida estará constituido por una caja de plástico que contendrá el circuito electrónico y las bornas de conexión a la sonda y al regulador.

El campo de medida se selecciona por medio de un puente sobre las bornas del convertidor.

El conjunto sonda-convertidor constituye una sonda activa que genera una señal entre 0 y 10 V c.c. y está alimentada por una tensión a 24 V c.a.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Campo de medida.
- Velocidad máxima admisible.
- Ley de variación de la señal de salida en función de la velocidad del aire.
- Constante de tiempo.
- Profundidad máxima de inserción del tubo en el conducto.
- Longitud del cable entre sonda y convertidor.

529. MEDICION Y CONTROL DE PRESION (AIRE Y GASES)

1. Sonda de presión

Es una sonda activa con elemento sensible compuesto por un tubo de pequeño diámetro en el cual está montada una termistancia y cuyos extremos están conectados a las tomas de presión.

Al variar la presión diferencial entre los dos puntos de medida variará el caudal de aire que circula a través del tubo y, en consecuencia, el enfriamiento de la resistencia. La variación del valor de la resistencia se transforma, a través de un amplificador electrónico, en una señal de tensión.

En otra versión, la diferencia de presión actuará sobre una membrana, en contraste con la fuerza de un muelle. El movimiento de la membrana se transformará en variación de la resistencia de un potenciómetro. La señal vendrá transformada por un convertidor en señal de tensión o corriente.

El fabricante deberá suministrar los accesorios (captadores, tes, tubos), necesarios para la correcta instalación de la sonda, y las instrucciones de montaje, así como las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior.

- Diferencia de presión máxima admisible.
- Características del potenciómetro.
- Gama de regulación.
- Ley de variación de la señal de salida en función de la presión diferencial.
- Características de los gases admitidos.
- Longitud máxima admisible para los tubos de tomas de presión.

532. SERVOMOTORES

1. Actuador para compuertas

El actuador para compuertas, de movimiento rotativo o lineal, estará compuesto, esencialmente, por un motor sin crono reversible, un acoplamiento magnético y un tren de engranajes.

Bajo una carcasa de plástico estarán montados los siguientes componentes:

- Motor sin crono reversible, protegido de sobrecargas, con tiempo de recorrido independiente de la fuerza o par de arrastre.
- Conmutador para inversión del sentido de rotación.
- Acoplamiento magnético que transmite el movimiento sin contacto mecánico y que patina una vez alcanzado el par máximo.
- Tren reductor de engranajes, de plástico o acero recubierto.
- Varilla de empuje para movimiento lineal o piñón para movimiento rotativo.
- Botón de desembrague para mando manual y ajuste del acoplamiento a la compuerta.
- Terminales de conexión eléctrica.

El actuador podrá tener, como accesorios, un contacto auxiliar inversor, un potenciómetro de retro-alimentación y un limitador de recorrido. Se suministrará siempre, junto con el actuador, el conjunto de accesorios para el acoplamiento al eje de la compuerta.

El control podrá ser progresivo, por señal continua de \emptyset a 10 V c.c., de tres puntos (control flotante) o todo-nada.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Fuerza (N) o par (Nm).
- Tiempo de recorrido.
- Recorrido lineal (en mm) o angular (en grados).

2. Actuador para válvulas

El actuador para válvulas podrá ser de tipo electro-hidráulico, con bomba oscilante, válvula de solenoide, cilindro y émbolo, o de núcleo magnético, todo soportado por una carcasa y consola de aluminio de fundición.

Para válvulas de diámetro hasta DN 40, a utilizar en unidades terminales, el actuador podrá componerse de un sistema a dilatación térmica y un sistema electrónico de

transformación de la señal de mando, todo incluido en una caja de plástico.

El actuador estará equipado de bornas de conexión, prensaestopas hermético para entrada de cables, dispositivo de mando manual, indicador de posición y muelle de retorno a la posición cero.

El actuador dispondrá también de selector de características de regulación, lineal o exponencial (de igual porcentaje).

Cuando así se indique en las Mediciones, el actuador podrá estar equipado de inversor de recorrido y potenciómetro limitador de recorrido.

El acoplamiento del actuador al vástago de la válvula se efectuará mediante tornillos.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior.

- Fuerza nominal en apertura y cierre.
- Tiempo de recorrido.
- Recorrido lineal.
- Tiempo de cierre por falta de corriente.

533. CONTROLADORES REGULADORES

1. Reguladores

Un regulador es un aparato electrónico en el que un valor de medida, o valor instantáneo, es comparado con el valor de consigna. Cuando aparezca un desvío entre estos dos valores, el regulador hace variar la señal de salida hasta tanto el valor de medida no haya igualado el de consigna.

La detección de la señal de medida se efectuará por medio de sondas pasivas o activas.

En las sondas pasivas la concepción del elemento de medida depende de la naturaleza de la magnitud física a medir. En cualquier caso, se trata de obtener una variación de una resistencia en relación a la variación de la magnitud medida.

En el caso de la temperatura, se medirá el valor de una resistencia de níquel o platino que varía linealmente con la temperatura. Para otras magnitudes físicas, como elemento sensible se utilizará un material plástico higroscópico para la humedad relativa y un fuelle para la presión.

El desplazamiento mecánico provocado por la magnitud física sobre el elemento sensible se transmitirá al cursor de un potenciómetro.

Las sondas activas están basadas en los mismos principios de medida que las sondas pasivas y, además, disponen de un amplificador electrónico que permite obtener una señal de salida de 0 a 10 V c.c., proporcional a la gama de medida de la sonda.

Los reguladores serán adaptados a la señal de las sondas, pasivas o activas, por medio de unidades enchufables, previstas también para recibir señales de 0 a 20 mA o de 4 a 20 mA.

Todos los reguladores progresivos suministrarán una señal de mando de 0 a 10 V c.c. que será convertida en movimiento mecánico lineal o rotativo por medio de un circuito electrónico amplificador integrado en los actuadores.

La acción de control de los reguladores puede ser ajustada a las formas P (proporcional), PL (proporcional-integral-derivada), dependiendo de la aplicación, según se indique en las Mediciones.

El reglaje del regulador a la instalación se efectuará únicamente sobre la banda proporcional. Los tiempos de integración y derivación serán constantes.

La señal progresiva de salida podrá convertirse en señal todo-nada, de una o más etapas, en señal a tres posiciones (regulación flotante) o en señal neumática por medio de adecuados convertidores.

Los reguladores se suministrarán en cajas de material plástico para montaje en armario o sin caja para montaje sobre racks.

El circuito electrónico será constituido por un circuito impreso de formato normalizado europeo de 160*100 mm.

El fabricante deberá suministrar las siguientes características, además de las mencionadas en el apartado anterior:

- Tiempo de integración.
- Tiempo de derivación.
- Banda proporcional.
- Prestaciones del regulador.

534. SISTEMAS DE CONTROL CENTRALIZADOS

A. Sistema de Gestión de instalaciones (BMS)

En esta Especificación los significados aplicados a cualquiera de las siguientes palabras, términos o frases deberán considerarse según se definen en el siguiente

glosario:

1.- Unidad central de proceso (CPU)

Es el ordenador y el almacenamiento en memoria de capacidad adecuados que proporcionan un conjunto centralizado de programas de software maestro para:

- La supervisión global del sistema.
- Control del funcionamiento de subestaciones y su software .
- Comunicación y transmisión a y desde los puestos terminales con retención de datos históricos según se detalla en la Especificación y necesarios para proporcionar los requisitos funcionales especificados, por ejemplo, registro cronológico de la dirección.
- Las rutinas de transmisión de un ordenador a otro y carga de software a y desde subestaciones y modificación de tales rutinas, cuando sea necesario, ambos durante la instalación en el emplazamiento y después de la terminación del proyecto, mediante selección por el teclado.
- Asignación de cualquier dato particular en unidades de visualización separadas e impresoras mediante selección por el teclado.

Aceptación de los requisitos futuros detallados en la Especificación.

2.- Control digital Directo (DDC)

Es el empleo del software basado en algoritmos, para obtener ciclos de control on/off, proporcional, proporcional más integral y proporcional más integral más derivativo. El software deberá ser capaz de mantener el control cuando el CPU no esté comunicando con la subestación, pero normalmente el CPU deberá controlar el funcionamiento del software DDC. Los parámetros de control deberán ser ajustables en el CPU mediante entrada por el teclado y localmente en la subestación.

3.- Entradas y salidas

- Entrada analógica (EA) - Una señal para controlar y medir la temperatura, presión, humedad, caudal, etc. que deberá incluir 0-1 v c.c.: 0-10 v c.c.: 4-20 mA.
- Entrada digital (ED) - Una señal generada por el cambio del estado de contacto.
- Entrada de pulsos (EP) - Una forma múltiple de entrada de impulsos, originada por instrumentos de medición para indicar un régimen, por ejemplo, caudal y consumo de energía.

- Salida analógica (SA) - Una señal variable utilizada para alterar los valores consignados y los puestos de control e instrumentación, o para posicionar elementos de control finales. Estos deberán incluir 0-1 v.c.c.:0-10 v.c.c.
- Salida digital (SD) - Una señal generada por el cambio del estado de contacto utilizado para controlar la conexión a distancia de la instalación de climatización, iluminación, etc.

4.- Subestaciones

Son unidades intermedias de un BMS que proporcionan la interconexión principal entre la instalación y el equipo. Recogen y transmiten datos desde la planta y el equipo al CPU y viceversa.

5.- Resumen sobre el sistema y alcance de la obra

El sistema de Control del Edificio (BMS) deberá consistir en una unidad central de proceso (CPU), sus periféricos asociados, todas las subestaciones necesarias, protección del sistema, software, y equipo auxiliar para formar un sistema totalmente integrado.

El BMS deberá proporcionar DDC para la operación funcional de la instalación y el sistema, según se describe en esta Especificación, en las fichas y en los planos.

6.- Diagramas de operaciones

El instalador deberá proporcionar un juego completo de diagramas de operaciones o diagramas lógicos para mostrar la lógica de software de todos los requisitos de funcionamiento de cada una y todas las instalaciones. Los diagramas deberán describir la secuencia lógica y niveles de prioridad de todas las operaciones funcionales y secuenciales. Los diagramas deberán proporcionar información suficiente para demostrar su cumplimiento con la intención del diseño y deberán presentarse con arreglo a un programa que deberá acordarse y antes de la producción del software.

7.- Hardware del sistema

Deberá incluir lo siguiente:

- Unidad central de proceso (CPU).
- Unidad de visualización para gráficos y textos.
- Teclado alfanumérico.
- Ratón (Mouse).
- Impresora para alarmas y registros.
- Impresora para resúmenes.
- Subestaciones.
- Cables de transmisión de interconexión.
- Sistema de suministro de alimentación ininterrumpida.

Todo el hardware del sistema deberá poder funcionar en las siguientes condiciones:

- C.
- 5-90% h.r.

8.- Software del sistema - generalidades

El instalador deberá:

- Proporcionar acceso a la Dirección Facultativa al software del sistema y a detalles sobre la protección con contraseñas hasta el nivel más alto del usuario, con el fin de permitir que los listados puedan cambiarse en la obra.
- Indicar qué programas de software se ejecutan en las subestaciones, cuáles se ejecutan desde el CPU y el nivel de actualización posible de cada uno desde el CPU y en las subestaciones.
- Incluir para programación todas las secuencias funcionales detalladas, incluyendo mensajes impresos y la generación de gráficos de color para incluir todos los puntos en el sistema.
- Proporcionar planos de muestra de los trazados del diagrama gráfico para comentarlos antes de la producción y demostrar dichos gráficos antes de la entrega en el emplazamiento para aprobación por la Dirección Facultativa, como mínimo tres meses antes de la fecha de terminación programada del proyecto.

9.- Electricidad - Generalidades

El equipo suministrado deberá ser apto para funcionar con alimentación de 380/220 V, 50 Hz y con un voltaje de alimentación y tolerancias de frecuencia permitidas por REBT. Deberá indicarse cualquier tolerancia, apantallamiento y requisitos de conexión a tierras especiales.

Con el fin de evitar corrupción en el funcionamiento del equipo BMS por interferencia eléctrica, todo el cableado deberá instalarse minimizando el acoplamiento de interferencia electromagnética y electrostática en las señales de bajo voltaje y distribución de datos. El método preferente para lograr esto será asegurando una separación física superior a 50 mm entre los cables de alimentación y los cables de señales y datos. Todas las entradas y salidas del BMS deberán realizar por cable apantallado. Cuando no pueda evitarse el cableado mixto se preferirá cable de red con pantalla trenzada, recubierto cerca del bastidor metálico, pero el instalador deberá especificar claramente los métodos a través de los cuales intenta eliminar tal interferencia con su transmisión de señales y datos.

10.- Unidad central de proceso (CPU)

El software maestro para cumplir con los diversos requisitos señalados deberá mantenerse en el CPU independiente de cualquier lugar donde se realicen normalmente las rutinas y será operado desde las subestaciones. Cuando sea necesario, deberá transmitirse automáticamente a las subestaciones para actualizar y después de un fallo en la alimentación si se borra el software de la subestación.

El CPU deberá tener un reloj de tiempo real para referenciar la programación del sistema. En el caso de fallo del procesador o del registro de memoria, no se le pedirá al operador que vuelva a introducir manualmente los datos (la introducción y arranque operativo de un dispositivo de programación maestro, por ejemplo, casete,

disco, etc., no se considera manual).

El CPU sólo o con sus periféricos locales deberá tener como mínimo un 100% más de memoria libre y capacidad de almacenamiento de datos que la requerida para los valores programados y funciones detalladas en esta Especificación y también deberá tener un software de registro de datos fácilmente ampliable.

La comunicación del operador con el sistema será en el idioma oficial de la ubicación de la instalación de acuerdo con la Dirección Facultativa.

La interrupción de la alarma, interbloqueo de secuencia, adición y borrado de valores, etc. se hará a través del software con niveles de acceso adecuados mediante contraseñas.

El CPU deberá incluir un canal/puerto de salida auxiliar para transmitir cualquier dato analógico que se haya seleccionado para recogida a intervalos de tiempo especificados para fines de registro de tendencias o registros. Los datos se almacenarán de forma que puedan ser transferidos para su impresión gráfica o numérica en papel, o visualizados en VDU, indicando la hora del registro inicial, la identificación del punto y el valor del parámetro en las unidades de servicio. El canal/puerto de salida deberá ser del tipo RS232, apto para la transmisión en serie, a una velocidad no inferior a 1200 baudios.

11.- Unidad de visualización (VDU)

Las unidades de visualización de los operadores deberán ser capaces de visualizar resúmenes de datos recuperados por el software del CPU mediante órdenes del operador, mientras que el área dedicada de la pantalla deberá indicar la generación de la última alarma. En el caso de generación de alarmas múltiples, tendrá prioridad y se visualizará la primera alarma.

Las unidades de visualización deberán configurarse a través de tarjetas VGA.

Las unidades de visualización de gráficos en color deberán visualizar esquemas dinámicos en color, conjuntamente con los valores de referencia actualmente programados, valores medidos, modalidad de funcionamiento y estado de la instalación para cada una y todas las instalaciones. En el gráfico deberán aparecer todos los valores del sistema. En una condición de alarma por cambio de estado deberá visualizarse en el VDU, a petición o automáticamente cuando se especifique, el gráfico pertinente, y el punto de alarma cambiará de color indicando su condición de alarma, función y valor de consigna, cuando proceda.

En el caso de que se produzca una alarma, deberá ser posible bloquear la selección automática de un gráfico.

La unidad de gráficos en color deberá tener un teclado de modo que los gráficos

puedan ser modificados o generados por el operador. El teclado puede ser integrado al VDU, o una unidad conectable y desmontable, o puede ser combinado con el VDU del operador. El sistema deberá tener un registro de memoria de forma que puedan almacenarse los símbolos y esquemas generados por el operador y este dispositivo deberá estar protegido con una clave o palabra de paso. Para esta tarea se permite el uso de un procesador independiente.

12.- Teclado

El teclado funcionará conjuntamente con el VDU del operador y será el método principal de comunicación del operador con el sistema. El teclado tendrá una configuración QWERTY y un juego de caracteres alfanuméricos estándar.

13.- Ratón (mouse)

Deberá suministrarse un ratón para facilitar el manejo del equipo de control junto con los accesorios e interface necesarios para su correcto funcionamiento.

14.- Impresoras

En todas las impresoras se deberá poder colocar papel continuo. Para cada impresora se suministrarán alimentadores de papel y bandejas de recogida.

No se aceptarán impresoras térmicas ni papel de impresión termosensible.

Además el instalador deberá proporcionar papel hasta la Recepción Provisional del BMS momento en el cual se entregará al cliente dos cajas de papel para cada impresora como parte del procedimiento de entrega.

Las impresoras deberán imprimir un mínimo de 132 caracteres por línea y a una velocidad mínima de 80 caracteres por segundo.

15.- Subestaciones

Todas las subestaciones que tengan una función de orden o control deberán ser independientes, de forma que si se produce un fallo en el CPU permitan que la instalación y los controles relacionados con las subestaciones continúen funcionando normalmente y las subestaciones continúen comunicándose entre sí.

En el caso de fallo en la transmisión, las subestaciones deberán continuar funcionando con todos los enclavamientos secuenciales y estrategias de control operando normalmente excepto aquellas que requieran información global. Entonces, para estos parámetros globales se tomarán los valores por defecto ajustables por el usuario o el último valor sentido.

Las subestaciones se suministrarán de forma que alojen todos los dispositivos de

codificación, relés de interconexión, cuando se requieran, transductores y dispositivos de reposición. El software programable en el puesto terminal deberá poder actualizarse desde el CPU. También deberá ser posible programar la subestación desde un terminal portátil conectable o teclado incorporado.

Cualquier cambio realizado localmente se transmitirá automáticamente en el CPU.

Las subestaciones deberán ser capaces de suministrar al CPU la información de estado relacionada con sus operaciones internas. Esta información deberá incluir, pero no limitarse a:

- Condiciones de transmisión y verificación de datos.
- Estado interno.
- Estado de la pila.

La subestación deberá ser capaz de aceptar entradas digitales, analógicas y de impulsos, y proporcionar salidas digitales y analógicas.

Cada subestación deberá tener una capacidad y memoria para futuras adiciones de al menos un 20 % de cada tipo de valor. Esta memoria deberá ser suficiente para permitir ejecutar en la subestación todos los programas asociados con estos valores.

Las subestaciones deberán estar encerradas dentro de unos cuadros eléctricos de poco peso montados en la pared. Estos armarios deberán cumplir la Especificación IP 54. Los armarios se suministrarán con cerradura de llave y todas las cerraduras utilizarán los mismos números de llave.

Dentro de los armarios eléctricos se instalará, aparte de las subestaciones necesarias, una regletera de bornas, a la cual llegarán todos los cables de los actuadores y sensores a través de los cuales se realiza el control de la instalación, debiendo conectar las subestaciones a esta regletera. Por lo tanto queda definido el límite de la instalación en campo del sistema de gestión a la regletera de bornas.

Las subestaciones deberán construirse de forma que puedan montarse los armarios y los bloques de terminales internos, y realizar terminaciones eléctricas pudiéndose añadir posteriormente toda la parte electrónica durante las fases de prueba y puesta en marcha.

Las subestaciones se suministrarán con su propio suministro de alimentación de reserva interno por pila capaz de mantener la memoria durante un mínimo de 48 horas. Si por alguna razón la subestación quedara “fuera de línea” deberá informarse inmediatamente al CPU, produciendo una alarma visible en pantalla.

El sistema de transmisión estará diseñado para proporcionar el tiempo de comunicación más bajo posible entre la CPU y las subestaciones.

16.- Interconexiones de las subestaciones con sensores y actuadores

- Entradas digitales: La subestación deberá proporcionar alimentación eléctrica para los contactos.
- Salidas digitales: Las señales de salida de los contactos con una inductancia nominal de 2A deberán ser adecuadas para operar dispositivos a distancia con bobinas de 220V/50Hz.
- Entradas y salidas digitales: Si el sistema del instalador requiere cualquier forma de interconexión diferente a la de los sistemas detallados anteriormente, deberá proporcionar todos los elementos de interconexión necesarios para cada sensor y dispositivo a distancia. Cuando se utilice un cambio de voltaje de estado, será responsabilidad del instalador asegurar que los sensores y dispositivos de funcionamiento a distancia, incluyendo aquellos suministros por otros, sean compatibles con el sistema ofrecido.
- Entrada analógica: Los puestos terminales deberán poder aceptar gamas de entrada estándar (4-20 mA, 0-1 voltios c.c., 0-10 voltios c.c.). Será responsabilidad del instalador comprobar la gama de señales de cualquier dispositivo suministrado por otros. Cualquier transductor que requiera producir señales adecuadas deberá ser suministrado e instalado como parte de la instalación. La conversión a unidades industriales y niveles de alarma será suministrado por el software del sistema en la subestación. La resolución total entre los sensores y las subestaciones deberán ser mejor que el ± 1 % del intervalo de alcance de entrada de la combinación del transductor sensor.
- Salidas analógicas: Las señales de salida deberán ser (4-20 mA., 0-1 voltio c.c., 0-10 voltios c.c.).

17.- Contactores

Entradas en el contactor: Estas pueden comprender señales analógicas, binarias o pulsadas desde instrumentos a distancia según el tipo de medición requerida. Los intervalos de tiempo para controlar o medir desde cualquier instrumento de medición no deberán ser superiores a 0,5 segundos.

Los caudalímetros calorímetros deberán proporcionar impulsos desde contactos sin tensión de la forma descrita anteriormente en “Entradas de impulsos”. La cadencia de impulsos deberá elegirse de forma que el caudal se mida con una precisión superior a ± 2 %. La integración del caudal y las señales de temperatura diferencial en el tiempo deberán proporcionar las cifras del consumo, las cuales deberán ser exactas y superiores al ± 3 %, independientemente de la carga media o el intervalo de tiempo.

Los contactores eléctricos (kWh o kVA) deberán proporcionar impulsos desde contactos sin tensión de la forma descrita anteriormente en “Entradas de impulsos”. Las cadencias de impulso se elegirán de forma que las lecturas integrales tengan una precisión superior al $\pm 1\%$, independientemente del intervalo de tiempo. La alimentación se medirá en kilovatio-horas (kWh) y la demanda máxima en kilovoltamperios (kVA) u en el último caso el intervalo de tiempo para la integración deberá ser media hora regulada para correr paralela al período de tiempo del contactor de demanda máxima del cuadro de electricidad.

18.- Sistema de suministro de alimentación ininterrumpido (SAI)

El sistema SAI deberá ser capaz de mantener el CPU, la pantalla y las impresoras en funcionamiento normal durante un período de 20 minutos.

Se suministrarán equipos de forma que en caso de que no se pueda recuperar el suministro de la red o alimentación del generador de reserva de 20 minutos por fallo de la red, a la reanudación de la alimentación se recargue automáticamente en todos los procesadores pertinentes toda la biblioteca de programas, en su última forma y que se retenga toda la base de datos. Todo el recargado del CPU y del software de la subestación no deberá durar más de 30 minutos desde la reanudación de la alimentación.

19.- Alarmas de fallo de la alimentación y restauración

La conexión a un suministro de alimentación de reserva por cualquier unidad del sistema deberá producir una alarma crítica. La recuperación de un fallo en el suministro de la alimentación, a cualquier parte del sistema deberá ser totalmente automático y se informará a la terminal de los operadores el retorno a la normalidad.

B. Programas de software y requisitos complementarios

El instalador deberá unirse y cooperar con la Dirección Facultativa en el desarrollo de los gráficos de color y textos.

1.- Generalidades del programa de software

El BMS deberá suministrar programas de software capaces de proporcionar las facilidades y características detalladas en la Especificación. El instalador deberá estar preparado para demostrar el funcionamiento de cada programa en sus talleres o en un lugar complementario. La demostración deberá incluir cualquier prueba de validación requerida por la Dirección Facultativa y se llevarán a cabo en su presencia.

Todo el software estipulado se suministrará independientemente de lo comprendido en los requisitos de funcionamiento o en los programas detallados para las instalaciones particulares, de forma que sea posible realizar futuras extensiones del

sistema mediante otros sensores, detectores, subestaciones y cableado complementario, y/o la entrada de datos adicionales para diversos programas.

Todos los datos y mensajes visualizados en el VDU e impresoras deberán estar precedidos por la fecha y hora en que ocurre el hecho.

Deberá ser posible asignar valores, desde el teclado, a cualquier entrada y salida digital o analógica de forma que las respuestas de funcionamiento especificadas puedan verificarse y probarse según los requisitos. Se deberá indicar que se ha asignado un valor a un punto en particular.

La configuración del software y del hardware será tal que la transmisión de datos y secuencias operativas no se obstruyan entre sí y ocasionen demoras o borrado de la recepción de alarmas, visualizaciones analógicas y gráficas y la entrada de órdenes desde el teclado. El formato maestro de los programas de software deberá permitir que los operadores no calificados ejecuten las rutinas normales de los sistemas de la instalación mediante mensajes en pantalla, a base de preguntas y respuestas o con soluciones tipo menú a los programas estándar.

2.- Niveles de acceso

El acceso del operador al software para corrección, actualización y cambio de los valores de los parámetros será a través de un mínimo de tres niveles de contraseñas de seguridad facilitando el acceso a diferentes dispositivos.

El nivel de acceso/descripción se acordará con la Dirección Facultativa.

3.- Programas de alarmas y de estado (entradas digitales)

La prioridad de las alarmas será según se indica a continuación:

- Alarma crítica: Se requiera la acción inmediata del operador. Suena una alarma audible, que puede desactivarse manualmente. Se indica en el VDU en forma de mensaje con los esquemas de los gráficos relacionados y se registra en la impresora. La visualización del VDU no desaparece hasta que desaparece el motivo de la alarma.

- Alarma general no urgente: Se puede solucionar con un mantenimiento y servicio planificado. Suena una alarma audible, diferente a la de la alarma crítica, que puede silenciarse manualmente. Se indica en el VDU y se registra en la impresora. El mensaje en el VDU desaparece cuando se silencia la alarma audible.

4.- Programa de entrada analógica

El BMS deberá aceptar entradas analógicas con el fin de compararlas con los valores consignados y límites de alarma, si los hubiera, (las entradas analógicas relacionadas

con el caudal, consumo de energía, etc, se describen en las Fichas de Control).

En la base de datos siempre se deberá almacenar el último valor de cada entrada analógica, convertido a unidades internacionales.

Se puede seleccionar cualquier entrada analógica para visualización o impresión por el operador en cualquier momento y el valor se identificará mediante un código alfanumérico en el idioma oficial de la ubicación de la instalación de acuerdo con la Dirección Facultativa.

La fijación de valores límites para cualquier valor analógico deberá ser posible desde el CPU. El software deberá permitir que los límites se fijen en términos de límites positivos y negativos a partir de un valor analógico particular en las unidades del parámetro, por ejemplo, +3 C, -1 C o como cifras absolutas, por ejemplo, 23 C, 19 C. En cada caso el valor consignado real deberá visualizarse con los valores límite propuestos antes de aceptar la entrada para su uso. Cada límite de alarma deberá tener una fijación diferencial en el BMS.

Siempre que se ajuste un valor analógico con límites fijados, los límites se deberán cambiar automáticamente en la misma cantidad que el valor medido.

El software deberá comparar las lecturas de entrada analógica con los límites altos y bajo predeterminados especificados y deberá generar una alarma cada vez que entra o retorna un valor de una condición límite programada. La visualización del VDU para los límites analógicos deberá indicar automáticamente la función real de la alarma, o condiciones y valores consignados. Los gráficos del VDU también deberán visualizar el esquema de la instalación relacionado ya sea programado automáticamente o seleccionado por el ordenador.

Todas las entradas analógicas deberán tener la posibilidad de registrar tendencias en la impresora, según lo requiera el operador en cualquier momento.

Cuando se especifiquen potenciómetros de reacción para indicación de posición, esta información deberá indicarse en el gráfico asociado.

5.- Programa de bloqueo de alarmas

Cuando se visualiza una condición de alarma deberá ser independiente de cualquier otra alarma o causa posible que pueda iniciar una cadena de subsiguientes alarmas, por ejemplo, el bloqueo de la caldera no deberá generar alarmas de caudal y temperatura del agua de retorno ni alarmas de la temperatura del local.

Cuando ocurran tales circunstancias, el software deberá bloquear cualquiera de estas alarmas secuenciales. El instalador deberá coordinar estas secuencias con su diseño detallado y presentar detalles suficientes para demostrar el cumplimiento con los requisitos. La primera alarma de dicha cadena deberá indicar en el VDU cuáles otros

puntos de alarma están comprendidos en la secuencia particular. El programa deberá bloquear las alarmas analógicas durante un período de tiempo posterior al arranque de la instalación auxiliar para evitar falsas alarmas.

El programa también deberá bloquear alarmas analógicas cuando la instalación auxiliar se desconecte a través del BMS.

6.- Programa de arranque / paro de la instalación

El software deberá permitir que a cada elemento de la instalación o sistema de la instalación, donde sea aplicable, se asignen tiempos de arranque/paro individuales, como resultado de las secuencias de tiempo/enclavamientos.

A petición del operador deberá poder obtenerse un resumen del sistema de todos los puntos programados, con condiciones de estado. Deberá ser posible utilizar resúmenes de los sistemas por separado, o de todos los sistemas, visualizados en el VDU o en la impresora.

7.- Enclavamientos

Todos los enclavamientos de la instalación con excepción de los enclavamientos de seguridad deberán realizarse a través del software. En el caso de enclavamientos de seguridad, éstos deberán efectuarse mediante cableados resistente y también a través del software para evitar alarmas “desajustadas”. Deberá ser posible cambiar el esquema de enclavamiento en cualquier momento a través del teclado del operador, mediante acceso con contraseña. La cadena de enclavamiento por cada dispositivo se visualizará en un formato sencillo y fácil de comprender de forma que el método de control de este dispositivo pueda ser entendido leyendo el VDU.

8.- Programa de optimización

Deberán suministrarse programas de optimización de energía y deberán calcular el arranque diurno y paro vespertino óptimo de la instalación de climatización, basándose en el tiempo de ocupación, la masa térmica del edificio, el espacio interno medido y las condiciones externas. Los programas deberán ser aptos para los sistemas de calefacción y refrigeración y deberán ser autoadaptables, por ejemplo, deberán efectuar correcciones en las características programadas según la precisión de las 21 predicciones anteriores. El programa deberá arrancar la instalación en una condición de puesta a régimen que terminará con la llegada al tiempo de ocupación o con la llegada a la temperatura de ocupación, lo que ocurra antes. El programa se deberá escribir de tal forma que el período de puesta a régimen sólo se realice una vez al día. El Programa también deberá incorporar dispositivos para mantener la temperatura espacial interna del edificio sobre el nivel mínimo predeterminado y la humedad relativa máxima por debajo de un nivel dado, fuera de las horas de ocupación. Estas fijaciones tendrán diferenciales fijados en el BMS. El programa deberá tener en cuenta el día de la semana, patrones de ocupación y vacaciones.

Mediante este programa deberá ser posible controlar la diferencia de los tiempos de arranque y/o paro de cada elemento o instalación. Si en algún momento durante el Plazo de Garantía la temperatura espacial mínima medida no está a 1C del valor consignado 30 minutos después del tiempo de inicio de la ocupación, el instalador deberá proporcionar atención diaria hasta una semana después de corregido (s) el (los) error (es), salvo que el problema se haya originado por una fallo de la instalación.

El programa deberá secuenciar la apertura de los circuitos de frío y de calor de forma que, si por ejemplo, en el período de invierno se excede de la temperatura deseada, no se produzca inmediatamente la puesta en marcha del circuito de frío, sino que siempre que sea posible se provoque el descenso de dicha temperatura mediante la entrada de aire exterior o recirculación del sistema, al efecto de realizar un ahorro energético y cumplir con la reglamentación vigente para instalaciones de climatización. Estas consideraciones deberán tenerse especialmente en cuenta para los períodos comprendidos en las épocas intermedias de verano-invierno o viceversa.

El programa deberá imprimir diariamente, sobre demanda, la siguiente información:

- Hora de arranque de la instalación.
- Temperatura del aire exterior en el momento de arranque de la instalación.
- Temperatura mínima del aire interior en el momento de arranque de la instalación.
- Hora de finalización del ciclo de puesta a régimen.
- Temperatura mínima del aire interior en el momento de finalización de la puesta a régimen.

9.- Medición de la energía y programa de cálculo de consumos

El software deberá incluir un programa para calcular la energía utilizada en las instalaciones de los climatizadores y enfriadoras o cualquier otra instalación designada. Este programa formará la base de un programa totalizador de la energía de forma que en cualquier momento el operador pueda obtener un resumen de la energía utilizada con sus costes. Para los cálculos del coste, el software deberá ser capaz de totalizar los coeficientes unitarios, gastos fijos, coeficientes de demanda máxima, etc.

El programa deberá ser capaz de aceptar datos de señales de sensores analógicos y entradas de impulsos para proporcionar cálculos de energía mediante la totalización de señales simples o mediante la integración de señales múltiples. La salida visual, en cualquier forma, de la energía neta utilizable, la energía suministrada y la energía primaria deberá ser en las unidades de energía pertinentes (con opciones para conversión, por ejemplo, termias a kWh).

Cuando se requiera, el programa deberá proporcionar la información concerniente al

rendimiento del climatizador y de la enfriadora con puntos de alarma para cualquier cifra calculada inferior a la fijación especificada, al igual que para el resto de las instalaciones. Estos cálculos deberán efectuarse automáticamente una vez al día, o a petición, registrando el resultado en la impresora. Los operadores deberán poder recuperar tal información en cualquier momento, para su visualización en el VDU o impresión, en términos de las cifras de los días anteriores o una revisión inmediata de las cifras del día para entregarlas en el momento en que sean solicitadas.

El programa deberá ser capaz de analizar los puntos críticos del consumo eléctrico, y con el fin de evitar puntas de consumo, deberá ser capaz de cortar la alimentación a los circuitos que se le indiquen cuando se de dicha posibilidad.

En cuanto a las diversas formas de cálculo de consumos, el programa debe ser capaz de proporcionar los siguientes datos en cuanto al caudal.

Deberán sumarse los caudales para proporcionar el caudal total diario. Si se solicitaran períodos menores de integración, éstos deberán estar disponibles (en una hora como mínimo).

10.- Programa de totalización el tiempo de funcionamiento

Deberán proporcionarse para aplicación a todos los elementos de la instalación. El sistema deberá generar una alarma identificable siempre que se exceda el límite prefijado para el elemento en particular. El instalador deberá proponer una lista de límites prefijados para se introducidos y utilizados durante las pruebas y puesta en marcha.

El operador deberá poder acceder al tiempo de funcionamiento total mediante órdenes, y reiniciar los límites o poner a cero el contador para cada elemento, utilizando el acceso con la contraseña adecuada.

11.- Programa de datos históricos

El CPU deberá almacenar todos los acontecimientos de alarmas. Deberá medirse el almacenamiento para poder almacenar un mínimo de 1500 alarmas. Cuando la capacidad de registro esté un 90 % llena, se vaciará automáticamente al disco flexible en el tiempo predefinido, todo el contenido de las alarmas registradas.

Se generará una alarma en el terminal del operador cuando la capacidad de registro esté un 90 % llena y un mensaje posterior indicará que se ha terminado el vaciado y que el registro está listo para que el operador lo borre. Un fallo del operador en el borrado significara que las primeras alarmas serán sobrescritas por las alarmas subsiguientes.

El software deberá permitir el almacenamiento de los datos históricos especificados. La memorización de los datos deberá poder mantener la información durante

períodos predeterminados, para acceder a ellos según se requiera, y a continuación deberá vaciar los más antiguos a medida que se va introduciendo más información, por ejemplo, si se requieren los datos mensuales durante un período de un año, el primer mes se descartará cuando el 13º mes esté completo.

Los datos que se deben almacenar serán los especificados y el instalador deberá preparar el sistema para incorporar estos requisitos, pero éste tendrá la posibilidad de alterar o corregir las instrucciones posteriormente. El programa deberá ser capaz de transmitir a la memoria datos no procesados o datos que ha sido corregidos por cálculos mediante otros programas de software. Cuando se especifique, antes del almacenamiento, el programa también deberá calcular la desviación media del valor medio y estándar de los datos.

El operador deberá poder solicitar la visualización o impresión de cualquiera o de todos estos datos almacenados y también deberá poder transferir cualquiera de estos datos a un lugar a distancia, a través del puerto RS232 suministrado para este fin.

Se suministrarán discos flexibles para el almacenamiento de los datos necesarios.

12.- Programa de re-arranque automático

El programa de re-arranque arrancará secuencialmente todas las instalaciones requeridas a la reanudación de la alimentación para evitar el arranque de gran amperaje en la red de distribución. El programa también proporcionará un arranque secuencial similar para las condiciones normales de arranque de la instalación.

El programa de re-arranque deberá controlar todas o las partes esenciales de la instalación en condiciones de arranque por generador o re-arranque después de un fallo de alimentación de la red.

Mediante la detección de fallo de la red y el funcionamiento del generador (en carga), se activará un programa de arranque secuencial para sincronizar la instalación seleccionada. Durante la condición de re-arranque deberán suprimirse todas las alarmas de cambio de estado hasta que la instalación funcione normalmente.

Cuando se restaura la alimentación normal, ya sea después del fallo en la alimentación o tras el uso de un generador de reserva, el programa tendrá la opción de ser reinicializado mediante órdenes del operador o automáticamente y arrancará secuencialmente toda la instalación en un tiempo adecuado para evitar el arranque de gran amperaje en la red de distribución. El programa también deberá proporcionar un arranque secuencial similar para las condiciones de arranque normal de la instalación, con el fin de evitar picos de consumo y con ello disminuir en la medida de lo posible el encarecimiento del suministro eléctrico.

13.- Programa de cíclico de cargas

Inspeccionará la instalación especificada seleccionada de forma on/off como medida de conservación de energía durante las horas de funcionamiento normal. Los elementos deberán conectarse cíclicamente con arreglo al programa de prioridades, que podrá tener una secuencia de operación diferente para la desconexión y conexión. El programa deberá ser arrancado mediante órdenes por el ordenador.

Los límites analógicos deberán anular el programa cuando las condiciones afectadas por la conexión de cualquier elemento llegue a estos límites. En tales circunstancias, la condición límite visualizada también indicará que el ciclo de carga del elemento de la instalación pertinente está en funcionamiento.

14.- Programa de control de entalpía

El programa deberá controlar la entalpía exterior y la entalpía del aire de retorno de cada instalación designada. Cuando la entalpía especificada del aire exterior sea superior a la del aire de retorno durante un ciclo de enfriamiento, se deberá suministrar una señal de mando para posicionar y mantener los registros de la instalación de climatización en la posición mínima de aire fresco. Cuando la entalpía especificada del aire exterior sea inferior a la del aire de retorno, se corregirá la orden para permitir reasumir la secuencia de control normal de los registros.

Siempre que cambie el estado de mando, la condición de entalpía se indicará en la impresora y VDU.

La posición mínima de aire fresco del registro deberá ser ajustable desde el teclado.

15.- Programa de restauración del punto de control

El software deberá ofrecer la posibilidad de reponer los puntos de control de las variables designadas desde el teclado. El acceso al procedimiento de reposición deberá ser a través de dos niveles de contraseña como mínimo. Cuando el funcionamiento de los controles especificados para cualquier instalación lo requiera, la reposición se realizará automáticamente, por ejemplo, control compensado.

Cualquier cambio realizado desde el teclado deberá visualizarse en el VDU e imprimirse.

Cuando el valor consignado tenga condiciones límite asociadas y se reponga, las alarmas quedarán bloqueadas durante un período de tiempo fijado en el BMS.

El hardware adicional necesario para modificar el funcionamiento de los controladores de la instalación se deberá localizar en las subestaciones.

Todos los parámetros asociados con los circuitos DDC deberán ser ajustables desde el teclado mediante el acceso con contraseña.

16.- Programa de mando numérico directo (DDC)

Deberá permitir el control digital directo de circuitos de lazos de regulación a través del BMS. El programa deberá ser tal que pueda fijarse para proporcionar control todo/nada, proporcional (P), proporcional más integral (PI) y proporcional más integral más derivado (PID), según sea necesario para cada circuito de control.

El software deberá ser apto para realizar 4 etapas de control secuenciales como mínimo, proporcionar zonas muertas entre las etapas, modificar puntos de control, funciones de etapas compensadas y de sobreposición de control del hardware y del software.

El instalador deberá ser responsable de fijar los parámetros del software para cada lazo de regulación, incluyendo la fijación de los márgenes de proporcionalidad, tiempos integrales y los coeficientes derivados, los cuales deberán ser ajustables en el lugar y registrados en unidades industriales. Todas las fijaciones deberán ser tales que cada circuito de proceso se ejecute dentro de las tolerancias requeridas y que no haya variaciones (oscilaciones cíclicas) de los elementos de control final.

A la Recepción Provisional se deberán suministrar una lista completa de los ajustes. El operador también deberá tener la posibilidad de cambiar, mediante acceso con contraseña, las fijaciones de todos los circuitos de proceso.

El DDC normalmente deberá operarse desde el software residente en las subestaciones. El software DDC de las subestaciones deberá ser capaz de funcionar de forma independiente, con órdenes de supervisión recibidas normalmente desde el CPU. En caso de fallo en la subestación, la instalación de proceso deberá tener autoprotección contra fallo. Para el funcionamiento normal, ningún circuito DDC deberá ser dependiente del funcionamiento ininterrumpido del CPU.

17.- Programa de punto de rotación.

Deberá iniciar la alternativa de las designaciones de los puntos de control (como régimen normal y reserva, avance y retardo de fase), en cualquiera de las circunstancias siguientes:

- Sobre una base calendaria, por ejemplo, cada semana, mes.
- Una vez se haya llegado al total de horas de funcionamiento predefinidas.
- El cambio deberá ocurrir a una hora predeterminada, por ejemplo, 01:00 horas, y solamente deberá ocurrir cuando la instalación esté desconectada, salvo en el caso de instalaciones de 24 horas.

18.- Programa de cambio automático para los accionamientos del régimen normal y de reserva.

En el caso de fallo en el accionamiento del régimen normal, deberá desactivarse cualquier programa de punto de rotación asociado con los accionadores y ordenarse

el arranque del accionamiento de reserva.

El programa de punto de rotación se reactivará cuando el operador borre el accionamiento del régimen normal averiado mediante una orden por el teclado.

19.- Programa del plan de mantenimiento requerido

Cuando los puntos seleccionados (detallados en las fichas del BMS) entran en una condición de alarma/fallo, deberán introducirse automáticamente en un plan de mantenimiento requerido que puede visualizarse en el terminal del operador. De la lista sólo se podrá tomar un punto y después deberá retomarse al programa del sistema normal mediante una orden del operador en su terminal.

20.- Programa de mantenimiento

Permite la preparación y operación de un programa de mantenimiento planificado para todas las instalaciones dentro del edificio. El programa deberá abarcar:

- Requisitos de programación de servicio y mantenimiento de rutina.
- Rutinas e instrucciones de interrupción del servicio.
- Listas de recambios y control de existencias.
- Rutinas de cálculo de costes y facturación de mando de obra, materiales y recambios.
- Datos del equipo y de la instalación.
- Puntos de consigna de la instalación y de control.

21- Requisitos adicionales

El instalador deberá notificar por escrito si el Cliente debe ser llamado para formalizar un contrato de licencia de software. En ninguna circunstancia el Cliente deberá formalizar tal contrato que excluya cualquier término referente a la comerciabilidad o competencia para los fines del software suministrado.

3. Distribución y cableado

1.- Cables de distribución

Deberán suministrarse todos los cables de distribución detallados en los planos y en las tablas de cables.

Todos los cables cumplirán las normas UNE y todos los conductores serán de cobre.

Se aplicará la definición de “bajo voltaje” dada en las Regulaciones de Cableado REBT, mientras que la denominación de “alto voltaje” significará cualquier voltaje superior a “bajo voltaje”.

Todos los cables serán suministrados al lugar de la obra, portando los sellos, etiquetas u otras pruebas de origen intactos. Dichos sellos y etiquetas no serán retirados hasta que el cable se precise para ser utilizado, quedando retenidos para inspección.

Los cables serán manipulados, terminados e instalados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los mismos. De aparecer condiciones especiales o circunstancias inusuales, se seguirá el asesoramiento técnico de los especialistas del fabricante.

Todas las longitudes de cable indicadas sobre plano o en la tabla de cables son longitudes aproximadas. El instalador será responsable de efectuar mediciones exactas in situ tras acordar con la Dirección Facultativa las rutas a seguir por los cables y añadir cualquier tolerancia necesaria para cubrir el corte, empalme y terminación, bordear obstáculos y mermas.

2.- Instalación de cables

- Exigencias en general

Los cables se instalarán por la general siguiendo las rutas y de la manera indicada en los planos.

Todos los cables unirán directamente, sin empalmes, sus puntos de partida y destino, a no ser que la longitud requerida sea mayor a la longitud que pueda obtenerse en una pieza por el fabricante del cable, en cuyo caso todos los empalmes se indicarán en los planos de instalación.

- Cables tendidos en superficie

Cuando los planos o tablas de cables indiquen que se han de instalar cables en superficie, éstos se instalarán usando los siguientes métodos:

- En tubería de acero galvanizado sobre pared o estructura metálica o suspendida.
- En bandejas portacables, sobre pared o estructuras metálicas o suspendidas del techo.

Los cables no deberán ser soportados a intervalos mayores a 800 mm.

Los cables que corran a lo largo de estructuras de cualquier tipo se mantendrán a una distancia no inferior a 15 mm de dichas estructuras.

Todos los rastreles, clips, grapas o soportes de acero habrán sido galvanizados en caliente tras su fabricación, de acuerdo con la normativa vigente.

En recorrido de cable múltiples, éstos podrán ser soportados bien mediante soportes

de cable múltiples o mediante grupos de fijaciones individuales.

Todos los soportes para cables y dispositivos de fijación habrán sido diseñados de tal manera que tengan un factor de seguridad no inferior a 3.

No está permitido soldar los soportes para cables a estructuras metálicas ni perforar para la sujeción de los mismos.

Allí donde los cables deban traspasar paredes, techos, mamparas y demás, se montarán pasacables de PVC de gran calibre, con un diámetro interno superior a 12 mm pero igual o inferior a 25 mm en relación al diámetro del cable. La longitud de cada uno de estos pasacables será tal que cada extremo sobresalga 5 mm de la superficie que traspase; los extremos de los orificios tendrán un radio adecuado a fin de prevenir que quede aplastado el revestimiento del cable.

Asimismo cuando los cables deban traspasar suelos, se montarán pasacables de acero de gran calibre, con un diámetro interno superior a 12 mm pero inferior a 25 mm en relación al diámetro del cable. El pasacables sobresaldrá 50 mm de la superficie del suelo.

Cuando los cables pasen a través de paredes y/o suelos que formen parte de la compartimentación antincendios del edificio, los orificios a través de los cuales pasen los cables deberán sellarse tras la instalación de los mismos, a fin de preservar el nivel de resistencia antifuego original de la pared o suelo. Antes de la implementación deberán presentarse los detalles de los métodos de sellado propuestos.

Todos los cables se separarán de conducciones de agua, gas y demás a una distancia no menor a 150 mm.

Los conductores de los cables de control se identificarán individualmente en las terminaciones, por medio de virolas con caracteres indelebles y de acuerdo con la numeración sobre los pertinentes diagramas de cableado.

3.- Tubos

El instalador será responsable de la coordinación de la obra con otros gremios. Antes de la instalación, el instalador deberá preparar planos que señalen todo el recorrido del conducto para presentación y aprobación de la Dirección Facultativa.

Los conductos montados en la superficie deberán tenderse realmente horizontales o verticales. Cuando no se puedan cumplir estos requisitos, el conducto se tenderá paralelo a las líneas del edificio.

La sujeción de dichos tubos no deberá realizarse a distancias superiores a 1 metro.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

La canalización oculta en placas de hormigón o de estuco, paredes coladas in situ y de yeso deberá presentarse a la Dirección Facultativa para su inspección antes de la ocultación.

4.- Canalizaciones

Las canalizaciones montadas en la superficie deberán tenderse realmente horizontales o verticales. Cuando no se puedan cumplir estos requisitos, el conducto se tenderá paralelo a las líneas del edificio.

En todas las conexiones y cambios de dirección deberán utilizarse las piezas de montaje estándar del fabricante. No se permitirán cortes y curvas en la canalización para formar bridas y acoplamientos.

Las bridas de sujeción del cable deberán montarse a intervalos no mayores a 1 metro.

La canalización se deberá alinear correctamente y se fijará de forma segura a intervalos regulares no superiores a 2 metros en tramos rectos. Donde hayan curvas, ángulos o desviaciones, se colocarán piezas adicionales a ambos lados del accesorio a una distancia no superior a 250 mm.

Las bandejas de cables serán reforzadas y fabricadas con acero suave laminado en frío con arreglo a la normativa vigente.

Todos los accesorios incluyendo curvas (verticales y horizontales), intersecciones, tes, conductores verticales y secciones reductoras, serán realizadas por el fabricante de la bandeja bajo pedido. En el proyecto sólo se utilizarán bandejas de cables y accesorios de un solo fabricante.

4. Prestaciones y pruebas

1.- Demostraciones para aceptación

El instalador deberá demostrar:

- Todos y cada uno de los puntos del sistema incluyendo las comprobaciones de calibración, tanto en la modalidad de comunicación total como independiente.
- Todos los gráficos dinámicos.
- Todos los programas del sistema.

El instalador deberá poner a disposición un mínimo de tres radiotransmisores portátiles (completos con cargadores, etc) para ser utilizados por la Dirección Facultativa durante el período de demostración para aceptación.

El instalador retendrá la propiedad de estos aparatos.

2.- Pruebas y mantenimiento

El instalador deberá incluir:

- Antes del inicio de la obra en el emplazamiento:

Información a la Dirección Facultativa sobre el funcionamiento del sistema de control y de la identificación y emplazamiento correcto del equipo de control, recorrido y conexiones del cableado.

- Durante el progreso de la obra:

Informar a la Dirección Facultativa sobre el emplazamiento correcto y la instalación de los controles y sobre el cableado correcto de los controles. El trabajo se llevará a cabo a base de visitas periódicas durante el período de la instalación.

- Cuando haya finalizado la instalación:

Puesta en marcha de todo el sistema de control suministrado para proporcionar el funcionamiento detallado y las cifras de rendimiento.

- Mantenimiento durante el plazo de garantía:

Se deberá proporcionar todo el servicio y mantenimiento normal durante el plazo de garantía a todo el equipo suministrado.

3.- Cableado eléctrico

Las terminales del cableado a todos los equipos de control suministrados por el instalador deberán ser comprobadas por él para verificar que están conformes a los diagramas de las conexiones de control e interbloques con el otro equipo mostrado en los diagramas de conexiones del instalador eléctrico.

Todos los fallos deberán notificarse tan pronto como se descubran a menos que tengan relación con las conexiones efectuadas en otra instalación, caso en el que deberán registrarse y pasarse los detalles al contratista para su rectificación.

4.- Sistema de control

Todo el sistema de control termostático inclusive el equipo auxiliar y los enclavamientos deberán ponerse en marcha para que funcionen con arreglo a los requisitos de funcionamiento de la Especificación de forma que sea estable bajo cualquier condición de carga.

La Dirección Facultativa podrá asistir a dicha puesta en marcha y deberán

notificarse las fechas en que tendrá lugar con la debida antelación. La puesta en marcha se realizará en presencia del representante del contratista de forma que puedan subsanarse los fallos de la instalación que afecten a la puesta en marcha del sistema.

El instalador deberá registrar todos los puntos de consigna del equipo y deberán mantenerse los valores reales en las variables controladas durante la puesta en marcha y deberán presentarse al contratista inmediatamente después de finalizada la puesta en marcha, antes de la publicación de los manuales de funcionamiento.

5.- Certificados

Si la dirección Facultativa no asiste a testificar la prueba a la recepción de la notificación por escrito del contratista, las pruebas deberán llevarse a cabo por el instalador en presencia del contratista, quien deberá firmar y presentar a la Dirección Facultativa tres copias de los certificados.

Durante la prueba y puesta en marcha, el instalador instruirá informalmente al cliente y a la Dirección Facultativa sobre el funcionamiento de todo el sistema. Además, una vez terminada la puesta en marcha deberá incluirse un período de instrucción formal.

El instalador será responsable del cambio, corrección y reposición de todo el equipo defectuoso de todo el sistema de control durante todo el Plazo de Garantía después de la puesta en marcha definitiva, excepto cuando algún elemento del equipo tenga una garantía normal de un período superior a éste, tal responsabilidad se extenderá durante todo el período de garantía de estos elementos.

6.- Manuales de funcionamiento y mantenimiento

El instalador deberá preparar y proporcionar a la Dirección Facultativa manuales de funcionamiento y mantenimiento. Deberán entregarse cuatro copias de los manuales dos semanas después de la puesta en marcha. En el momento de la Recepción Provisional se deberá disponer de un borrador. Dichos manuales estarán confeccionados en el idioma oficial de la ubicación de la instalación de acuerdo con la Dirección Facultativa.

7.- Demostración final

El instalador deberá demostrar a la Dirección facultativa el funcionamiento de todo el sistema de control.

La prueba testimonial comenzará una vez terminada la puesta en marcha definitiva.

541. AISLAMIENTO TERMICO DE TUBERIAS (ESPUMA ELASTOMERA)

Esta especificación se refiere al aislamiento térmico de tuberías de agua caliente sanitaria y calefacción, para temperaturas menores de 100 °C.c.

1. Materiales

- Material : Espuma elastómera de polietileno.
- Coeficiente de conductibilidad térmica : < 0,040 W/mk según IT.IC.19 o DIN 52613.
- Comportamiento al fuego : Autoextinguible
- Aislamiento acústico : Cumplirá con DIN 4109.
- Espesor : Según se indique en mediciones.
- Toxicidad : No será tóxico, sin olor y químicamente puro.
- Temperatura de utilización : Entre -30°C y +100°C.
- Permeabilidad al vapor de agua : 0,30 g/cm/m² día mmHg.
- Absorción de agua : < 7,5% en volumen.

2. Ejecución

Se cuidará que el material aislante haga un perfecto asiento sobre la superficie a aislar, y que los espesores se mantengan uniformes.

Para tuberías empotradas podrán utilizarse aislamientos a granel, siempre que quede garantizado el valor del coeficiente de conductividad térmica.

Los accesorios, válvulas, etc., deberán ser cubiertos con el mismo aislamiento que la tubería incluido una eventual barrera antivapor; el aislamiento será fácilmente desmontable para efectuar reparaciones o mantenimiento.

Cuando las tuberías estén situadas al exterior o en lugares vistos, irán protegidos con una funda en chapa de aluminio.

3. Recepción y ensayos

Se comprobará, a la recepción de los materiales, que estos cumplan con los requisitos de calidad indicados en esta especificación.

El material será fácilmente flexible o llegará adaptado a la forma de la tubería para su perfecta instalación. No deberá estar mojado ni humedecido.

4. Medición y abono

Se medirá por metro lineal de tubo aislado incluyendo codos, tes, derivaciones, reducciones y demás piezas especiales.

Se abonará según precios establecidos en el cuadro de precios.

543. AISLAMIENTO DE CONDUCTOS

Se refiere esta especificación a aislamiento de conductos de transporte de aire para instalaciones de ventilación y aire acondicionado.

Deberán ser aislados todos los conductos metálicos en los que pueda existir una diferencia de temperatura entre el aire transportado y su ambiente periférico superior a 2° C, a excepción de los conductos de extracción y toma de aire exterior, a no ser que se indique lo contrario en la Especificación Técnica Particular.

El espesor del aislamiento será el suficiente para asegurar que las pérdidas o ganancias de calor no sean superiores al 1% de la potencia transportada, de acuerdo a normativa IT.IC.

En general, este espesor no será inferior a 25 mm. en distribuciones interiores y a 50 mm. si el conducto discurre por el exterior.

Se utilizará manta o fieltro de fibras de vidrio, aglomeradas con resinas termoendurecibles, pegada a una de sus caras a un papel Kraft alquitranado que actuará como soporte y barrera contra el vapor.

En el caso que el conducto quede visto una vez instalado, la manta de fibra de vidrio llevará pegada a una de sus caras papel Kraft de aluminio alquitranado.

En todos los casos el aislamiento irá firmemente sujeto mediante tela metálica de tipo hexagonal.

Caso de estar el conducto a la intemperie deberá llevar un acabado asfáltico o de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor, según se indique en la Especificación Técnica Particular.

El instalador deberá proteger estos materiales durante el montaje, rechazándose cualquier material que a la hora de la entrega resultase defectuoso por rasgaduras, humedades, etc.

623.1 LINEAS ELECTRICAS

Este apartado comprende las especificaciones de las líneas de alimentación de cuadros, motores y resistencia, así como las conexiones para control, mando a distancia y señalización.

1. Materiales

a) Cables de 750 V de tensión nominal (según UNE 21031)

- conductor: de cobre
- formación : unipolares
- aislamiento : cloruro de polivinilo
- tensión de prueba : 2.500 V
- uso : hasta secciones de 16 mm²
- instalación : bajo tubo o en bandeja

b) Cables de 1.000 V de tensión nominal (según UNE 21029)

- conductor: de cobre (o de aluminio, cuando así se indique en las Mediciones)
- formación : cables tripolares
- aislamiento : cloruro de polivinilo
- tensión de prueba : 4.000 V
- uso : secciones de 25 mm² o superiores y alimentación de cuadros
- instalación : al aire o en bandeja

c) Bandejas

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión.

La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm, la longitud normal de los tramos rectos será de dos metros.

El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes.

Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

d) Tubos

Los tubos usados en la instalación podrán ser de los siguientes tipos:

- De acero roscado galvanizado, resistente a golpes, rozaduras, humedad y todos los agentes atmosféricos no corrosivos, provistos de rosca Pg según DIN 40430. Se utilizarán en todas las instalaciones vistas, como salas de máquinas, aparcamientos, etc.
- De cloruro de polivinilo rígido roscado, que soporte, como mínimo, una temperatura de 60° C sin deformarse. Este tipo de tubo se utilizará en instalaciones ocultas.
- De cloruro de polivinilo flexible, a utilizarse en conducciones empotradas.

2. Ejecución

a) Cables

Para la selección de los conductos activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible

Como intensidad de cálculo se tomará la propia de cada carga. Para tener en cuenta diversas posibilidades de ampliación y operación, se usarán las siguientes intensidades ficticias:

Alimentadores a cuadros : la intensidad nominal del interruptor de entrada.

Alimentadores a motores : la intensidad nominal del motor.

Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión MI BT 004, MI BT 007 y MI BT 017 o a las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de instalación.

- Caída de tensión en servicio

La máxima caída de tensión en servicio de acuerdo a MI BT 017, será igual o inferior al 5% de la tensión nominal entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización (usos distintos de alumbrado). la caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

- Caída de tensión transitoria

La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de contactores, parpadeo de alumbrado etc.

El conductor neutro se dimensionará siguiendo las instrucciones de MI BT 005, en función de la sección de los conductores activos.

El conductor protector se dimensionará de acuerdo al párrafo 2.2 de MI BT 017.

b) Tendido de cables

Los cables se colocarán dentro de tubos, rígidos o flexibles, o sobre bandejas o canales, según se indica en Planos y Mediciones.

El dimensionado de los tubos protectores se hará de acuerdo a MI BT 019.

Las bandejas se dimensionarán de tal manera que la distancia entre cables sea igual o superior al diámetro del cable más grande.

En salas de máquinas y en zonas de servicio del edificio los cables se alojarán en tubos de acero o sobre bandejas, que quedarán vistas. En el resto de las dependencias del edificio, la instalación se hará bajo tubo de cloruro de polivinilo rígido cuando vaya oculto por un falso techo, y flexible cuando se empotre en paramentos.

Para la colocación y disposición de las canalizaciones se tendrán en cuenta las prescripciones de MI BT 017, capítulo 2.9, y MI BT 019, capítulo 2.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante metálicas, protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deben contener.

Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm., el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm.

Para la entrada de tubos en las cajas de derivación o conexión deberán emplearse siempre prensaestopas adecuados.

En ningún caso, se permitirá la unión de conductores por retorcimiento o arrollamiento entre si o sobre un tornillo; las uniones deberán realizarse siempre utilizando bornas, montadas individualmente o constituyendo regletas.

En cualquier caso, al hacer las conexiones deberá cuidarse que la corriente se reparta uniformemente por todos los alambres componentes del cable. los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados.

c) Bandejas

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores 10 mm. y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada.

Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a

las bandejas.

d) Tubos

Para la colocación de las canalizaciones se tendrán en cuenta totalmente las prescripciones de MI BT 019 y 019, capítulo 2, así como MI BT 017, capítulo 2.9.

3. Recepción y ensayos

Las instalaciones se someterán a las pruebas de resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica indicadas en MI BT 017, capítulo 2.8.

4. Criterios de medición

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación etc..), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencia, aparatos de control, etc..), será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

623.2 CUADROS ELECTRICOS

Esta especificación se refiere a los cuadros eléctricos en baja tensión usados en las instalaciones mecánicas.

1. Materiales

- Construcción : Chapa de acero de 1mm. de espesor, con estructura metálica de perfiles laminados en frío.
- Ejecución: Puerta frontal con bisagras. Las puertas estarán provistas de junta de estanquidad, de neopreno o material similar.
- Tipo : Estarán previstos para montaje en suelo (excepto cuando se indique lo contrario)
- Acabado : Imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado, del color que se especifique en mediciones o en su defecto indique, la dirección de obra.

- Diseño : Todos los cuadros estarán diseñados siguiendo los requisitos del Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Dimensiones : Altura de 2.100 mm. profundidad de 500 mm.
La longitud será la necesaria para colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante.
- Reserva : Todos los cuadros tendrán al menos un 20% de espacio para poder ser ampliados. La ampliación deberá ser repartida entre ambos lados.

2. Accesorios

Los aparatos que formen este cuadro responderán a la siguiente característica:

INTERRUPTORES AUTOMATICOS

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición y cuatro contactos auxiliares, dos normalmente abiertos y dos cerrados.

El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, estará dotado de protección de sobre intensidad doble (gran y pequeño retardo) y selectiva (en caso de falta en las salidas del cuadro, los elementos de protección de las salidas disparan antes que el interruptor de entrada).

Los interruptores de salida irán dotados de elementos de sobreintensidad temporizados.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

GUARDAMOTORES

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores de jaula de ardilla, con corriente de arranque máxima de 600% de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal. La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado, desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 de maniobras.

La protección de sobrecarga se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de

características retardada o transformadores de intensidad de núcleo saturado; en ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico, la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamiento con otros aparatos.

SECCIONADORES

Los seccionadores en carga será de conexión y desconexión brusca, ambas independiente de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

EMBARRADOS

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuados para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de corto-circuito que se especifique.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductores de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de tierra de los cables en salida.

PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entra y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrá de etiquetas de identificación de los

circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

3. Ejecución

Los cuadros serán adecuados para trabajos en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5% sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos de polvo y humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas con tapas desmontables. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los otros aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de las dimensiones del aparato en la dirección considerada.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc. se montarán sobre la parte frontal de cuadro.

El cableado interior de los cuadros se llevarán hasta una regleta de bornas situadas junto a las entradas de los cables desde el interior.

4. Recepción y ensayos

Todos los cuadros serán nuevos y entregados en obra sin ningún defecto.

Cada circuito de salida del cuadro estará protegido contra sobrecarga y cortocircuito. La protección contra corriente de defecto hacia tierra se hará por circuitos o grupos de circuitos según se indica en el proyecto, adoptando interruptores diferenciales de acuerdo a las prescripciones de MI BT 021, párrafo 2.7 y 2.8.

La seguridad y diseño del cuadro proporcionará seguridad al personal en lo siguiente:

- Los compartimientos que hayan de ser accesibles para accionamiento o

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Climatización de un Centro Acuático en Bilbao
Iñigo Benjumea Cervera

mantenimiento, estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.

- El cuadro todos sus componentes serán capaces de soportar durante un segundo una corriente de corto-circuito de 30 KA eficaces, o la que se especifique en mediciones o planos.

Antes de la Recepción Provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

Los cuadros se someterán en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular, se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 1.000 ohmios por voltio de tensión nominal, con un mínimo de 250.000 ohmios (MI BT 017 párrafo 2.8).

- Una prueba de rigidez dieléctrica (MI BT párrafo 2.8), que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante un minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará entre conductores, incluido el neutro, y entre estos y tierra, estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.

- Se pondrá el cuadro bajo tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.

- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados al fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la Dirección de Obra, en presencia de técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo. La Empresa Instaladora Mecánica enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la Dirección de Obra.

5. Medición y Abono

Los cuadros eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas. El conexionado a la línea de alimentación traída pro la Empres Instaladora Eléctrica estará a cargo de la Empresa Instaladora Mecánica.

El transporte de los cuadros en el interior de la obra queda a cargo de la Empresa Instaladora Mecánica.

6. Información

A la presentación de la oferta, la Empresa Instaladora Mecánica deberá entregar, para cada cuadro, la siguiente información:

- Diagrama unifilar.
- Dimensiones generales.
- Lista de equipos y tamaño de los aparatos.

Durante el curso de la obra, la Empresa Instaladora Mecánica suministrará a la Dirección de Obra los planos de cimentación y anclaje de los cuadros.

Al momento de la recepción definitiva, la Empresa Instaladora Mecánica suministrará los siguientes planos:

- Diagrama de principio del conexionado.
- Plano de conjunto, indicando todas las dimensiones y el peso.
- Planos del cableado interior, con identificación de los circuitos.