



INDICE

INDICE	1
Capítulo 1: Generalidades	2
Capítulo 2: Reglamentación	2
Capítulo 3: Datos generales	2
Capítulo 4 Características generales del edificio	2
Capítulo 5 Memoria de calefacción	3
Capítulo 6.- Horarios de funcionamiento, ocupación y cálculo de caudales aire exterior	4
Capítulo 7.- Descripción de cerramientos. Cálculo de la transmitancia termica de cerramiento	4
Capítulo 8.- Condiciones exteriores de cálculo	4
Capítulo 9.- Condiciones interiores de cálculo	5
Capítulo 10.- Cálculo de cargas térmicas	5
Capítulo 11.- Sistema elegido	10
Capítulo 12.- Sala de Calderas	16
Capítulo 14.- Red de tuberías	19
Capítulo 15.- Cálculo de chimeneas de evacuación de productos de combustión	23
Capítulo 17.- Dispositivos de seguridad	31
Capítulo 18.-Método de cálculo de conductos.	32
Capítulo 19. Justificación del RITE y normas de aplicación	33

Capítulo 1: Generalidades

Se redacta el presente proyecto con objeto de cumplimentar lo dispuesto en el Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE). (BOE de 29 de Agosto de 2007, nº 207), con el fin de realizar una instalación de calefacción y ventilación en un edificio destinado a Instituto de Enseñanza Secundaria en Madrid.

Capítulo 2: Reglamentación

En el diseño y cálculo de las instalaciones descritas en este proyecto se ha llevado a cabo de acuerdo con las siguientes Normas y Reglamentos:

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas IT (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio).

Código Técnico de Edificación. (Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo) y en especial:

- Sección HE 1. Limitación de la demanda energética.
- Sección HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas. (RITE)
- Sección HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- Sección HS 3. Calidad del aire interior.
- Sección HS 4. Suministro de agua.

Capítulo 3: Datos generales

3.1 Emplazamiento

Situación: C/ Deyanira c/v C/ Arrastraria
Localidad: Madrid.
Provincia: Madrid.

3.3 Utilización

Las instalaciones suministrarán calor a través de radiadores para el Instituto.

Capítulo 4 Características generales del edificio

El edificio dispone de dos plantas.

Las características del edificio se describen en los apartados de Arquitectura correspondientes.

Capítulo 5 Memoria de calefacción

5.1 Solución adoptada. Descripción de la instalación.

El presente proyecto refleja las instalaciones de calefacción, para un Instituto de Enseñanza Secundaria, así como la ubicación y características de la sala de calderas.

Se trata de una instalación central de calefacción, ubicada en sala de calderas en el cuarto habilitado. Se instalará en ella una caldera de 150 kW alimentada mediante gas.

La instalación de calefacción será bitubular (ida y retorno) y mediante radiadores de aluminio de 80 cm de altura en todas las dependencias. Se parte de una temperatura uniforme para todo el edificio y durante los mismos periodos de calefacción, utilizando agua como fluido transportador del calor.

Cada zona del edificio será abastecida por un único circuito independiente de agua que partirá de un colector general.

Para un mayor control de la aportación de calor en cada dependencia, desde los radiadores, y con el fin regular esta aportación según la variación de la carga térmica del local, estarán dotados de llaves termostáticas, dotadas de un cabezal en el que existe una escala graduada para el control de la temperatura de emisión de los mismos.

El circuito de agua caliente de cada caldera dispone de vaso de expansión cerrado, colocado en el retorno, a la misma altura que ésta y sin llaves de corte o interrupción de éste y la caldera, que le puedan dejar fuera de servicio.

La distribución del agua de calefacción se realizará mediante circuladores para tal efecto y las tuberías desde el colector central en la sala de calderas hasta los radiadores, serán de polietileno reticulado multicapa, protegidas, para evitar pérdidas térmicas con lana de vidrio.

Con el fin de evitar que las dilataciones de las tuberías afecten a la propia red, se introducirán en los tramos largos de las conducciones, dilatadores que tendrán la función de absorber dichas dilataciones.

La calidad del aire interior se asegura mediante un sistema de ventilación que impulsara aire del exterior tratado mediante recuperador de calor a cada una de las aulas.

Cada una de estas salas dispondrá de una sonda de calidad de aire que detectará humos, olores, vapores u otras fuentes de polución ambiental que degraden la calidad del aire interior, poniendo en marcha automáticamente el ventilador-recuperador cuando el nivel de calidad de aire sobrepasa el valor seleccionado. Realizando un control directo IDA-C6 según IT 1.2.4.3.3



Cada uno de los ventiladores-recuperadores dispone de un filtro de eficacia F8 de manera que el aire introducido al edificio alcanzara la calidad de IDA 2 (aire de buena calidad), exigido por la instrucción IT 1.1.4.2.2 del Rite.

Capítulo 6.- Horarios de funcionamiento, ocupación y cálculo de caudales aire exterior

Las horas de funcionamiento diarias para el cálculo se estiman en una media de 10, teniendo en cuenta que existirán controles de paradas de servicio según las horas de ocupación de los locales, así como, mantener las temperaturas de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica. **IT 1.2.4.3.1**

La puesta en marcha del servicio será diaria durante todos los meses del año (exceptuando la temporada de verano), durante los cuales, al variar las temperaturas exteriores, el funcionamiento del control determinará las horas de funcionamiento del servicio.

El caudal de aire de ventilación se obtiene en función del uso del local, de su superficie y del número de ocupantes, aplicando la tabla 2.1 del Documento Básico HS3 del Código Técnico de la Edificación, y la norma UNE-EN 13779 "Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos".

Los niveles de ventilación asignados a cada zona son los que aparecen en el capítulo correspondiente a cargas térmicas.

La calidad del aire interior (IDA) estará definida según la **IT 1.1.4.2.2**, dando sus valores en el capítulo correspondiente a cargas térmicas.

Capítulo 7.- Descripción de cerramientos. Cálculo de la transmitancia térmica de cerramiento

El cálculo de transmitancia térmica de los cerramientos se realiza de acuerdo con todo lo especificado en la sección HE 1 del documento básico HE del Código Técnico de la edificación, sobre limitación de demanda energética.

Los valores límite de transmitancia se tomarán de la tabla 2.1 de la citada sección, teniendo en cuenta que la población en que se encuentra la obra pertenece a la zona climática D3, se comprueba que todos los valores de transmitancia se encuentran dentro de los límites.

Los valores de transmitancias calculados aparecen en el listado de **Cerramientos Definidos en el Proyecto**, en el cual se definen todos y cada uno de los materiales que componen los cerramientos, con sus correspondientes datos.

Capítulo 8.- Condiciones exteriores de cálculo

Se tiene en cuenta la norma UNE 100001 "Climatización. Condiciones climáticas para proyectos" para la selección de las condiciones exteriores de proyecto, que



quedan definidas de la siguiente manera:

Temperatura seca verano 34,3 °C

Temperatura húmeda verano 18,9 °C

Percentil condiciones de verano 5,0 %

Temperatura seca invierno -2,1 °C

Percentil condiciones de invierno 97,5 %

Variación diurna de temperaturas 16,0 °C

Grado acumulados en base 15 – 15°C 1252 días-grado

Orientación del viento dominante E

Velocidad del viento dominante 1,40 m/s

Altura sobre el nivel del mar 515,00 m

Latitud 39° 51' Norte

Capítulo 9.- Condiciones interiores de cálculo

Las condiciones climatológicas interiores han sido establecidas en función de la actividad metabólica de las personas y de su grado de vestimenta, siempre de acuerdo con la IT 1.1.4.1.2.

Se ha tenido en cuenta personas con una actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, grado de vestimenta 0,5 y 1,0 clo en verano e invierno respectivamente, y para un porcentaje estimado de insatisfechos comprendido entre el 10% y el 15%.

Capítulo 10.- Cálculo de cargas térmicas

Se sigue el método desarrollado por ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.) que basa la conversión de ganancias instantáneas de calor a cargas de refrigeración en las llamadas funciones de transferencia.

10.1.- Ganancias térmicas instantáneas

El primer paso consiste en el cálculo para cada mes y cada hora de la ganancia de calor instantánea debida a cada uno de los siguientes elementos:

10.1.1.- Ganancia solar cristal

Insolación a través de acristalamientos al exterior.

$$Q_{GAN,t} = CS \times A \times SHGF \times n$$

Siendo:

$$SHGF = GSd + Ins \times GSt$$



que depende del mes, de la hora solar y de la latitud.

Donde:

$Q_{GAN,t}$	=	Ganancia instantánea de calor sensible (vatios)
A	=	Área de la superficie acristalada (m^2)
CS	=	Coefficiente de sombreado
n	=	Nº de unidades de ventanas del mismo tipo
$SHGF$	=	Ganancia solar para el cristal tipo (DSA)
GSt	=	Ganancia solar por radiación directa (vatios/ m^2)
GSd	=	Ganancia solar por radiación difusa (vatios/ m^2)
Ins	=	Porcentaje de sombra sobre la superficie acristalada

10.1.2.- Transmisión paredes y techos

Cerramientos opacos al exterior, excepto los que no reciben los rayos solares. La ganancia instantánea para cada hora se calcula usando la siguiente función de transferencia (ASHRAE):

$$Q_{GAN,t} = A \times \left[\sum_{n=0} b_n \times (t_{sa,t-n\Delta}) - \sum_{n=1} d_n \times \frac{(Q_{GAN,t-n\Delta})}{A} - t_{ai} \times \sum_{n=0} c_n \right]$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$	=	Ganancia de calor sensible en el ambiente a través de la superficie interior del techo o pared (w)
A	=	Área de la superficie interior (m^2)
$T_{sa,t-n\Delta}$	=	Temperatura sol aire en el instante $t-n\Delta$
Δ	=	Incremento de tiempos igual a 1 hora.
t_{ai}	=	Temperatura del espacio interior supuesta constante
b_n		
c_n		
d_n	=	Coefficientes de la función de transferencia según el tipo de cerramiento

La temperatura sol-aire sirve para corregir el efecto de los rayos solares sobre la superficie exterior del cerramiento:

$$t_{sa} = t_{ec} + \alpha \times \frac{I_t}{h_o} - \varepsilon \times \frac{\Delta R}{h_o} \times \cos(90^\circ - \beta)$$

Donde:

T_{sa}	=	Temperatura sol-aire para un mes y una hora dadas ($^\circ C$)
T_{ec}	=	Temperatura seca exterior corregida según mes y hora ($^\circ C$)
I_t	=	Radiación solar incidente en la superficie (w/m^2)
h_o	=	Coefficiente de termotransferencia de la superficie ($w/m^2 \ ^\circ C$)



- α = Absorbencia de la superficie a la radiación solar (depende del color)
 β = Ángulo de inclinación del cerramiento respecto de la vertical (horizontal es 90°).
 ε = Emitancia hemisférica de la superficie.
 ΔR = Diferencia de radiación superficie/cuerpo negro (w/m²)

10.1.3.- Transmisión excepto paredes y techos

10.1.3.1.- Cerramientos al interior

Ganancias instantáneas por transmisión en cerramientos opacos interiores y que no están expuestos a los rayos solares.

$$Q_{GAN,t} = K \times A \times (t_l - t_{ai})$$

Donde:

- $Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)
 K = Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m².°C)
 A = Área de la superficie interior (m²)
 t_l = Temperatura del local contiguo (°C)
 t_{ai} = Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)

10.1.3.2.- Acristalamientos al exterior

Ganancias instantáneas por transmisión en superficies acristaladas al exterior.

$$Q_{GAN,t} = K \times A \times (t_{ec} - t_{ai})$$

Donde:

- $Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)
 K = Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m².°C)
 A = Área de la superficie interior (m²)
 t_{ec} = Temperatura exterior corregida (°C)
 t_{ai} = Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)

10.1.3.3.- Puertas al exterior

Un caso especial son las puertas al exterior, en las que hay que distinguir según su orientación:

$$Q_{GAN,t} = K \times A \times (t_l - t_{ai})$$

Donde:

- $Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)
 K = Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m².°C)
 A = Área de la superficie interior (m²)
 t_{ai} = Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)
 t_l = Para orientación Norte: Temperatura exterior corregida (°C)
Excepto orientación Norte: Temperatura sol-aire para el instante t (°C)



10.1.4.-Calor interno

10.1.4.1.- Ocupación (personas)

Calor generado por las personas que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número de personas y del tipo de actividad que están desarrollando.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0'01 \times Fd_t$$

Donde:

- $Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)
 Q_s = Ganancia sensible por persona (w). Depende del tipo de actividad
 n = Número de ocupantes
 Fd_t = Porcentaje de ocupación para el instante t (%)

Se considera que 67% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

$$Q_{GANI,t} = Q_l \times n \times 0'01 \times Fd_t$$

Donde:

- $Q_{GANI,t}$ = Ganancia de calor latente en el instante t (w)
 Q_l = Ganancia latente por persona (w). Depende del tipo de actividad
 n = Número de ocupantes
 Fd_t = Porcentaje de ocupación para el instante t (%)

10.1.4.2.- Alumbrado

Calor generado por los aparatos de alumbrado que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0'01 \times Fd_t$$

Donde:

- $Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)
 Q_s = Potencia por luminaria (w). Para fluorescente se multiplica por 1'25.
 n = Número de luminarias.
 Fd_t = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

10.1.4.3.- Aparatos eléctricos

Calor generado por los aparatos exclusivamente eléctricos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0'01 \times Fd_t$$

Donde:

- $Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)



Q_s = Ganancia sensible por aparato (w). Depende del tipo.
 n = Número de aparatos.
 Fd_t = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

10.1.4.4.- Aparatos térmicos

Calor generado por los aparatos térmicos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0'01 \times Fd_t$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)
 Q_s = Ganancia sensible por aparato (w). Depende del tipo.
 n = Número de aparatos.
 Fd_t = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

$$Q_{GAN,t} = Q_l \times n \times 0'01 \times Fd_t$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor latente en el instante t (w)
 Q_l = Ganancia latente por aparato (w). Depende del tipo
 n = Número de aparatos
 Fd_t = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

10.1.5.- Aire exterior

Ganancias instantáneas de calor debido al aire exterior de ventilación. Estas ganancias pasan directamente a ser cargas de refrigeración.

$$Q_{GAN,t} = 0'34 \times f_a \times V_{ae_s} \times 0'01 \times Fd_t \times (t_{ec} - t_{ai})$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)
 f_a = Coeficiente corrector por altitud geográfica.
 V_{ae} = Caudal de aire exterior (m³/h).
 t_{ec} = Temperatura seca exterior corregida (°C).
 t_{ai} = Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)
 Fd_t = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

Se considera que el 100% del calor sensible aparece por convección.



$$Q_{GANI,t} = 0'83 \times f_a \times V_{ae} \times 0'01 \times Fd_t \times (X_{ec} - X_{ai})$$

Donde:

$Q_{GANI,t}$	=	Ganancia de calor sensible en el instante t (w)
f_a	=	Coeficiente corrector por altitud geográfica.
V_{ae}	=	Caudal de aire exterior (m³/h).
X_{ec}	=	Humedad específica exterior corregida (gr agua/kg aire).
X_{ai}	=	Humedad específica del espacio interior (gr agua/kg aire)
Fd_t	=	Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

10.2.- Cargas de refrigeración

La carga de refrigeración depende de la magnitud y naturaleza de la ganancia térmica instantánea así como del tipo de construcción del local, de su contenido, tipo de iluminación y de su nivel de circulación de aire.

Las ganancias instantáneas de calor latente así como las partes correspondientes de calor sensible que aparecen por convección pasan directamente a ser cargas de refrigeración. Las ganancias debidas a la radiación y transmisión se transforman en cargas de refrigeración por medio de la función de transferencia siguiente:

$$Q_{REF,t} = v_0 \times Q_{GAN,t} + v_1 \times Q_{GAN,t-\Delta} + v_2 \times Q_{GAN,t-\Delta 2} - w_1 \times Q_{REF,t-\Delta}$$

$Q_{REF,t}$	=	Carga de refrigeración para el instante t (w)
$Q_{GAN,t}$	=	Ganancia de calor en el instante t (w)
Δ	=	Incremento de tiempos igual a 1 hora.
v_0, v_1 y v_2	=	Coeficientes en función de la naturaleza de la ganancia térmica instantánea.
w_1	=	Coeficiente en función del nivel de circulación del aire en el local.

Capítulo 11.- Sistema elegido

Atendiendo a los diversos factores influyentes tales como:

Posibilidades de regulación, economía de la energía, comparación de la inversión inicial y el consumo energético posterior, condiciones de confort, protección del medio ambiente, etc. se ha optado por el siguiente sistema de calefacción:

En la planta baja se realizará una instalación mediante radiadores de elementos de aluminio verticales Roca modelo JET 80.

La producción de energía se realizará a través de una caldera. Una caldera de 150 Kw, alimentada por gas. Mediante una red de tuberías distribuye agua caliente hasta los radiadores del edificio.

El sistema de ventilación constara de 6 recuperadores de calor que nos extraerán el aire viciado de las salas donde se instala y nos lo renovaran con aire de la calle.



Se dispondrá de una red de conductos realizados en fibra de vidrio climaver plus que nos distribuirán el aire por las salas

A continuación, se describirán cada uno de los elementos con más detalles.

11.1 Descripción del sistema de producción

11.1.1 Producción de calor

Cálculo de Calderas

La potencia que suministren las unidades de producción de calor que utilicen energías convencionales se ajustará a la demanda máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos, según lo dispuesto en la IT 1.2.4.1.1.

Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor IT 1.2.4.1.2.1

1. Las calderas cumplirán con los requisitos de rendimientos establecidos por el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero y el Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía
2. Las calderas de potencia mayor que 400 kW tendrán un rendimiento igual o mayor que el exigido para las calderas de 400 kW en el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero.
3. Quedan excluidos de cumplir con los requisitos mínimos de rendimiento del punto 1 los generadores de agua caliente alimentados por combustibles cuya naturaleza corresponda a recuperaciones de efluentes, subproductos o residuos, biomasa, gases residuales y cuya combustión no se vea afectada por limitaciones relativas al impacto ambiental.
4. En el caso de generadores de calor que utilicen biomasa el rendimiento mínimo instantáneo exigido será del 75% a plena carga.
5. Cuando el generador de calor utilice biocombustibles sólidos solo se deberá indicar el rendimiento instantáneo del conjunto caldera-sistema de combustión para el 100% de la potencia máxima, para uno de los biocombustibles sólidos que se prevé se utilizara en su alimentación o, en su caso, la mezcla de biocombustibles.



6. Se indicara el rendimiento y la temperatura media del agua del conjunto caldera- quemador o conjunto caldera-sistema de combustión cuando se utilice biomasa, a la potencia máxima demandada por el sistema de calefacción y, en su caso, por el sistema de preparación de agua sanitaria.

El número de generadores lo definimos aplicando la norma **IT 1.2.4.1.2.2**, así como el tipo de regulación del quemador con la tabla 2.4.1.1 de la **IT 1.2.4.1.2.3**

11.1.1.1 Caldera de gas

Para la generación de calor se dispondrá de una caldera de gas de la Marca BUDERUS Modelo LOGANO PLUS GB312 160 de 150 kw

Dispone de la tecnología Thermostream, que consiste, por una parte, en precalentar dentro de la caldera el agua del retorno de la instalación, mezclándola con el agua caliente de impulsión, antes de que vuelva a ponerse en contacto con las superficies de calefacción.

Por otra parte, se mantiene una circulación del agua dentro de la caldera, creándose dicha circulación por efecto termosifón.

Las condiciones de explotación quedan considerablemente simplificadas puesto que:

- No es necesario una temperatura mínima de retorno.
- No hay un caudal mínimo de circulación por caldera (supresión de la bomba de recirculación o anticondensación).

Características Caldera LOGANO PLUS GB312 160.

Potencia Útil:	150 kw.
Rendimiento:	94,7 %
Combustible:	Gas.
Contenido de agua:	20 L.
Presión máxima de servicio:	4 bares
Temperatura máxima de salida:	120°C
Dimensiones: Largo:	717 mm.
Ancho:	1202 mm.
Alto:	1.517 mm.
Peso neto:	240 kg.

- Rendimiento de la caldera:

El rendimiento de la caldera, para conseguir el mayor ahorro energético, según los datos del fabricante será del 94,7 %, superior al mínimo calculado según la directiva europea **92/42/CEE**.

Idoneidad del combustible:

Los elementos generadores de calor, calderas y quemadores, utilizarán el combustible para el que fueron diseñados y que hemos citado anteriormente en este capítulo.

Si en algún caso, se precisara emplear otro combustible, este será tal, que se mantendrá el rendimiento mínimo arriba especificado, con el fin de lograr el mejor funcionamiento posible y así conseguir el mayor ahorro energético.

11.2 Descripción del sistema de emisión

Para la emisión de calor en la planta baja y primera se han utilizado los elementos de aluminio verticales marca Roca modelo JET 80.

11.3 Descripción del sistema de calidad de aire

Se instalará un sistema de ventilación para el aporte del caudal de aire exterior que evite la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo a lo indicado en la **IT 1.1.4.2**.

La clasificación de la calidad de aire interior (IDA) en las aulas, en el salón de usos múltiples y en la biblioteca ha sido de IDA 2 (aire de buena calidad), y en el comedor de IDA 3 (Aire de calidad media) según clasificación de **IT 1.1.4.2.2**.

El caudal mínimo del aire exterior de ventilación se calculará de acuerdo a alguno de los métodos indicados en la **IT 1.1.4.2.3**.

Para el caso que nos ocupa se calculara mediante el método A. (Método indirecto de caudal de aire exterior por persona).

Los caudales de ventilación asignados a cada zona son los que aparecen en el capítulo correspondiente a cargas térmicas.

Se instalará un sistema de recuperación de calor que mediante una red de conductos tanto de impulsión como de retorno nos realice una renovación de aire que nos permita aportar el caudal mínimo de aire exterior necesario y la calidad de aire interior deseada. Este sistema se instalará en todas las aulas.

Para evitar un consumo energético innecesario en los momentos en que las salas dispongan de la calidad de aire interior deseada se instalara una sonda de calidad de aire en cada una de las salas que cuente con el sistema de extracción e impulsión de aire para que ponga en marcha el sistema solo en caso de que detecte una concen-

tracción de humo, olor u otro gas molesto superior al valor seleccionado. Realizando de esta forma un control del ambiente exterior del tipo IDA-C6 Control directo, **según IT 1.2.4.3.3**

Con la utilización de los recuperadores logramos un ahorro energético al traspasar parte del calor que dispone el aire de extracción que sacamos de las salas al aire exterior que introducimos en los locales

Se instalará en cada recuperador un filtro de eficacia F8 y cumplir de esta forma lo establecido en la **IT 1.1.4.2.4**.

Recuperador 1:

Equipo de renovación de aire con recuperador de calor de alta eficiencia con intercambiador de contraflujo, modelo UR-6000/HE o equivalente, con caja de acero con aislamiento clase F e insonorización, con posibilidad de instalación en cualquier posición, provisto de puerta estanca de apertura superior o inferior, para ubicación en falso techo, soportes, fijaciones, elementos de seguridad, marcado CE, incluso todas las piezas y accesorios de montaje y documentación. Con las siguientes propiedad, secciones y componentes:

Características

- Caudal impulsión: 6.000 m³/h regulación manual
- Presión estática: 170 Pa
- Consumo eléctrico: 1.140 W
- Alimentación eléctrica: 230V/I/50 Hz
- Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 1.750 x 2180 x 1000 mm
- Peso: 349 kg

Recuperadores 2 y 4:

Equipo de renovación de aire con recuperador de calor de alta eficiencia con intercambiador de contraflujo, modelo UR-4000/HE o equivalente, con caja de acero con aislamiento clase F e insonorización, con posibilidad de instalación en cualquier posición, provisto de puerta estanca de apertura superior o inferior, para ubicación en falso techo, soportes, fijaciones, elementos de seguridad, marcado CE, incluso todas las piezas y accesorios de montaje y documentación. Con las siguientes propiedad, secciones y componentes:

Características

- Caudal impulsión: 4.000 m³/h regulación manual
- Presión estática: 170 Pa
- Consumo eléctrico: 1.850 W
- Alimentación eléctrica: 230V/I/50 Hz
- Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 1600 x 1580 x 1000 mm
- Peso: 251 kg

Recuperador 3:

Equipo de renovación de aire con recuperador de calor de alta eficiencia con intercambiador de contraflujo, modelo UR-1000/HE o equivalente, con caja de acero con aislamiento clase F e insonorización, con posibilidad de instalación en cualquier posición, provisto de puerta estanca de apertura superior o inferior, para ubicación en



falso techo, soportes, fijaciones, elementos de seguridad, marcado CE, incluso todas las piezas y accesorios de montaje y documentación. Con las siguientes propiedad, secciones y componentes:

Características

- Caudal impulsión: 1.000 m³/h regulación manual
- Presión estática: 170 Pa
- Consumo eléctrico: 170 W
- Alimentación eléctrica: 230V/I/50 Hz
- Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 1.450 x 1.100 x 410 mm
- Peso: 121 kg

Recuperador 5:

Equipo de renovación de aire con recuperador de calor de alta eficiencia con intercambiador de contraflujo, modelo UR-5000/HE o equivalente, con caja de acero con aislamiento clase F e insonorización, con posibilidad de instalación en cualquier posición, provisto de puerta estanca de apertura superior o inferior, para ubicación en falso techo, soportes, fijaciones, elementos de seguridad, marcado CE, incluso todas las piezas y accesorios de montaje y documentación. Con las siguientes propiedad, secciones y componentes:

Características

- Caudal impulsión: 5.000 m³/h regulación manual
- Presión estática: 170 Pa
- Consumo eléctrico: 1.320 W
- Alimentación eléctrica: 230V/I/50 Hz
- Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 1.700 x 1880 x 1000 mm
- Peso: 295 kg

Recuperador 6:

Equipo de renovación de aire con recuperador de calor de alta eficiencia con intercambiador de contraflujo, modelo UR-3000/HE o equivalente, con caja de acero con aislamiento clase F e insonorización, con posibilidad de instalación en cualquier posición, provisto de puerta estanca de apertura superior o inferior, para ubicación en falso techo, soportes, fijaciones, elementos de seguridad, marcado CE, incluso todas las piezas y accesorios de montaje y documentación. Con las siguientes propiedad, secciones y componentes:

Características

- Caudal impulsión: 3.000 m³/h regulación manual
- Presión estática: 170 Pa
- Consumo eléctrico: 740 W
- Alimentación eléctrica: 230V/I/50 Hz
- Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 1.600 x 1280 x 1000 mm
- Peso: 212 kg

11.3.1 Conductos de distribución de aire

Para la distribución del aire en las unidades recuperadoras, hasta los elementos de difusión en las salas, se utilizarán conductos de placas de fibra de vidrio climaver plus.



11.3.2 Rejillas de impulsión y retorno

La impulsión del aire se realizará a través de rejillas de impulsión de simple deflexión, marca Airflow, dispondrá de compuerta de regulación y marco metálico.

El retorno del aire se realizará a través del plenum mediante rejillas colocadas en falso techo de aulas y pasillos.

11.4 Regulación y control

Se instalará una central de regulación que nos controlara el funcionamiento de la caldera de gas.

La central controlara la temperatura de impulsión del agua en los circuitos de calefacción en función de las condiciones exteriores, mediante el uso de sondas exteriores, sondas de inmersión situadas en las tuberías de impulsión.

Los circuitos contarán con una válvula de tres vías que limitara la temperatura de impulsión a la indicada para este tipo de sistemas.

Cada zona del edificio será abastecida por un único circuito independiente de agua que partirá de un colector general.

Capítulo 12.- Sala de Calderas

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA SALA DE CALDERAS

Las dimensiones de la sala son más que suficientes para contener en su interior los equipos previstos, manteniendo siempre entre ellos las distancias que se indican a continuación (UNE 60-601-2006):

- Separación mínima entre equipos: 70m.
- Distancia lateral mínima entre paredes y equipos: 70 cm.
- Distancia mínima entre fondo equipos y paredes: 70 cm.
- Distancia entre equipos y paredes longitudinales: mínimo 1 m.
- La altura mínima de la sala de máquinas debe ser de 2,5 m.

Constará de una superficie no resistente de 1 m² en una de las paredes "Puerta de Acceso", y dos entradas de aire, una en su parte superior "15x15 Cm" y otra en su parte inferior "30x30Cm".

Las paredes, techo y suelo también serán resistentes al fuego, no existiendo ningún elemento estructural metálico sin proteger en su interior.



Ningún punto de la sala estará a más de 15 m. de una salida. Las puertas se abrirán hacia fuera, y tendrán una permeabilidad no superior a 1 L/(s m²) bajo una presión diferencial de 100 Pa., salvo cuando estén en contacto con el exterior.

En la sala de calderas se deberá asegurar la ventilación mínima exigida.

En el exterior de la puerta de la sala de calderas y de forma visible, se colocará un cartel con la siguiente inscripción:

SALA DE MAQUINAS
PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO

Instalación eléctrica

Tanto la instalación del alumbrado, bombas de recirculación y automatismos, se realizarán con conductores bajo tubo de acero, en montaje superficial y de las secciones necesarias según los consumos y las distancias.

El cuadro eléctrico estará protegido por un armario metálico colocado sobre la pared, situado al lado de la puerta de entrada, en el cual se instalarán todos los elementos de mando y protección necesarios para el buen funcionamiento de las bombas y grupo térmico.

La derivación general a la sala de calderas estará protegida para el buen funcionamiento de las bombas y del grupo térmico.

Se instalará un interruptor general, que corte el paso de corriente a toda la instalación.

Las derivaciones serán independientes para cada aparato y discurrirán por el techo de la sala, no efectuándose ninguna por el suelo, aunque éste último se encuentre ligeramente elevado sobre el terreno.

Los empalmes de los tubos se realizarán mediante manguitos roscados y las acometidas al cuadro y aparatos mediante racores roscados y tubo sapa.

El interruptor de alumbrado estará colocado en la entrada de la sala de calderas, y dicho alumbrado se hará con protección metálica, estanca, tipo luminaria.

Encima de las puertas de salida de la sala, se colocará una luz piloto de emergencia, señalada con la indicación "Salida de emergencia".

El nivel de iluminación media en servicio de la sala de máquinas, será, como mínimo, de 200 lux, con una uniformidad media de 0,5, que podrá reforzarse por medio de elementos portátiles para acceder a lugares escondidos. Las luminarias y tomas de corriente tendrán un grado de protección IP 55 y una protección mecánica grado 7 (Según Norma UNE 20 - 324), por lo menos.

La aparamenta eléctrica situada en la sala de calderas tendrá un grado de protección IP 44, por lo menos o se instalará dentro de una envolvente con ese grado de



protección, sin embargo, cuando la aparamenta venga montada de fábrica sobre un equipo, su grado de protección responderá a las exigencias de la correspondiente norma UNE o en su defecto, de las normas de construcción del fabricante.

Todos los motores situados en la sala tendrán un grado de protección IP 23 por lo menos.

Cuando los equipos eléctricos estén situados a la intemperie, su grado de protección será IP55, o estará adecuadamente protegido por el fabricante del equipo.

Protección contra incendios

La distancia de salida desde cualquier punto de la sala ocupable por una persona no será mayor de 15 m.

Las puertas de acceso deberán abrir en el sentido de la salida.

Se instalarán extintores con una eficacia como mínimo 89B, uno situado en el interior de la sala, y otro en las proximidades a la puerta de acceso.

Sistemas de protección y detección del cuarto de calderas.

De acuerdo con la norma UNE 60-601:2006, la sala de calderas dispondrá de una parte de su cerramiento de baja resistencia mecánica.

La superficie de baja resistencia mecánica tendrá una superficie mínima, que, en metros cuadrados, será la centésima parte del volumen del local expresado en metros cúbicos, como mínimo deberá ser de 1 m².

Luego se ha de disponer de una superficie de baja resistencia mecánica de 1 m². Para nuestro caso consideraremos como superficie de baja resistencia la puerta de la sala de calderas.

13.1 Ventilaciones.

Se ha calculado según la norma UNE 60601:2006 punto 7 "AIRE PARA LA COMBUSTION Y VENTILACION"

13.1.1. Ventilación Inferior.

Con carácter general, la sección libre total de los orificios de entrada de aire a través de las paredes exteriores debe ser de 5 cm² por cada Kw. del consumo nominal total de las calderas instaladas.

Potencia nominal: 150 Kw.

$S = P \times 5 = 150 \times 5 = 750 \text{ cm}^2$.



Al ser el orificio de forma rectangular su sección libre a de aumentarse un 5%, en este caso la longitud del lado mayor no debe ser superior a 1,5 veces la longitud del lado menor.

Luego:

$$750 + (750 \times 5\%) = 788 \text{ cm}.$$

Por lo que se instalara una rejilla de 30x30 cm cuya sección total es de 900 cm², superior a la requerida.

13.1.2. Ventilación Superior.

En cuanto a la ventilación superior del cuarto de calderas, apéndice 7.2.1. de la norma UNE 60601:2006, se realizará a través de orificio directamente al exterior. La sección del orificio viene dada por:

$$S = 10 \times A$$

A = superficie en planta del cuarto de calderas expresada en metros cuadrados

$$S = 10 \times (20,23) = 202,3 \text{ cm}^2.$$

Por lo que se instalara una rejilla de 15x15 cm² cuya sección es de 225 cm², superior a la requerida.

Capítulo 14.- Red de tuberías

14.1.- Tuberías utilizadas

Las conducciones serán de materiales adecuados en cumplimiento con lo especificado en las normas UNE, siendo los mismos los detallados a continuación:

- Tuberías generales y montantes: **Multicapa (PEX)**
- Sala de calderas: **Existente en Cobre.**
- Derivaciones a radiadores y recuperadores: **Multicapa (PEX)**

Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles que permitan dicho movimiento sin perjudicar a las mismas.

14.2.- Aislamiento térmico de redes de tuberías

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

- a) Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran;
- b) Temperatura mayor que 40 °C cuando están instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiendo excluidas las tuberías



de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se opta por el procedimiento simplificado según **IT 1.2.4.2.1.2**

En el procedimiento simplificado los espesores mínimos de aislamiento térmicos, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 w(m·K) deben ser los indicados en las siguientes tablas

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
D≤35	25	25	30
35<D≤60	30	30	40
60<D≤90	30	30	40
90<D≤140	30	40	50
140<D	35	40	50

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
D≤35	35	35	40
35<D≤60	40	40	50
60<D≤90	40	40	50
90<D≤140	40	50	60
140<D	45	50	60

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
D≤35	30	20	20
35<D≤60	40	30	20
60<D≤90	40	30	30
90<D≤140	50	40	30
140<D	50	40	30

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
D≤35	50	40	40
35<D≤60	60	50	40
60<D≤90	60	50	50
90<D≤140	70	60	50



140<D	75	60	50
-------	----	----	----

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.

Los espesores mínimos de aislamiento de equipos, aparatos y depósitos deben ser iguales o mayores que los indicados en las tablas anteriores para las tuberías de diámetro exterior mayores que 140 mm.

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que conduzcan alternativamente, fluidos calientes y fríos serán los obtenidos para las condiciones de trabajo más exigentes.

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías de retorno de agua serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión.

Los espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros, etc., serán los mismos que los de la tubería en que estén instalados.

El espesor mínimo de aislamiento de las tuberías de diámetro exterior menor o igual que 20 mm y de longitud menor que 5 m. contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad Terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, será de 10 mm, evitando, en cualquier caso, la formación de condensados.

14.2.- Cálculo de la red

El caudal que circulará por cada circuito lo calculamos con el siguiente principio:

1- Determinación del caudal de cada tramo, de final a origen, en función de los emisores o receptores a los que alimenta:

$$Q = \frac{860 \cdot P}{1000 \cdot \Delta t \cdot C_e \cdot \gamma}$$

Donde:

C_e = Calor específico del agua = 1,0 Kcal/h·Kg·°C

γ = Peso específico del agua = 1,0 Kg/dm³

Δt = Salto térmico en °C

P = Potencia térmica en vatios

Se tienen en cuenta los siguientes modos de funcionamiento:

- Calefacción salto térmico 20°C para los circuitos de radiadores y potencias individuales máximas



2- Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías se ha tenido en cuenta la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$V = -2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J} \cdot \log_{10} \left(\frac{k_a}{371 \cdot D} + \frac{251 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J}} \right)$$

Donde:

- J = Pérdida de carga, en m.c.a./m;
- D = Diámetro interior de la tubería, en m;
- V = Velocidad media del agua, en m/s;
- Q_r = Caudal por la rama en m³/s;
- k_a = Rugosidad uniforme equivalente, en m.;
- ν = Viscosidad cinemática del fluido, (1'31x10⁻⁶ m²/s para agua a 10°C);
- g = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s²;

3- Determinación de los diámetros de tubería en base a admitir una pérdida de carga máxima por unidad de longitud de tubería igual a 12,0 mm.c.a./m .

4- Se tienen en cuenta las longitudes equivalentes a tubería recta de igual diámetro en los accesorios (tes, codos...) y válvulas conectados entre tuberías, para calcular las pérdidas de carga que producen.

5- Cálculo de la pérdida de carga a provocar en cada válvula de equilibrado para obtener la distribución de caudales supuesta inicial.

La velocidad máxima será la que nos proporcione el fabricante del material, pero en cualquier caso, y para evitar la producción de ruidos, no se superarán 1 m/s en las zonas habitadas.

Bomba de circulación

La bomba de circulación la dimensionaremos para vencer la pérdida de carga total que se produzca en el punto más desfavorable de la red o circuito crítico, calculado con las hipótesis anteriores, y aplicando las ecuaciones siguientes:

El caudal que debe suministrar la bomba de circulación viene dado por la expresión:

$$Q = \frac{860 \cdot P}{1000 \cdot \Delta t \cdot C_e \cdot \gamma}$$

Donde:

- C_e = Calor específico del agua = 1,0 Kcal/h·Kg·°C
- γ = Peso específico del agua = 1,0 Kg/dm³
- Δt = Salto térmico en °C



P = Potencia térmica en vatios

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías se ha tenido en cuenta la fórmula de Prandtl-Colebrook y se limita la pérdida de carga por unidad de longitud de tubería a 12,0 mm.c.a./m .

La pérdida de carga en el generador y en los radiadores se calcula con la ecuación:

$$J = \frac{\varepsilon \cdot v^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g}$$

Donde:

- J = Pérdida de presión en mmca.
- ε = Coeficiente de resistencia.
- v = Velocidad en m/s.
- γ = Peso específico en kg/m³.
- g = Aceleración de la gravedad en m/s².

Usando un coeficiente de resistencia $\square = 2,5$ para el generador y de $\square = 3,0$ para los radiadores.

Las pérdidas de carga en las válvulas y en los paneles se calculan por medio de los gráficos del fabricante.

Capítulo 15.- Cálculo de chimeneas de evacuación de productos de combustión

El diseño y dimensionado de la chimenea se hará de acuerdo con la norma **IT 1.3.4.1.3.2**, que nos remite a la **UNE 123001**, **por tanto**, seguiremos los pasos de la misma:

- 1.- Determinamos la Potencia útil (**P**) del generador.
- 2.- Características del combustible según el anexo A de la norma donde se fijan los valores de:

- **PF** = Poder Fumígeno
- **PC** = Poder Combustible
- **PCI** = Poder Calorífico inferior
- **R** = Constante de elasticidad de los humos en J/(kg·°K)

3.- Rendimiento del generador **η** (%) referido al PCI, según anexo B.1

4.- Contenidos de **CO₂máx** y **CO₂** en los humos en %, tomados del anexo B.2 y cálculo del exceso de aire

- **e** = $(\frac{CO_2máx}{100} - 1) \cdot Cc$ donde Cc = Coeficiente corrector de exceso ,
CO₂ de aire (anexo B.3)



5.- Temperatura de los humos a la salida del generador **Th_g** (anexo B.4)

6.- Cálculo del caudal másico:

$$- \dot{m} = 1.2 \cdot (PF + e \cdot PC) \cdot \frac{P}{\eta \cdot PCI} \quad \text{kg/s}$$

7.- Presión disponible a la salida del generador

- **Δp_{gen}** = 0 para hogar en sobrepresión y anexo B.5 para hogares en depresión

8.- Temperatura exterior del aire (**T_a**) y altitud sobre el nivel del mar (**A**)

Cálculo tramo horizontal

1.- Se dan las medidas máximas transversales, longitud del tramo, pendiente del mismo y piezas especiales.

2.- Aislamiento térmico y acabado exterior para calcular la rugosidad (**r**) con el anexo C.7

3.- Primera aproximación de velocidad media de los humos:

$$- \mathbf{v} = 7.1 + 2.03 \cdot x + 0.25 \cdot x^2 - 0.526 \cdot 10^{-3} \cdot x^3 - 3.109 \cdot 10^{-3} \cdot x^4$$

$$- x = \ln(m)$$

4.- Temperatura media de humos en primera aproximación: **Th_m** = Th_{gen}

5.- Cálculo de la densidad de los humos

$$- \mathbf{p_{hm}} = \frac{101325 \cdot (1 - 0.00012 \cdot A)}{R \cdot Th_m} \quad \text{Kg/m}^3$$

R = Constante de elasticidad de los gases

6.- Caudal volumétrico

$$- \mathbf{V_v} = \frac{\dot{m}}{\rho_{hm}} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

7.- Cálculo del área de la sección transversal - **As** = $\frac{V_v}{v}$

8.- Determinamos el **Φ** o los lados **a** y **b** (en rectangulares: $a \leq 1.5 \cdot b$)

9.- Calor específico a presión constante de los humos con ecuaciones del anexo B.6 (**C_p**)

10.- Cálculo del coeficiente global de transmisión

$$10.1.- \text{Diámetro hidráulico} \quad \mathbf{D_h} = \Phi \quad (\text{circular}) \quad \text{o} \quad \mathbf{D_h} = 2 \cdot a \cdot b / (a + b)$$

$$10.2.- \text{Coeficiente } \mathbf{\beta} \quad (\text{de la tabla del apartado 8.4})$$



10.3.- Coeficiente superficial exterior h_x en $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ (apartado 8.3)

10.4.- Resistencia térmica de la pared R en $m^2 \text{ } ^\circ K/W$

s = depende forma sección

(tabla apartado 8.2

- $R = s \cdot D_{hi} \cdot \Sigma \left[\frac{1}{2 \cdot \lambda n} \cdot \ln \left(\frac{D_{hi} + 2 \cdot \epsilon n}{D_{hi}} \right) \right]$ λn = conductividad del material

$2 \cdot \lambda n$

D_{hi}

ϵn = espesor del material

10.5.- Coeficiente superficial interior h_i en $W/m^2 \text{ } ^\circ K$

Conductividad térmica de los humos: $\lambda_h = 0.023 + 8.5 \cdot 10^{-3} \cdot (T_{hm} - 273)$

Velocidad media de los humos: $v = V_v / A_s$

Viscosidad cinemática de los gases: $\nu_c = -6.361 \cdot 10^{-6} + 4.426 \cdot 10^{-8} \cdot T_{hm} + 7.523 \cdot 10^{-11} T_{hm}^2$

Nº de Reynolds: $Re = \frac{v \cdot D_{hi}}{\nu_c}$

Nº de Nusselt: $-a = 1.011665 + 0.152502 \cdot r - 0.014167 \cdot r^2$
- $Nu = 0.0354 \cdot a \cdot (Re^{0.75} - 180)$

Coeficiente de transmisión global:

$$U = \frac{1}{\left[\frac{1}{h_i} + \beta \times \left(R + \frac{D_{hi}}{D_{hx}} \times \frac{1}{h_x} \right) \right]}$$

11.- Cálculo del área de la superficie interior de la chimenea:

- $S_i = \pi \cdot D_{hi} \cdot L_h$ (circular) o - $S_i = (2a + 2b) \cdot L_h$ (rectangular)

12.- Factor de enfriamiento:

- $f_e = \frac{U \cdot S_i}{C_p \cdot m}$

13.- Temperatura media de los humos

- $T_{hm} = T_a + \frac{T_{he} - T_a}{f_e} \cdot (1 - e^{-f_e})$



14.- Repetimos el cálculo de nuevo para aproximar más la Temperatura media de humos

15.- Temperatura de salida de humos - $T_{hs} = T_a + (T_{he} - T_a) \cdot e^{-fe}$

16.- Caída de presión por resistencia al movimiento al movimiento: ΔP_{hor}

- $v_m = \frac{m}{\rho_{hm} \times s_i}$ - $f = 0.118 \cdot r^{0.25} / D_{hi}^{0.40}$ (factor de fricción)

$\Sigma \epsilon$ = Suma de coeficientes de pérdidas localizadas según anexo C

$\Delta p_d = \rho_{hm} \times \frac{V_{ms}^2 - V_{me}^2}{2}$ (variación presión dinámica)

f_s = factor de seguridad

$$\Delta P_{phor} = \left[\sum \left[\rho_{hm} \times \frac{V_m^2}{2} \left(f \times \frac{L}{D_{hi}} + \sum \epsilon \right) \right] + \Delta P_d \right] \times f_s \quad \Sigma \epsilon] + \Delta P_d] \cdot f_s$$

17.- Cálculo densidad de aire exterior

$$\rho_a = \frac{102325 \times (1 - 0,00012 \times A)}{R - T_a}$$

$$R = 287 \text{ J/kg } ^\circ\text{K}$$

T_a en $^\circ\text{K}$ del anexo D

18.- Tiro térmico - $t_{hor} = g \cdot H \cdot (\rho_a - \rho_{hm})$

19.- Depresión requerida - $\Delta P_{req} = \Delta P_{gen}$

Cálculo del tramo vertical

1, 2.- Igual que en tramo horizontal

3.- Area sección transversal igual o menor que la del tramo horizontal: $A_{sver} = A_{shor}$

4.- Temperatura media de humos en primera aproximación igual que la salida del tramo horizontal

$$- T_{mh} \text{ (vertical)} = T_{sh} \text{ (horizontal)}$$



5 a 15.- Los mismos pasos que en el tramo horizontal (excepto los pasos 7 y 8 que no son necesarios)

16.- La caída de presión menos el tiro térmico será la depresión disponible en la base de la chimenea

$$- \Delta P_{dis} = t_{ver} - \Delta P_{ver}$$

Comprobaciones finales

El valor de la depresión disponible será superior a la presión requerida al final del tramo horizontal:

$$- \Delta P_{dis} \Rightarrow \Delta P_{req}$$

Para evitar que las variaciones del caudal másico de los productos de la combustión produzcan variaciones excesivas de las presiones en el interior de la chimenea se cumplirá:

$$- \Delta P_{dis} > H$$

La velocidad media de los productos de la combustión en la chimenea será superior al valor expresado por la siguiente ecuación:

$$- v_{min} = \frac{3080 + 34 \times H + (280 + 8 \times H) \times \log(m)}{2700} \log(m)$$

La esbeltez de la chimenea cumplirá la condición siguiente:

$$\text{para } r \geq 1 \text{ mm} \quad \frac{H}{D_{hi}} < 212 - 12 \cdot r$$

$$\text{para } r < 1 \text{ mm} \quad \frac{H}{D_{hi}} < 200$$

Cálculo de condensaciones

Temperatura de la pared interior en la boca de salida - $T_i = T_{hs} - \frac{U}{h_i} \cdot (T_{hs} - T_a)$

- Temperatura de rocío T_r del anexo B.7 y B.8 según el combustible

Si hay alto contenido de azufre la T_i deberá superar los 130 °C



Diseño de la chimenea

En la base del tramo vertical se dispone una zona de recogida de hollín, condensados y agua de lluvia, provista de un registro de limpieza y un manguito de drenaje de 20 mm de diámetro, conectado al saneamiento mediante una tubería.

La boca de la chimenea estará situada 1 metro por encima de la cumbre del tejado, muro o cualquier obstáculo situado a menos de 15 metros de la misma.

Entre los 10 y 50 metros distantes de la boca del conducto, no existirá ninguna construcción cuyo hueco más alto esté a un nivel por encima de ella según la norma **UNE 123-001-94** en su figura 4.

Se dispone de orificios de medida y control de las condiciones de la combustión a la salida del generador y entre 1 m y 4 m de la boca de salida.

Irá aislada térmicamente en todo su recorrido y la resistencia térmica de la pared no será inferior a $0.6 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{K/W}$

La pared de la chimenea en recorrido interior tendrá una resistencia al fuego RF 120 y una atenuación acústica de 40 dB.

Cálculos chimenea.

DATOS DE PARTIDA

Potencia del generador:	150 Kw
Rendimiento del generador:	94,7 %
Tipo de combustible:	Gas
Tipo de quemador:	Modulante
Temperatura de humos:	150 °C
Temperatura ambiente exterior:	10 °C
Altitud de la instalación:	550 m
Longitud del tramo horizontal:	3 m
Altura del tramo horizontal:	2 m
Longitud del tramo vertical:	7 m
Número de codos:	2
Número de tes:	1

CÁLCULOS TRAMO HORIZONTAL

Temperatura media de humos:	149 °C
Caudal volumétrico de los humos:	1.053,6 m ³ /h



Velocidad media de los gases:	3,8 m/s
Depresión requerida a la base de la chimenea:	-6,51 Pa
Diámetro interior de la chimenea:	<u>160 mm</u>

CÁLCULOS TRAMO VERTICAL

Temperatura media de humos:	146 °C
Caudal volumétrico de los humos:	1046,3 m ³ /h
Velocidad media de los gases:	3,8 m/s
Depresión disponible a la base de la chimenea:	-5,79 Pa
Velocidad de salida de humos:	3,8 m/s
Diámetro interior de la chimenea:	<u>160 mm</u>

Tiro real: -12,29 Pa**CÁLCULO DE CHIMENEAS SEGÚN UNE 123-001-94****Comprobaciones finales:**1.- La presión disponible > altura eficaz ($|dP_{dis}| > H$)

$$|dP_{dis}| = 5,79 \quad H = 9,0$$

$|DP_{dis}| < H$

2.- La velocidad media > velocidad mínima con el caudal mínimo ($V_m > V_{min}$)

$$\text{Donde: } V_{min} = (3080 + 34 H + (280 + 8 H) \log(m)) / 2700$$

$$V_m = 3,8 \quad V_{min} = 1,2$$

$V_m > V_{min}$

3.- Esbeltez, para rugosidad < 1 mm. ($[H/D_{hi}] < 200$).

$$H = 9 \quad D_{hi} = 0,350 \quad H / D_{hi} = 26$$



$$(H / D_{hi}) < 200$$

Capítulo 16.- Cálculo del vaso de expansión

Para calcular el sistema de expansión aplicaremos todas las recomendaciones y cálculos referidos en la norma **UNE 100-155-88** partiendo de los datos ya calculados de volúmenes de agua en los circuitos y de las temperaturas y presiones de diseño:.

- Temperaturas de ida/retorno: 80/60 °C => Tmedia (Tea) = 70 °C

Según la norma **UNE 100-155-88**, en su apartado 5 (coeficiente de expansión), al estar la temperatura del agua comprendida entre 30 °C y 70 °C (ambas incluidas), debemos emplear la expresión (2) del citado apartado:

$$- C_e = (-1.75 + 0.064 \cdot 70 + 0.0036 \cdot 70^2) \cdot 10^{-3}$$

La presión máxima de funcionamiento del vaso será ligeramente menor que la presión de tarado de la válvula de seguridad, que, a su vez, será inferior a la menor entre las presiones máximas de trabajo, a la temperatura de funcionamiento de los equipos y aparatos que forman parte del circuito, por tanto elegiremos el menor entre los siguientes valores:

$$\begin{aligned} - P_M &= 0.9 \cdot P_{VS} + 1 && \text{(es el 10 \% menor que } P_{VS}) \\ - P_M &= P_{VS} + 0.65 && \text{(es 0.35 bar menor que } P_{VS}) \end{aligned}$$

Conocida la presión máxima de funcionamiento pasamos a calcular el coeficiente de presión (apartado 6 de la norma), que representa la relación entre el volumen total y el volumen útil del vaso:

$$- C_p = V_t / V_u$$

$$- C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

El volumen del vaso cerrado lo calcularemos con la ecuación (16) del apartado 8 de la norma:

$$- V_t = Vol \cdot C_p \cdot C_e$$

donde:

- Vt = Volumen total del Vaso
- Vol = Volumen de la instalación
- Cp = Coeficiente de presión
- Ce = Coeficiente de expansión
- PM = Presión máxima



- P_m = Presión mínima de llenado

Aplicando la norma **UNE 100-157-89** dispondremos una válvula de seguridad para evitar sobrepresiones en el circuito y una tubería de expansión que conectará el vaso con el circuito y cuyo diámetro lo calculamos según la ecuación (1) del apartado 6 de la citada norma:

- $D = 15 + 1.5 \cdot P^{0.5}$ P = Potencia nominal del generador en Kw $D \Rightarrow$
50 mm.

la tubería de seguridad no presentará estrechamientos y se montará con inclinación hacia el vaso de expansión para garantizar la circulación del agua e impedir la acumulación de aire.

Datos de la instalación:

Volumen agua en tuberías (V_a) y emisores= 512 litros
Volumen agua caldera (V_c) = 20 litros
Volumen total de la instalación (V_{ol}) = 532 litros
Presión de tarado (P_{vs}) = 3,00 kg/cm²
Altura geométrica de la instalación: 3 m.

Por tanto:

$$C_e = (-1.75 + 0.064 \cdot 70 + 0.0036 \cdot 70^2) \cdot 10^{-3} = 0,02037$$

$$P_m = 0,7 + 0,2 = 0,9$$

$$P_M =$$

$$0,9 \times 3 + 1 = 3,7 \text{ bar}$$

$$3 + 0,65 = 3,65$$

$$P_m = 0,9 + 1,01325 = 1,91325 \text{ bar}$$

$$C_p = (3,65/3,65 - 1,91325) = 2,10$$

$$V_t = 532 \times 0,02037 \times 2,10 = 22,75 \text{ l.}$$

Se instalará un depósito de expansión de 50 L. de capacidad

Capítulo 17.- Dispositivos de seguridad

Los dispositivos de funcionamiento y seguridad en esta instalación serán los siguientes, en orden creciente de intervención:

Termostato de funcionamiento o sonda de temperatura asociada a un regulador, que regulará el suministro de calor del quemador en función de la demanda.

Termostato de seguridad o sonda, que cortará el funcionamiento del quemador cuando se alcance un valor determinado de la temperatura.

Válvula de seguridad, que descargará a la atmósfera el exceso de presión provocado por un aumento de la presión.

Para evitar solapes en el funcionamiento de estos dispositivos, el punto de ajuste de cada uno de ellos cumplirá las siguientes condiciones:

Entre el límite superior de la banda diferencial del termostato de funcionamiento y el inferior del diferencial del termostato de seguridad existirá un margen de al menos 3 °C.

Entre el límite superior del diferencial del termostato de seguridad y el inferior de la válvula de seguridad existirá un margen de al menos 0,5 bar.

La elección de la presión de tarado de la válvula se hará de manera que la máxima presión de servicio del circuito quede siempre por debajo de la presión máxima de trabajo, a la temperatura de funcionamiento, de los aparatos y equipos instalados.

Las válvulas de seguridad serán de apertura proporcional y de cierre automático y estarán provistas de una leva para efectuar el accionamiento de apertura manual de pruebas. Su descarga a la atmósfera será conducida hasta un lugar que ofrezca una protección adecuada contra accidentes, donde quedará a la vista para vigilar posibles pérdidas de estanquidad.

Capítulo 18.-Método de cálculo de conductos.

El cálculo de los conductos se determina por el procedimiento de pérdida de rozamiento constante. Se parte de una velocidad inicial inferior a 7 m/s para evitar problemas de ruido y con esta velocidad se determina la pérdida de carga por rozamiento constante, dándole a cada caudal la sección correspondiente, en nuestro caso hemos considerado una pérdida por rozamiento de 0,1 mm.c.a/m de longitud equivalente de conducto.

La pérdida de carga de cada equipo se determina por la longitud equivalente y la p.d.c. establecida en el cálculo de 0,1 mm/m siendo en todos los casos inferiores a las que los equipos seleccionados, suministran en sus prestaciones técnicas.

Los conductos se construirán con panel rígido fibra de vidrio Climaver o de chapa de acero galvanizado garantizando un adecuado aislamiento térmico acústico, así como higiénico sanitario al disponer en ambas caras aluminio liso brillante y pulido.

Para el cálculo de los conductos se ha utilizado un programa de ordenador específico para cada tipo de material reflejándose los resultados en los planos correspondientes.



El dimensionado y disposición de los conductos se realizará de forma que la diferencia entre los valores extremos de la presión diferencial en la acometida a los diferentes difusores o rejillas alimentadas por un mismo ventilador, no sea superior al 15 % del valor medio de los mismos.

La red de toma de aire exterior para proporcionar a todas las zonas y salas su correspondiente cantidad de aire fresco de ventilación, se ha calculado bajo los criterios según norma, reflejándose en los planos correspondientes.

Capítulo 19. Justificación del RITE y normas de aplicación

Las soluciones propuestas cumplen con las exigencias de bienestar térmico e higiene, eficiencia energética y seguridad del RITE, detallándose a continuación el cumplimiento de este reglamento.

19.1. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1 del RITE

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

19.2. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2 del RITE

La eficiencia energética de los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

Las redes de tuberías se han diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

El aislamiento térmico en redes de tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 del RITE

En donde se indica los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0,040 Kcal / (h m °C).

Para las tuberías en contacto con el ambiente exterior se han considerado las condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de invierno: 4.6 °C

Velocidad del viento: 5.9 m/s

Para las tuberías en contacto con el ambiente interior se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1

Los apartados de eficiencia energética de los equipos para el transporte de fluidos, eficiencia energética de los motores eléctricos, el trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas cumplen con lo exigido en el RITE.

19.3. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

- Generalidades

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

- Control de las condiciones termohigrométricas

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3:

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

THM-C5:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:



Conjunto de recintos	Sistema de control
total edificio	THM-C1

- Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

19.4. Justificación del cumplimiento de la contabilización de consumos.

Según se indica en el RITE IT 1.2.4.4. en su IT 1.2.4.4 "Contabilización de consumos", se dispondrá de un sistema que mida el número de horas de funcionamiento en los equipos generadores de calor, medición y registro de consumos de forma separada y la contabilización de energía térmica de los generadores de calor mediante un sistema de gestión centralizado.

Por otro lado también en base a lo expuesto en el RITE IT 1.2.4.4. se registrará y medirá el consumo eléctrico así como el de combustible de la instalación proyectada.

19.5. Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5

Los recuperadores seleccionados para la instalación cumplen con las exigencias descritas en la tabla 2.4.5.1. y el diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

19.6. Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria no aplica ya que no hay instalación de Agua Caliente en el Edificio.

19.7. Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

19.8. Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1. Exigencia de bienestar e higiene

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

19.9. Cumplimiento de la exigencia de calidad de aire interior.

- Categorías de calidad del aire interior

En función del edificio o local, la categoría de calidad de aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será como mínimo la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja)

- Caudal mínimo de aire exterior



El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

- Filtración de aire exterior

El aire exterior de ventilación se introduce al edificio debidamente filtrado según el apartado I.T.1.1.4.2.4. Se ha considerado un nivel de calidad de aire exterior para toda la instalación ODA 2, aire con altas concentraciones de partículas.

Las clases de filtración empleadas en la instalación cumplen con lo establecido en la tabla 1.4.2.5 para filtros previos y finales.

Filtros previos:

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F7	F6	F6	G4
ODA 2	F7	F6	F6	G4
ODA 3	F7	F6	F6	G4
ODA 4	F7	F6	F6	G4
ODA 5	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6	G4

Filtros finales:

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F9	F8	F7	F6
ODA 3	F9	F8	F7	F6
ODA 4	F9	F8	F7	F6
ODA 5	F9	F8	F7	F6

. Aire de extracción

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en una de las siguientes categorías:

AE 1 (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar.

AE 2 (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupados con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar.

AE 3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.



AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

Se describe a continuación la categoría de aire de extracción que se ha considerado para cada uno de los recintos de la instalación:

Referencia	Categoría
hita comedor empleados	AE2
hita Distribuidor	AE1
hita dormitorio	AE1
hita ocio1	AE1
hita ocio2	AE1
hita ocio3	AE1
hita ocio4	AE1
hita recepcion	AE1
Salas de reuniones	AE1

1.4.3 19.10. Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado

No existe instalación interior de ACS en el Edificio.

19.11. Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico. Se justifica a continuación la OPCAT.

Localización del área de influencia

Tipo II Área levemente Ruidosa, Uso residencial. Según Artículo 5 del RD 167/2007 es a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.

El uso predominante de la zona donde está situado el local es el residencial, por lo que el suelo urbano al que pertenece está clasificado a efectos acústicos como Área Levemente Ruidosa, Tipo a II. (Artículo 15 de la Ordenanza de Protección Contra la Contaminación Acústica y Térmica, O.P.C.A.T.).

Emisiones acústicas

Área de recepción acústica

El uso predominante de la zona donde está situado el edificio es el residencial, por lo que el suelo urbano al que pertenece está clasificado a efectos acústicos como Área Levemente Ruidosa, Tipo a II. (Artículo 15 de la Ordenanza de Protección Contra la Contaminación Acústica y Térmica, O.P.C.A.T.).

Caracterización de la emisión de ruidos

La Actividad no transmitirá al medio ambiente exterior, niveles sonoros $L_{kAeq} 5s$, superiores a los 55 dBA, por pertenecer a un área receptora definida como Área Levemente Ruidosa Tipo a II. (Artículo 15 Tabla I de la Ordenanza).



La actividad, no transmitirá a las zonas comunes del edificio niveles sonoros L_{kAeq} 5s, superiores a los 35 dBA, que no transmitirá al colindante niveles sonoros L_{kAeq} 5s, superiores a los 50 dBA y que no transmitirá a las plantas superiores niveles sonoros L_{kAeq} 5s, superiores a los 30 dBA. (Artículo 16 de la Ordenanza).

Clasificación de la actividad a efectos de condiciones de insonorización

Según art. 25 de la OPCAT, la actividad corresponde:

TIPO 1.- Actividades sin equipos de reproducción o amplificación sonora o audiovisual, con niveles sonoros previsibles de hasta 80 dBA.

Medidas correctoras propuestas

No son necesarias

Niveles de presión sonora resultantes

Por lo anteriormente calculado se ha demostrado que no se transmitirá al medio ambiente exterior, niveles sonoros L_{Aeq} 5s, superiores a los 55 dBA, por pertenecer a un área receptora definida como Área levemente ruidosa. (Artículo 15 de la O.P.C.A.T.)

Perturbaciones por vibraciones

Las fuentes de emisión de ruidos y vibraciones se instalarán separadas de las paredes y pilares, para evitar la transmisión de vibraciones.

Los motores serán del tipo silencioso, con todos sus órganos en buen estado de conservación y perfecto equilibrado estáticamente y dinámicamente.

Se realizarán revisiones periódicas de las fuentes emisoras de ruidos y vibraciones en cuanto a sus elementos estáticos y dinámicos. Estas revisiones las realizarán empresas de mantenimiento.

En esta actividad las vibraciones no superarán los límites establecidos en la Ordenanza.

Por lo anteriormente indicado, no existirán incidencias en el medio ambiente, por la transmisión de vibraciones.

Todo equipo, máquina, conducto de fluidos o electricidad, o cualquier otro elemento generador de vibraciones se instalará y mantendrá con las precauciones necesarias para reducir al máximo posible los niveles transmitidos por su funcionamiento y para que, en ningún caso, se superen los límites máximos autorizados en el artículo 17 de la OPCAT, dotándolos necesario de elementos elásticos separadores o de bancada antivibratoria independiente si fuera necesario.



ANEXO DE CÁLCULO

1. RESUMEN DE FÓRMULAS.

1.1. CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN DE UN LOCAL "Q_{ct}".

$$Q_{ct} = (Q_{stm} + Q_{sj} - Q_{saip}) \cdot (1+F) + Q_{sv}$$

Siendo:

Q_{stm} = Pérdida de calor sensible por transmisión a través de los cerramientos (W).

Q_{sj} = Pérdida de calor sensible por infiltraciones de aire exterior (W).

Q_{saip} = Ganancia de calor sensible por aportaciones internas permanentes (W).

F = Suplementos (tanto por uno).

Q_{sv} = Pérdida de calor sensible por aire de ventilación (W).

1.1.1. PÉRDIDA DE CALOR SENSIBLE POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS "Q_{stm}".

$$Q_{stm} = U \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K). Obtenido según CTE DB-HE 1.

A = Superficie del cerramiento (m²).

T_i = Temperatura interior de diseño del local (°K).

T_e = Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento (°K).

1.1.2. PÉRDIDA DE CALOR SENSIBLE POR INFILTRACIONES DE AIRE EXTERIOR "Q_{si}".

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

V_{ae} = Caudal de aire exterior frío que se introduce en el local (m³/h).

T_i = Temperatura interior de diseño del local (°K).

T_e = Temperatura exterior de diseño (°K).

El caudal de aire exterior "V_{ae}" se estima como el mayor de los descritos a continuación (2 métodos).

1.1.2.1. Infiltraciones de aire exterior por el método de las Rendijas "V_i".

$$V_i = (\sum f_i \cdot L_i) \cdot R \cdot H$$

Siendo:

f = Coeficiente de infiltración de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento (m³/h·m).

L = Longitud de rendijas de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento (m).

R = Coeficiente característico del local. Según RIESTSCHEL Y RAISS viene dado por:



$$R = 1 / [1 + (\sum f_j \cdot L_j / \sum h \cdot f_n \cdot L_n)]$$

$\sum f_j \cdot L_j$ = Caudal de aire infiltrado por puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento (m^3/h).

$\sum h \cdot f_n \cdot L_n$ = Caudal de aire exfiltrado a través de huecos exteriores situados a sotavento o bien a través de huecos interiores del local (m^3/h).

H = Coeficiente característico del edificio. Se obtiene en función del viento dominante, el tipo y la situación del edificio.

1.1.2.2. Caudal de aire exterior por la tasa de Renovación Horaria "Vr".

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:

V = Volumen del local (m^3).

n = Número de renovaciones por hora (ren/h).

1.1.3. GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR APORTACIONES INTERNAS PERMANENTES "Qsaip".

$$Q_{saip} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sad}$$

Siendo:

Q_{sil} = Ganancia interna de calor sensible por Iluminación (W).

Q_{sp} = Ganancia interna de calor sensible debida a los Ocupantes (W).

Q_{sad} = Ganancia interna de calor sensible por Aparatos diversos (motores eléctricos, ordenadores, etc).

1.1.4. SUPLEMENTOS.

$$F = Z_o + Z_{is} + Z_{pe}$$

Siendo:

Z_o = Suplemento por orientación Norte.

Z_{is} = Suplemento por interrupción del servicio.

Z_{pe} = Suplemento por más de 2 paredes exteriores.

1.1.5. PÉRDIDA DE CALOR SENSIBLE POR AIRE DE VENTILACION "Qsv".

$$Q_{sv} = V_v \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

V_v = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m^3/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.

T_i = Temperatura interior de diseño del local ($^{\circ}K$).

T_e = Temperatura exterior de diseño ($^{\circ}K$). Es la temperatura de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.



1.2. CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN DE UN LOCAL.

La carga térmica de refrigeración de un local "Q_r" se obtiene:

$$Q_r = Q_{st} + Q_{lt}$$

Siendo:

Q_{st} = Aportación o carga térmica sensible (W).

Q_{lt} = Aportación o carga térmica latente (W).

1.2.1. CARGA TÉRMICA SENSIBLE "Q_{st}".

$$Q_{st} = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{stm} + Q_{si} + Q_{sai} + Q_{sv}$$

Siendo:

Q_{sr} = Calor por radiación solar a través de cristal (W).

Q_{str} = Calor por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores (W).

Q_{stm} = Calor por transmisión a través de paredes, techos y puertas interiores, suelos y ventanas (W).

Q_{si} = Calor sensible por infiltraciones de aire exterior (W).

Q_{sai} = Calor sensible por aportaciones internas (W).

Q_{sv} = Calor sensible por aire de ventilación (W).

1.2.1.1. Calor por radiación solar a través de cristal "Q_{sr}".

$$Q_{sr} = R \cdot A \cdot f_{cr} \cdot f_{at} \cdot f_{alm}$$

Siendo:

R = Radiación solar (W/m²).

-Con almacenamiento, R = Máxima aportación solar, a través de vidrio sencillo, correspondiente a la orientación, mes y latitud considerados.

-Sin almacenamiento, R = Aportación solar, a través de vidrio sencillo, correspondiente a la hora, orientación, mes y latitud considerados.

A = Superficie de la ventana (m²).

f_{cr} = Factor de corrección de la radiación solar.

- Marco metálico o ningún marco (+17%).

- Contaminación atmosférica (-15% máx.).

- Altitud (+0,7% por 300 m).

- Punto de rocío superior a 19,5 °C (-14% por 10 °C sin almac., -5% por 4 °C con almac.).

- Punto de rocío inferior a 19,5 °C (+14% por 10 °C sin almac., +5% por 4 °C con almac.).

f_{at} = Factor de atenuación por persianas u otros elementos.

f_{alm} = Factor de almacenamiento en las estructuras del edificio.

1.2.1.2. Calor por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores "Q_{str}".

$$Q_{str} = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Siendo:



U = Transmitancia térmica del cerramiento ($W/m^2 K$). Obtenido según CTE DB-HE 1.

A = Superficie del cerramiento.

DET = Diferencia equivalente de temperaturas ($^{\circ}K$).

$$DET = a + DET_s + b \cdot (R_s/R_m) \cdot (DET_m - DET_s)$$

Siendo:

a = Coeficiente corrector que tiene en cuenta:

- Un incremento distinto de $8^{\circ} C$ entre las temperaturas interior y exterior (esta última tomada a las 15 horas del mes considerado).
- Una OMD distinta de $11^{\circ} C$.

DET_s = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para el cerramiento a la sombra.

DET_m = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para el cerramiento soleado.

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

- Color oscuro, $b=1$.
- Color medio, $b=0,78$
- Color claro, $b=0,55$.

R_s = Máxima insolación, correspondiente al mes y latitud supuestos, para la orientación considerada.

R_m = Máxima insolación, correspondiente al mes de Julio y a 40° de latitud Norte, para la orientación considerada.

1.2.1.3. Calor por transmisión a través de paredes, techos y puertas interiores, suelos y ventanas "Qstm".

$$Q_{stm} = U \cdot A \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

U = Transmitancia térmica del cerramiento ($W/m^2 K$). Obtenido según CTE DB-HE 1.

A = Superficie del cerramiento (m^2).

T_e = Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento ($^{\circ}K$).

T_i = Temperatura interior de diseño del local ($^{\circ}K$).

1.2.1.4. Calor sensible por infiltraciones de aire exterior "Qsi".

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

V_{ae} = Caudal de aire exterior caliente que se introduce en el local (m^3/h).

T_e = Temperatura exterior de diseño ($^{\circ}K$).

T_i = Temperatura interior de diseño del local ($^{\circ}K$).

El caudal de aire exterior se estima por la tasa de Renovación Horaria " V_r ".

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:



V = Volumen del local (m^3).

n = Número de renovaciones por hora (ren/h).

1.2.1.5. Calor sensible por aportaciones internas "Q_{sai}".

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sad}$$

Siendo:

Q_{sil} = Ganancia interna de calor sensible por iluminación (W).

Q_{sp} = Ganancia interna de calor sensible debida a los Ocupantes (W).

Q_{sad} = Ganancia interna de calor sensible por Aparatos diversos (motores eléctricos, ordenadores, etc) (W).

1.2.1.6. Calor sensible por aire de ventilación "Q_{sv}".

$$Q_{sv} = Vv \cdot 0,33 \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

Vv = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m^3/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.

T_e = Temperatura exterior de diseño ($^{\circ}K$). Es la temperatura de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.

T_i = Temperatura interior de diseño ($^{\circ}K$).

1.2.2. CARGA TÉRMICA LATENTE "Q_{lt}".

$$Q_{lt} = Q_{li} + Q_{lai} + Q_{lv}$$

Siendo:

Q_{li} = Calor latente por infiltraciones de aire exterior (W).

Q_{lai} = Calor latente por aportaciones internas (W).

Q_{lv} = Calor latente por aire de ventilación (W).

1.2.2.1. Calor latente por infiltraciones de aire exterior "Q_{li}".

$$Q_{li} = V_{ae} \cdot 0,84 \cdot (W_e - W_i)$$

Siendo:

V_{ae} = Caudal de aire exterior caliente que se introduce en el local (m^3/h).

W_e = Humedad absoluta del aire exterior (gw/kga).

W_i = Humedad absoluta del aire interior (gw/kga).

El caudal de aire exterior se estima por la tasa de Renovación Horaria " V_r ".

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:



V = Volumen del local (m^3).

n = Número de renovaciones por hora (ren/h).

1.2.2.2. Calor latente por aportaciones internas " Q_{lai} ".

$$Q_{lai} = Q_{lp} + Q_{lad}$$

Siendo:

Q_{lp} = Ganancia interna de calor latente debida a los Ocupantes (W).

Q_{lad} = Ganancia interna de calor latente por Aparatos diversos (cafetera, freidora, etc) (W).

1.2.2.3. Calor latente por aire de ventilación " Q_{lv} ".

$$Q_{lv} = Vv \cdot 0,84 \cdot (W_e - W_i)$$

Siendo:

Vv = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m^3/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.

W_e = Humedad absoluta del aire exterior (gw/kg). Es la humedad de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.

W_i = Humedad absoluta del aire interior (gw/kg).

1.3. RECUPERACION DE ENERGÍA.

1.3.1. TEMPERATURA DEL AIRE A LA SALIDA DEL RECUPERADOR " t_{1rec} ".

$$t_{1rec} \text{ (invierno)} = t_1 + [(Rs/100) \cdot (t_2 - t_1)] \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$t_{1rec} \text{ (verano)} = t_1 - [(Rs/100) \cdot (t_1 - t_2)] \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Siendo:

t_1 = Temperatura aire exterior ($^\circ\text{C}$).

t_2 = Temperatura aire interior ($^\circ\text{C}$).

Rs = Rendimiento sensible recuperador (%).

1.3.2. HUMEDAD ABSOLUTA DEL AIRE A LA SALIDA DEL RECUPERADOR " W_{1rec} ".

$$W_{1rec} = [h_{1rec} - (1,004 \cdot t_{1rec})] / [2500,6 + (1,86 \cdot t_{1rec})] \text{ (kgw/kg)}$$

Siendo:

$$h_{1rec} \text{ (invierno)} = \text{Entalpía aire salida recuperador (kJ/kg)} = h_1 + [(Rec/100) \cdot (h_2 - h_1)]$$

$$h_{1rec} \text{ (verano)} = \text{Entalpía aire salida recuperador (kJ/kg)} = h_1 - [(Ref/100) \cdot (h_1 - h_2)]$$

Rec = Rendimiento entálpico calefacción (%). Si $Rec = 0$, $W_{1rec} = W_1$.

Ref = Rendimiento entálpico refrigeración (%). Si $Ref = 0$, $W_{1rec} = W_1$.

$$h_1 = \text{Entalpía aire exterior (kJ/kg)} = 1,004 \cdot t_1 + [W_1 \cdot (2500,6 + 1,86 \cdot t_1)]$$

$$h_2 = \text{Entalpía aire interior (kJ/kg)} = 1,004 \cdot t_2 + [W_2 \cdot (2500,6 + 1,86 \cdot t_2)]$$

$$W_1 = \text{Humedad absoluta aire exterior (kgw/kg)} = (Hr_1/100) \cdot Ws_1$$

$$W_2 = \text{Humedad absoluta aire interior (kgw/kg)} = (Hr_2/100) \cdot Ws_2$$

Hr_1 = Humedad relativa aire exterior (%).

Hr_2 = Humedad relativa aire interior (%).

$Ws1$ = Humedad absoluta de saturación aire exterior (kgw/kg) = $0,62198 \cdot [Pvs1/(P-Pvs1)]$

$Ws2$ = Humedad absoluta de saturación aire interior (kgw/kg) = $0,62198 \cdot [Pvs2/(P-Pvs2)]$

P = Presión atmosférica (bar) = 1,01325

$Pvs1$ = Presión de vapor de saturación aire exterior (bar) = $e^{[A - B/T1]}$

$T1$ = Temperatura aire exterior (°K).

$Pvs2$ = Presión de vapor de saturación aire interior (bar) = $e^{[A - B/T2]}$

$T2$ = Temperatura aire interior (°K).

A, B = Coeficientes en función de la temperatura.

1.3.3. ENERGIA TOTAL RECUPERADA "htr".

htr (invierno) = $(Rec/100) \cdot (h2 - h1) \cdot 0,327 \cdot Vv$ (W)

htr (verano) = $(Ref/100) \cdot (h1 - h2) \cdot 0,327 \cdot Vv$ (W)

Vv = Caudal de ventilación (m³/h).

1.3.4. ENERGIA SENSIBLE RECUPERADA "hsr".

hsr (invierno) = $(Rs/100) \cdot (t2 - t1) \cdot 0,33 \cdot Vv$ (W)

hsr (verano) = $(Rs/100) \cdot (t1 - t2) \cdot 0,33 \cdot Vv$ (W)

Vv = Caudal de ventilación (m³/h).

1.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS "U".

$$U = 1 / (1/h_i + 1/h_e + \frac{e}{\lambda} + r_c + r_f)$$

Siendo:

U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K).

$1/h_i$ = Resistencia térmica superficial interior (m² K / W).

$1/h_e$ = Resistencia térmica superficial exterior (m² K / W).

e = Espesor de las láminas del cerramiento (m).

λ = Conductividad térmica de las láminas del cerramiento (W/m K).

r_c = Resistencia térmica de la cámara de aire (m² K / W).

r_f = Resistencia térmica del forjado (m² K / W).

1.5. CONDENSACIONES

1.5.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL INTERIOR Y TEMPERATURA EN LA CARAS INTERIORES DEL CERRAMIENTO.

$$T_x = T_{x-1} - [(T_i - T_e) \cdot R_{(x,x-1)} / R_T]$$

Siendo:

T_x = Temperatura en la cara x (°C).

T_{x-1} = Temperatura en la cara $x-1$ (°C).

T_i = Temperatura interior (°C).

T_e = Temperatura exterior (°C).

$R_{(x,x-1)}$ = Resistencia térmica de la lámina comprendida entre las superficies x y $x-1$ (m² K / W).

R_T = Resistencia térmica total del cerramiento (m² K / W).



1.5.2. PRESIÓN DE VAPOR DE SATURACIÓN EN LA SUPERFICIE INTERIOR Y EN LAS CARAS INTERIORES DEL CERRAMIENTO.

$$P_{vsx} = e [A - B/T_x]$$

Siendo:

P_{vsx} = Presión de vapor de saturación en la cara x (bar).

T_x = Temperatura en la cara x (°K).

A, B = Coeficientes en función de la temperatura en la cara x.

1.5.3. PRESIÓN DE VAPOR EN LA SUPERFICIE INTERIOR Y EN LAS CARAS INTERIORES DEL CERRAMIENTO.

$$P_{vx} = P_{vx-1} - [(P_{vi} - P_{ve}) \cdot R_{v(x, x-1)} / R_{vT}]$$

Siendo:

P_{vx} = Presión de vapor en la cara x (mbar).

P_{vx-1} = Presión de vapor en la cara x-1 (mbar).

P_{vi} = Presión de vapor interior (mbar).

P_{ve} = Presión de vapor exterior (mbar).

$R_{v(x, x-1)}$ = Resistencia al vapor de la lámina comprendida entre las superficies x y x-1 (MN· s/g).

R_{vT} = Resistencia al vapor total del cerramiento (MN· s/g).

1.5.4. TEMPERATURA DE ROCÍO EN LA SUPERFICIE INTERIOR Y EN LAS CARAS INTERIORES DEL CERRAMIENTO.

$$T_{Rx} = B / (A - \ln P_{vx})$$

Siendo:

T_{Rx} = Temperatura de rocío en la cara x (°K).

P_{vx} = Presión de vapor en la cara x (bar).

A, B = Coeficientes en función de la temperatura en la cara x.

2. DATOS GENERALES.

2.1. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL EDIFICIO.

Denominación	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Recinto	Carga interna
Aula Informática	62.54	163.54	Habitable	Alta
Aula Taller Tecnología	104.85	274.17	Habitable	Alta
Aula plástica y visual	61.5	160.82	Habitable	Alta
Aula musica	62.18	162.59	Habitable	Alta
Laboratorio	76.35	199.64	Habitable	Baja
Biblioteca	76.22	199.31	Habitable	Alta
Secretaría	70.93	185.48	Habitable	Baja
Conserjería	18.79	49.14	Habitable	Baja

AMPAS	17.51	45.78	Habitable	Baja
Aula Desdoble 1	26.82	70.13	Habitable	Alta
Aula Desdoble 2	27.42	71.7	Habitable	Alta
Aula Desdoble 3	27.08	70.81	Habitable	Alta
Sala de profesores	64.43	168.47	Habitable	Baja
Jefe Estudios	16.45	43.01	Habitable	Baja
Director	21.14	55.28	Habitable	Baja
Cuarto TIC	21.54	56.32	No habitable	
Cuarto TIC	16.11	42.12	No habitable	
Almacén	27.74	72.54	No habitable	
Despacho Alumnos	15.82	41.36	Habitable	Baja
Aseo publico	40.61	106.2	Habitable	Baja
Aula Secunadria 6	52.9	138.33	Habitable	Alta
Aula Secunadria 5	54.63	142.84	Habitable	Alta
Aula Secunadria 4	52.32	136.82	Habitable	Alta
Aula Secunadria 3	53.34	139.48	Habitable	Alta
Aula Secunadria 2	53.74	140.53	Habitable	Alta
Aula Secunadria 1	53.78	140.63	Habitable	Alta
Seminario 10	14.41	37.68	Habitable	Alta
Seminario 9	15.24	39.86	Habitable	Alta
Seminario 8	14.36	37.54	Habitable	Alta
Seminario 7	15.21	39.76	Habitable	Alta
Seminario 6	14.7	38.43	Habitable	Alta
Seminario 5	15.72	41.1	Habitable	Alta
Seminario 4	15.41	40.31	Habitable	Alta
Seminario 3	15.77	41.24	Habitable	Alta
Seminario 2	16.01	41.86	Habitable	Alta
Seminario 1	15.26	39.92	Habitable	Alta
Apoyo 3	16.47	43.06	Habitable	Alta
Apoyo 2	16.6	43.4	Habitable	Alta
Apoyo 1	16.25	42.5	Habitable	Alta
Despacho Orientción	17.49	45.74	Habitable	Baja
Distribuidor Pl. Baja	358.23	936.72	Habitable	Baja
Distribuidor Pl. Primera	318.99	834.14	Habitable	Baja

2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.

CE.01.01 – B1+C1+H1+J2+N2

1. PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN $e=10,0\text{cm}$ - Hoja de paneles prefabricados de hormigón machiembrados tipo MURPLACA con tornillos de anclaje tipo tornillos de expansión MTHØ12x10

2. CÁMARA DE AIRE $e=1,00\text{cm}$. ($U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$; $f_{Rsi} = -0,93$)

3. AISLAMIENTO $e=11\text{cm}$ – Aislamiento formado por paneles semirrígidos de lana de roca volcánica, de 65 + 45 mm de espesor.

4. TRASDOSADO - tabique autoportante de pladur compuesto por montante de 46 mm con una separación entre ejes de 40 cm y canales de 48 mm doble placa de yeso de 15 mm. En locales húmedos con acabado de alicatado de piezas de gres.

CE.01.02 – R3+C1

$U \text{ (W/m}^2 \text{ °K): } 0.34$

MC.3.2.- Separación con otros recintos:

SE.01 Separación cuartos de instalaciones entre sí

1. ENFOSCADO $e=1,50\text{cm}$ – Enfoscado interior fratasado hidrofugado.

2. LADRILLO PERFORADO $e=11\text{cm}$ – Ladrillo perforado tomado con mortero de cemento m7.5 hidrofugado.

3. ENFOSCADO $e=1,50\text{cm}$ – Enfoscado interior fratasado hidrofugado.

ACABADOS:

· PINTURA PLÁSTICA - pintura plástica lisa mate, previa imprimación

U ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$): 1.84

MC.3.3.- Forjados:

SU.PA.01.01 SUELO

1. FU PLACA ALVEOLAR $e=30\text{cm}$ (25+5)

2. AISLAMIENTO -XPS $e=5\text{ cm}$ con resistencia a la compresión de 0,2MPa y lámina antiimpacto

1. MORTERO - mortero de nivelación M-7,5a $e=6\text{cm}$ con mallazo de refuerzo $\varnothing 5\text{mm}$ #20x20

3. PORCELÁNICO - acabado en baldosa cerámica de gres porcelánico de clase 3 de $e=1,2\text{mm}$ pegado con mortero cola

TECHO

4. Registrable acústico de perfil semioculto

U flujo ascendente ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$): 0.21 ($P = 230\text{ m}$, $A = 2250\text{ m}^2$)

U flujo descendente ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$): 0.21 ($P = 230\text{ m}$, $A = 2250\text{ m}^2$)

MC.3.3.- Cubiertas:

CU.01

1. FORJADO – soporte en losa alveolar.

2. FORMACIÓN DE PENDIENTES – hormigón aislante de arcilla en formación de pendientes del 1% al 5%

de espesor medio 10cm acabado con capa de mortero de 2cm de espesor.

3. CAPA SEPARADORA – capa separadora antipunzonante geotextil 300 g/m².

4. IMPERMEABILIZANTE – lámina sintética de PVC plastificado con armadura de fibra de vidrio.

5. CAPA SEPARADORA – capa separadora antipunzonante geotextil 300 g/m².

6. CAPA AISLANTE – aislamiento térmico constituido por placa de poliestireno extruido $e=100\text{mm}$

7. CAPA SEPARADORA – capa separadora antipunzonante geotextil 200 g/m².

8. CAPA DE PROTECCIÓN – protección pesada de gravas 20/40mm de espesor medio 10cm.

U flujo ascendente ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$): 0.83

U flujo descendente ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$): 0.74

MC.3.4.- Carpintería Exterior:

Carpintería de aluminio lacado de 60 micras, serie alta, con rotura de puente térmico en paños fijos y practicables, batientes de eje vertical y oscilobatientes (según memoria de carpinterías), juntas de EPDM, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, la altura de apertura estará siempre por debajo de 1,90m.

Color: a definir por la D.F.

CARACTERÍSTICAS:

Perfil: Sistema Cor-60 RPT "CORTIZO"

Espesor de la rotura del puente térmico: 24mm

Transmitancia carpintería: 3,2 $\text{W}/\text{m}^2\text{oC}$

Permeabilidad al aire: Clase 4

Estanqueidad al agua: Clase 9A

Resistencia al viento: Clase C5

Reacción al Fuego:

Espacios protegidos y recintos de riesgo especial - B-s1,d 0

Resto - C-s2, d0

Aislamiento Acústico

$R_w(C;Ctr)$ de la ventana corregido según EN 14351-1: 28.0(-1;-2)dB

U puerta ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$): 2

$f(m^3/h \cdot m)$: 1.5



MC.3.5.- Vidriería:

MC.3.5.1.- Vidrios Exteriores:

Doble acristalamiento 4+4/12/4+4 formado por:

VIDRIO EXTERIOR: Acristalamiento constituido por vidrio laminar de seguridad formado por dos vidrios de 4mm de espesor unidos mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro, homologado frente al ataque manual con nivel de seguridad A según DBT-2101, con factor solar $g=0.80-0.85$ y transmitancia térmica $U=5.6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

VIDRIO INTERIOR: Acristalamiento constituido por vidrio laminar de seguridad de baja emisividad 4+4, transmitancia térmica $U=1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

CÁMARA DE AIRE: Cámara de aire deshidratada de 12 mm con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, fijación sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona, incluso colocación de junquillos, según NTE-FVP-8.

Reacción al Fuego:

Espacios protegidos y recintos de riesgo especial - B-s1,d 0

Resto - C-s2, d0

Aislamiento Acústico

$R_w(C;Ctr)$ del vidrio: 36.0(-1;-5)dB

U ventana ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$): 1.33

$f(\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m})$: 1.5



2.3.CONDICIONES EXTERIORES.

Localidad Base: Madrid

Localidad Real: Madrid

Altitud s.n.m. (m): 595

Longitud : 3° 34' Oeste

Latitud : 40° 28' Norte

Zona Climática : D3

Situación edificio: Edificios separados, o casas de ciudad que sobresalen sensiblemente de sus vecinos

Tipo edificio: Edificios de una sola planta sin edificios adosados

2.3.1. INVIERNO.

Nivel percentil (%): 97.5

Tª seca (°C): -3,7

Tª seca corregida (°C): -3,7

Grados día anuales base 15°C: 1.403

Intensidad viento dominante (m/s): 4,4

Dirección viento dominante: Norte

2.4.CONDICIONES INTERIORES.

2.4.1.INVIERNO.

Tª locales no calefactados (°C): 8

Interrupción servicio instalación calefacción: Reducción nocturna



3. CARGA TÉRMICA INVIERNO.

3.1. SISTEMA zm2.

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Informática**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		1.84	8.11	13	194
Pared ext.	N	0.34	20.18	24.7	169
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Pared ext.	O	0.34	14.84	24.7	125
Suelo terreno	Horizontal	0.21	62.54	24.7	324
Techo int.	Horizontal	0.83	62.54	13	675
TOTAL (W)					1769

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						216 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
216	0.33	5.19	370

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1769	0.05	0.05		0.1	177

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Taller Tecnología**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	O	0.34	19.61	24.7	165
Pared ext.	S	0.34	25.81	24.7	217
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47

Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Suelo terreno	Horizontal	0.21	104.85	24.7	544
Techo int.	Horizontal	0.83	104.85	13	1131
TOTAL (W)					2433

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						355 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
355	0.33	5.19	608

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
2433		0.05		0.05	122

DENOMINACIÓN LOCAL: Aula plástica y visual

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	18.02	24.7	151
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Suelo terreno	Horizontal	0.21	61.5	24.7	319
Techo int.	Horizontal	0.83	61.5	13	664
TOTAL (W)					1322

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						212 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
212	0.33	5.19	363

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip	Orientación	Interrupción Servicio	+ 2 paredes	F	Qss (W)
--------------------	-------------	-----------------------	-------------	---	---------



(W)	Zo	Zis	exteriores Zpe		
1322		0.05		0.05	66

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula musica**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared ext.	S	0.34	18.05	24.7	152
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Suelo terreno	Horizontal	0.21	62.18	24.7	323
Techo int.	Horizontal	0.83	62.18	13	671
TOTAL (W)					1334

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						212 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
212	0.33	5.19	363

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1334		0.05		0.05	67

DENOMINACIÓN LOCAL: **Conserjería**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared ext.	E	0.34	7.79	24.7	65
Pared ext.	S	0.34	14.97	24.7	126
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Suelo terreno	Horizontal	0.21	18.79	24.7	97
Techo int.	Horizontal	0.83	18.79	13	203
TOTAL (W)					538

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
538		0.05		0.05	27



DENOMINACIÓN LOCAL: **AMPAS**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	E	0.34	7.26	24.7	61
Pared int.		1.84	16.5	13	395
Suelo terreno	Horizontal	0.21	17.51	24.7	91
Techo int.	Horizontal	0.83	17.51	13	189
TOTAL (W)					736

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
736		0.05		0.05	37

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA zm2

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Aula Informática	1769	0	0	177	10	2141	370	2511
Aula Taller Tecnología	2433	0	0	122	10	2810	608	3418
Aula plástica y visual	1322	0	0	66	10	1527	363	1890
Aula musica	1334	0	0	67	10	1541	363	1904
Conserjería	538	0	0	27	10	622		622
AMPAS	736	0	0	37	10	850		850
Suma	8132	0	0	496		9491	1704	
Total Sistema (W):								11195

3.2. SISTEMA zm3.

DENOMINACIÓN LOCAL: **Laboratorio**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	21.91	24.7	184
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Suelo terreno	Horizontal	0.21	76.35	24.7	396
Techo int.	Horizontal	0.83	76.35	13	824
TOTAL (W)					1639

Aire de Ventilación "Vv"



Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						256 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
256	0.33	5.19	438

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1639		0.05		0.05	82

DENOMINACIÓN LOCAL: **Biblioteca**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	20.25	24.7	170
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Pared ext.	E	0.34	3.45	24.7	29
Suelo terreno	Horizontal	0.21	76.22	24.7	395
Techo int.	Horizontal	0.83	76.22	13	822
TOTAL (W)					1698

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						256 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
256	0.33	5.19	438

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1698		0.05		0.05	85

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Desdoble 1**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	7.16	24.7	60
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Pared ext.	O	0.34	9.19	24.7	77
Suelo terreno	Horizontal	0.21	26.82	24.7	139
Techo int.	Horizontal	0.83	26.82	13	289
TOTAL (W)					659

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						156 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
156	0.33	5.19	267

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
659	0.05	0.05		0.1	66

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Desdoble 2**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	7.48	24.7	63
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Suelo terreno	Horizontal	0.21	27.42	24.7	142
Techo int.	Horizontal	0.83	27.42	13	296
TOTAL (W)					595

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						156 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
156	0.33	5.19	267

Carga Suplementaria "Qss"

CÁLCULOS CARGAS TÉRMICAS

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
595	0.05	0.05		0.1	60

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Desdoble 3**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared int.		1.84	9.04	13	216
Pared ext.	N	0.34	7.34	24.7	62
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Pared int.		1.84	8.77	13	210
Suelo terreno	Horizontal	0.21	27.08	24.7	140
Techo int.	Horizontal	0.83	27.08	13	292
TOTAL (W)					1014

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						156 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
156	0.33	5.19	267

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1014	0.05	0.05		0.1	101

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA zm3

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Laboratorio	1639	0	0	82	10	1893	438	2331
Biblioteca	1698	0	0	85	10	1961	438	2399
Aula Desdoble 1	659	0	0	66	10	798	267	1064
Aula Desdoble 2	595	0	0	60	10	720	267	988
Aula Desdoble 3	1014	0	0	101	10	1226	267	1494
Suma	5605	0	0	394		6599	1677	
Total Sistema (W):								8276

3.3. SISTEMA zm4.

DENOMINACIÓN LOCAL: **Secretaría**



Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	22.19	24.7	186
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Pared ext.	E	0.34	1.35	24.7	11
Suelo terreno	Horizontal	0.21	70.93	24.7	368
Techo int.	Horizontal	0.83	70.93	13	765
TOTAL (W)					1706

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						193 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
193	0.33	5.93	378

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1706		0.05		0.05	85

DENOMINACIÓN LOCAL: **Sala de profesores**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	10.79	24.7	91
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Pared ext.	O	0.34	26.43	24.7	222
Pared int.		1.84	11.75	13	281
Suelo terreno	Horizontal	0.21	64.43	24.7	334
Techo int.	Horizontal	0.83	64.43	13	695
TOTAL (W)					1811



Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						201 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
201	0.33	5.93	393

Carga Suplementaria "Qss"

Ostm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1811	0.05	0.05		0.1	181

DENOMINACIÓN LOCAL: **Jefe Estudios**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	8.86	24.7	74
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Suelo terreno	Horizontal	0.21	16.45	24.7	85
Techo int.	Horizontal	0.83	16.45	13	177
TOTAL (W)					477

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						47 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
47	0.33	5.93	92

Carga Suplementaria "Qss"

Ostm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
477	0.05	0.05		0.1	48

DENOMINACIÓN LOCAL: **Director**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	11.18	24.7	94
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Suelo terreno	Horizontal	0.21	21.14	24.7	110
Techo int.	Horizontal	0.83	21.14	13	228
TOTAL (W)					620

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						63 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
63	0.33	5.93	123

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
620	0.05	0.05		0.1	62

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA zm4

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Secretaría	1706	0	0	85	10	1970	378	2348
Sala de profesores	1811	0	0	181	10	2191	393	2584
Jefe Estudios	477	0	0	48	10	578	92	670
Director	620	0	0	62	10	750	123	873
Suma	4614	0	0	376		5489	986	
Total Sistema (W):								6475

3.4. SISTEMA zm5.

DENOMINACIÓN LOCAL: **Despacho Alumnos**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		1.84	8.3	13	199
Pared ext.	N	0.34	10.13	24.7	85
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Pared ext.	O	0.34	8.31	24.7	70
Suelo int.	Horizontal	0.74	15.82	13	152



Techo int.	Horizontal	0.83	15.82	13	171
TOTAL (W)					759

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						46 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
46	0.33	5.19	79

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
759	0.05	0.05		0.1	76

DENOMINACIÓN LOCAL: Aula Secundaria 6

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	O	0.34	17.83	24.7	150
Pared ext.	S	0.34	14.32	24.7	120
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	52.9	13	509
Techo int.	Horizontal	0.83	52.9	13	571
TOTAL (W)					1514

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						321 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
321	0.33	5.19	549

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1514		0.05		0.05	76

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Secundaria 5**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	14.97	24.7	126
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	54.63	13	526
Techo int.	Horizontal	0.83	54.63	13	589
TOTAL (W)					1405

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						320 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
320	0.33	5.19	548

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1405		0.05		0.05	70

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Secundaria 4**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	14.1	24.7	118
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	52.32	13	503
Techo int.	Horizontal	0.83	52.32	13	565
TOTAL (W)					1350

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						320 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
320	0.33	5.19	548

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1350		0.05		0.05	68

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA zm5

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Despacho Alumnos	759	0	0	76	10	918	79	998
Aula Secundaria 6	1514	0	0	76	10	1749	549	2298
Aula Secundaria 5	1405	0	0	70	10	1622	548	2170
Aula Secundaria 4	1350	0	0	68	10	1560	548	2108
Suma	5028	0	0	290		5850	1724	
Total Sistema (W):								7574

3.5. SISTEMA zm6.

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Secundaria 3**
Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	14.48	24.7	122
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	53.34	13	513
Techo int.	Horizontal	0.83	53.34	13	576
TOTAL (W)					1375

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						320 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
320	0.33	5.19	548

Carga Suplementaria "Qss"



Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1375		0.05		0.05	69

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Secundaria 2**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared ext.	S	0.34	14.64	24.7	123
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	53.74	13	517
Techo int.	Horizontal	0.83	53.74	13	580
TOTAL (W)					1384

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						320 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
320	0.33	5.19	548

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1384		0.05		0.05	69

DENOMINACIÓN LOCAL: **Aula Secundaria 1**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared ext.	S	0.34	14.5	24.7	122
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Pared ext.	E	0.34	3.61	24.7	30
Suelo int.	Horizontal	0.74	53.78	13	517
Techo int.	Horizontal	0.83	53.78	13	580
TOTAL (W)					1413

Aire de Ventilación "Vv"

CÁLCULOS CARGAS TÉRMICAS



Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						321 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
321	0.33	5.19	549

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1413		0.05		0.05	71

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 10**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	9.02	24.7	76
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Pared int.		1.84	8.28	13	198
Suelo int.	Horizontal	0.74	14.41	13	139
Techo int.	Horizontal	0.83	14.41	13	155
TOTAL (W)					650

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						92 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
92	0.33	5.19	157

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
650	0.05	0.05		0.1	65

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 9**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
-------------	-------------	----------------------------	---------------------------------	--------------	----------



Pared ext.	N	0.34	8.28	24.7	70
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	15.24	13	147
Techo int.	Horizontal	0.83	15.24	13	164
TOTAL (W)					504

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						92 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
92	0.33	5.19	157

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
504	0.05	0.05		0.1	50

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 8**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	8.99	24.7	76
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	14.36	13	138
Techo int.	Horizontal	0.83	14.36	13	155
TOTAL (W)					451

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						91 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
91	0.33	5.19	156

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)



451	0.05	0.05		0.1	45
-----	------	------	--	-----	----

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 7**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	9.71	24.7	82
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	15.21	13	146
Techo int.	Horizontal	0.83	15.21	13	164
TOTAL (W)					474

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						91 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
91	0.33	5.19	156

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
474	0.05	0.05		0.1	47

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 6**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	4.99	24.7	42
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	14.7	13	141
Techo int.	Horizontal	0.83	14.7	13	159
TOTAL (W)					383

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						91 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
------------------	-------------	--------------	---------



91	0.33	5.19	156
----	------	------	-----

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
383	0.05	0.05		0.1	38

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA zm6

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Aula Secundaria 3	1375	0	0	69	10	1588	548	2136
Aula Secundaria 2	1384	0	0	69	10	1598	548	2146
Aula Secundaria 1	1413	0	0	71	10	1632	549	2181
Seminario 10	650	0	0	65	10	786	157	944
Seminario 9	504	0	0	50	10	609	157	766
Seminario 8	451	0	0	45	10	546	156	702
Seminario 7	474	0	0	47	10	573	156	729
Seminario 6	383	0	0	38	10	463	156	619
Suma	6634	0	0	454		7797	2427	
Total Sistema (W):								10224

3.6. SISTEMA zm7.

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 5**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	7.82	24.7	66
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Pared ext.	O	0.34	9.95	24.7	84
Pared ext.	S	0.34	7.59	24.7	64
Suelo int.	Horizontal	0.74	15.72	13	151
Techo int.	Horizontal	0.83	15.72	13	170
TOTAL (W)					617

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						92 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
92	0.33	5.19	157

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
617	0.05	0.05	0.05	0.15	93

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 4**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared ext.	N	0.34	7.33	24.7	62
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	15.41	13	148
Techo int.	Horizontal	0.83	15.41	13	166
TOTAL (W)					458

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						92 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
92	0.33	5.19	157

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
458	0.05	0.05		0.1	46

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 3**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared ext.	N	0.34	7.56	24.7	64
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	15.77	13	152
Techo int.	Horizontal	0.83	15.77	13	170
TOTAL (W)					468

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						92 *			



Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
92	0.33	5.19	157

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
468	0.05	0.05		0.1	47

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 2**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	7.72	24.7	65
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	16.01	13	154
Techo int.	Horizontal	0.83	16.01	13	173
TOTAL (W)					474

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						92 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
92	0.33	5.19	157

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
474	0.05	0.05		0.1	47

DENOMINACIÓN LOCAL: **Seminario 1**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.34	7.23	24.7	61
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	N	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	15.26	13	147
Techo int.	Horizontal	0.83	15.26	13	165



TOTAL (W) 455

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						92 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
92	0.33	5.19	157

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
455	0.05	0.05		0.1	46

DENOMINACIÓN LOCAL: **Apoyo 3**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	5.38	24.7	45
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	16.47	13	158
Techo int.	Horizontal	0.83	16.47	13	178
TOTAL (W)					463

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						108 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
108	0.33	5.19	185

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
463		0.05		0.05	23

DENOMINACIÓN LOCAL: **Apoyo 2**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"



Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	5.4	24.7	45
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	16.6	13	160
Techo int.	Horizontal	0.83	16.6	13	179
TOTAL (W)					466

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						107 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
107	0.33	5.19	183

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
466		0.05		0.05	23

DENOMINACIÓN LOCAL: **Apoyo 1**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	5.02	24.7	42
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Suelo int.	Horizontal	0.74	16.25	13	156
Techo int.	Horizontal	0.83	16.25	13	175
TOTAL (W)					455

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						107 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
107	0.33	5.19	183

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)

455		0.05		0.05	23
-----	--	------	--	------	----

 DENOMINACIÓN LOCAL: **Despacho Orientción**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	S	0.34	5.56	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Ventana Plástico	S	1.14	1.44	24.7	41
Pared ext.	E	0.34	4.93	24.7	41
Pared ext.	S	0.34	0.1	24.7	1
Suelo int.	Horizontal	0.74	17.49	13	168
Techo int.	Horizontal	0.83	17.49	13	189
TOTAL (W)					528

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
						49 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
49	0.33	5.19	84

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
528		0.05	0.05	0.1	53

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA zm7

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Seminario 5	617	0	0	93	10	781	157	938
Seminario 4	458	0	0	46	10	554	157	711
Seminario 3	468	0	0	47	10	566	157	724
Seminario 2	474	0	0	47	10	573	157	730
Seminario 1	455	0	0	46	10	551	157	708
Apoyo 3	463	0	0	23	10	535	185	720
Apoyo 2	466	0	0	23	10	538	183	721
Apoyo 1	455	0	0	23	10	526	183	709
Despacho Orientción	528	0	0	53	10	639	84	723
Suma	4384	0	0	401		5264	1420	
Total Sistema (W):								6684

3.7. SISTEMA zm8.

DENOMINACIÓN LOCAL: **Distribuidor Pl. Baja**
Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		1.84	8.93	13	214
Pared int.		1.84	6.68	13	160
Pared int.		1.84	9.98	13	239
Puerta madera		2	1.51	13	39
Pared ext.	N	0.34	17.27	24.7	145
Pared int.		1.84	30.89	13	739
Pared int.		1.84	11.99	13	287
Pared int.		1.84	30.9	13	739
Pared ext.	N	0.34	5.47	24.7	46
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Pared int.		1.84	6.83	13	163
Puerta madera		2	1.51	13	39
Pared ext.	N	0.34	14.99	24.7	126
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Pared ext.	N	0.34	15.12	24.7	127
Ventana Plástico	N	1.33	1.44	24.7	47
Pared int.		1.84	8.14	13	195
Pared int.		1.84	17.57	13	420
Puerta madera		2	1.51	13	39
Pared ext.	S	0.34	11.56	24.7	97
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Ventana Plástico	S	1.33	1.44	24.7	47
Pared ext.	E	0.34	2.82	24.7	24
Suelo terreno	Horizontal	0.21	358.23	24.7	1858
Techo int.	Horizontal	0.83	358.23	13	3865
TOTAL (W)					9937

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
			180	28.8	5184 *				

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
5184	0.33	24.7	42255

Aportaciones internas de calor permanentes "Qsaip"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsaip (W)
2149	15300	0	17449

Carga Suplementaria "Qss"



Ostm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
-7512	0.05	0.05	0.05	0.15	-1127

DENOMINACIÓN LOCAL: **Distribuidor Pl. Primera**

Temperatura (°C): 21

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared ext.	E	0.34	43.59	24.7	366
Pared ext.	N	0.34	11.53	24.7	97
Pared ext.	O	0.34	7.1	24.7	60
Pared int.		1.84	30.48	13	729
Puerta madera		2	1.51	13	39
Puerta madera		2	1.51	13	39
Pared int.		1.84	17.39	13	416
Puerta madera		2	1.51	13	39
Pared ext.	O	0.34	7.64	24.7	64
Pared ext.	S	0.34	4.55	24.7	38
Pared ext.	S	0.34	17.29	24.7	145
Suelo int.	Horizontal	0.74	318.99	13	3069
Techo int.	Horizontal	0.83	318.99	13	3442
TOTAL (W)					8543

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)	Plazas	m³/h·pz	Vvpz(m³/h)
			160	28.8	4608 *				

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
4608	0.33	24.7	37560

Aportaciones internas de calor permanentes "Qsaip"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsaip (W)
1914	13600	0	15514

Carga Suplementaria "Qss"

Ostm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
-6971	0.05	0.05	0.05	0.15	-1046

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA zm8

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
-------	------------------	--------------------	--------------------	-----------------	--------	--------	-------------------	---------



Distribuidor Pl. Baja	9937	0	-17449	-1127	10	-9503	42255	32752
Distribuidor Pl. Primera	8543	0	-15514	-1046	10	-8819	37560	28741
Suma	18480	0	-32963	-2173		-18322	79815	
Total Sistema (W):								61493

3.8. RESUMEN CARGA TÉRMICA EDIFICIO

Zona	Carga Total Oct (W)
zm2	11195
zm3	8276
zm4	6475
zm5	7574
zm6	10224
zm7	6684
zm8	61493
Carga Total Edificio (W)	111920



5. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR.

SISTEMA zm2.

Tipo Unidad Terminal: Radiadores

INVIERNO.

Unidad Exterior: P_{TC} (kW): 11,195.

Potencia Cálculo Caldera: P_{TC} (kW): $111,920 \times 1,05 \times 1,05 = 123,391$.

Fluido: Agua				Verano (Refrigeración)		Invierno (Calefacción)	Caudal vent.
Sistema	Tipo UT	Unidad	Local	Pt (kW)	Ps (kW)	Pt (kW)	(m³/h)
zm2	Radiadores	Exterior				11,195	995
		Interior	Aula Informática			2,511	216
		Interior	Aula Taller Tecnología			3,418	355
		Interior	Aula plástica y visual			1,89	212
		Interior	Aula musica			1,904	212
		Interior	Conserjería			0,622	0
		Interior	AMPAS			0,85	0
zm3	Radiadores	Exterior				8,276	980
		Interior	Laboratorio			2,331	256
		Interior	Biblioteca			2,399	256
		Interior	Aula Desdoble 1			1,065	156
		Interior	Aula Desdoble 2			0,988	156
		Interior	Aula Desdoble 3			1,494	156
zm4	Radiadores	Exterior				6,475	504
		Interior	Secretaría			2,348	193
		Interior	Sala de profesores			2,584	201
		Interior	Jefe Estudios			0,669	47
		Interior	Director			0,873	63
zm5	Radiadores	Exterior				7,574	1.007
		Interior	Despacho Alumnos			0,998	46
		Interior	Aula Secunadria 6			2,298	321
		Interior	Aula Secunadria 5			2,171	320
		Interior	Aula Secunadria 4			2,108	320
zm6	Radiadores	Exterior				10,224	1.418
		Interior	Aula Secunadria 3			2,136	320
		Interior	Aula Secunadria 2			2,146	320
		Interior	Aula Secunadria 1			2,181	321
		Interior	Seminario 10			0,944	92
		Interior	Seminario 9			0,766	92
		Interior	Seminario 8			0,702	91
		Interior	Seminario 7			0,729	91
		Interior	Seminario 6			0,619	91
		Interior	Apoyo 3			0,72	108
zm7	Radiadores	Exterior				6,683	831
		Interior	Seminario 5			0,938	92
		Interior	Seminario 4			0,711	92
		Interior	Seminario 3			0,724	92
		Interior	Seminario 2			0,73	92
		Interior	Seminario 1			0,708	92
		Interior	Apoyo 2			0,721	107
		Interior	Apoyo 1			0,709	107
zm8	Radiadores	Exterior				61,493	9.792
		Interior	Distribuidor Pl. Baja			32,752	5.184
		Interior	Distribuidor Pl. Primera			28,741	4.608



ANEXO DE CALCULOS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$H = Z + (P/\gamma) ; \gamma = \rho \times g ; H_1 = H_2 + h_f$$

Siendo:

H = Altura piezométrica, energía por unidad de peso (mca).

z = Cota (m).

P/γ = Altura de presión (mca).

γ = Peso específico fluido.

ρ = Densidad fluido (kg/m³).

g = Aceleración gravedad. 9,81 m/s².

h_f = Pérdidas de altura piezométrica, energía por unidad de peso (mca).

a) Tuberías y válvulas.

$$H_i - H_j = h_{ij} = r_{ij} \times Q_{ij}^n + m_{ij} \times Q_{ij}^2$$

Darcy - Weisbach :

$$r_{ij} = 10^9 \times 8 \times f \times L \times \rho / (\pi^2 \times g \times D^5 \times 1000) ; n = 2$$

$$m_{ij} = 10^6 \times 8 \times k \times \rho / (\pi^2 \times g \times D^4 \times 1000)$$

$$Re = 4 \times Q / (\pi \times D \times v)$$

$$f = 0.25 / [lg_{10}(\epsilon / (3.7 \times D) + 5.74 / Re^{0.9})]^2$$

Hazen - Williams :

$$r_{ij} = 12,171 \times 10^9 \times L / (C^{1,852} \times D^{4,871}) ; n = 1,852$$

$$m_{ij} = 10^6 \times 8 \times k / (\pi^2 \times g \times D^4)$$

b) Bombas-Grupos de presión.

$$h_{ij} = -\omega^2 \times (h_0 - r_b \times (Q/\omega)^{nb})$$

Siendo:

f = Factor de fricción en tuberías (adimensional).

L = Longitud equivalente de tubería (m).

D = Diámetro de tubería o válvula (mm).

Q = Caudal (l/s).

ε = Rugosidad absoluta tubería (mm).

Re = Número de Reynolds (adimensional).

ν = Viscosidad cinemática del fluido (m²/s).

k = Coeficiente de pérdidas en válvula (adimensional).

ω = Coeficiente de velocidad en bombas (adimensional).

h₀ = Altura bomba a caudal cero (mca).

r_b = Coeficiente en bombas.

nb = Exponente caudal en bombas.

c) Cálculos Térmicos

Caudal demandado por unidades terminales

$$Q = P / (4186 \times St)$$



Siendo:

Q = Caudal (l/s).

P = Potencia calorífica (calor) o potencia frigorífica total (frío) (W).

St = Salto térmico ($t_e - t_s$) (°C). t_e = t^a de entrada a la unidad terminal (°C). t_s = t^a de salida de la unidad terminal (°C).Suelo Radiante

$$DT_{sa} = P / (S \times h) ; \quad t_s = DT_{sa} + t_a ; \quad DT_{mas} = P \times R_{se} / S$$

$$t_{ma} = DT_{mas} + t_s ; \quad t_{ia} = t_{ma} + St / 2$$

Siendo:

P = Potencia calorífica correspondiente (W).

S = Superficie solera emisora (m²).

h = Coeficiente de convección (W/m²°C).

DT_{sa} = Diferencia temperatura entre pavimento y ambiente (°C). t_s = t^a media superficial pavimento (°C). t_a = t^a ambiente (°C).DT_{mas} = Diferencia temperatura entre agua tuberías emisoras y pavimento (°C).R_{se} = Resistencia térmica solera emisora (m²°C/W). t_{ma} = t^a media del agua (°C). t_{ia} = t^a impulsión del agua (°C).Radiadores Bitubo

$$D_{te} = t_e - t_a ; \quad D_{ts} = t_s - t_a$$

$$a = D_{ts} / D_{te} ; \quad Dt_1 = [(t_e + t_s) / 2] - t_a ; \quad Dt_2 = (t_e - t_s) / \ln(D_{te} / D_{ts}) ; \quad P_{ce} = P_{ce50} \times (Dt / 50)^n$$

Siendo:

 t_e = t^a de entrada emisor (°C). t_s = t^a de salida emisor (°C). t_a = t^a ambiente (°C).P_{ce} = Potencia calorífica por elemento, ml, etc (W).P_{ce50} = Potencia calorífica por elemento, ml, etc, a 50 °C (W).

n = Exponente de la curva característica del emisor.

Dt = Dt₁ si $a \geq 0.70$, sino Dt₂.Radiadores Monotubo

$$Q = \sum_i P_i / (4186 \times St) ; \quad t_{e_{i+1}} = t_{e_i} - [P_i / (4186 \times Q)] ; \quad t_{s_i} = t_{e_i} - [P_i / (4186 \times Q_{r_i})]$$

Siendo:

Q = Caudal total del anillo (l/s).

Q_{r_i} = Caudal en el emisor i (l/s).P_i = Potencia calorífica demandada emisor i (W).

St = Salto térmico total en serie (°C).

 t_{e_i} = t^a de entrada del emisor i (°C). t_{s_i} = t^a de salida del emisor i (°C).



Red calefacción 1

Datos Generales Instalación

Cálculo por: Darcy - Weisbach

Densidad fluido: 1000 kg/m³

Viscosidad cinemática del fluido: 0.000011 m²/s

Pérdidas secundarias: 10 %

Velocidad máxima: 2 m/s

Tª entrada Unidad Terminal (°C):

- Radiadores (sistema bitubo): 75
- Radiadores (sistema monotubo, primer radiador): 75
- Fancoils (frío): 7
- Fancoils (calor): 70

Salto térmico (°C):

- Radiadores (sistema bitubo): 10
- Radiadores (sistema monotubo, salto térmico total en serie): 10
- Fancoils (frío): 5
- Fancoils (calor): 10
- Suelo radiante: 5

Coeficiente convección h(W/m²°C): 11

Resultados Ramas y Nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	L.real (m)	Función tramo	Mat./Rug.(mm)/K	f	Q (l/s)	Dn (mm)	Dint (mm)	hf (mca)	hu (mmca/m)	V (m/s)
1	1	2		Gen.agua cal.			0,4768			0		
3	3	4		VC	K=0,5	0,02	1,4188	40	41,9	0,029		1,03
4	4	5		VC	K=0,5	0,02	1,4188	40	41,9	0,029		1,03
5	5	6	0,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,028	1,4188	63	51	0,004	14,9	0,69
6	6	7		VC	K=0,5	0,02	0	15	16,1	0		0
7	6	8		VC	K=0,5	0,02	1,4188	40	41,9	0,029		1,03
8	8	9		VC	K=0,5	0,02	1,4188	40	41,9	0,029		1,03
9	10	13		V3V	K=0,5	0,02	1,4188	40	41,9	0,029		1,03
10	11	13		V3V	K=0,5	0,02	-1,4188	40	41,9	0,029		1,03*
11	12	13		V3V	K=5	0,02	0	40	16,1	0,192		0
9	9	10	0,17	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,028	1,4188	63	51	0,003	14,9	0,69
13	11	14		VC	K=0,5	0,02	1,4188	40	41,9	0,029		1,03
14	14	15		Bomba circ.			1,4188			-3,8		
15	15		0,16	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,028	1,4188	63	51	0,002	14,9	0,69
16	16	17	5,02	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,7152	40	33	0,185	36,8	0,84
17	17	18	9,89	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,6614	40	33	0,315	31,8	0,77
18		16	1,01	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,769	50	41	0,014	14,2	0,58
19	20	21		Radiador			0,0538			0,001		
19	16	20		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
21	18	22	6,13	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,032	0,6152	40	33	0,17	27,8	0,72
22	22	23	5,35	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,032	0,5768	40	33	0,132	24,6	0,67
23	23	24	9,01	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,032	0,5229	40	33	0,185	20,5	0,61
24	24	25	6,21	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,4729	40	33	0,106	17	0,55
25	25	26	15,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,4191	40	33	0,209	13,6	0,49
26	26	27	4,19	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	0,3653	32	26	0,146	34,9	0,69
27	27	28	4,08	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,323	32	26	0,113	27,7	0,61
28	28	29	11,18	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	0,273	32	26	0,227	20,3	0,51
29	29	30	7,15	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,2192	32	26	0,097	13,6	0,41
30	30	31	7,02	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,039	0,1653	25	20	0,21	30	0,53
31	31	32	9,77	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	0,1115	25	20	0,143	14,6	0,35
32	32	33	4,93	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	0,0538	20	16	0,058	11,9	0,27
33		34	1,13	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,6498	40	33	0,035	30,8	0,76
34	34	35	10,13	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,032	0,5998	40	33	0,268	26,5	0,7

35	35	36	7,49	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,4999	40	33	0,141	18,9	0,58
36	36	37	3,07	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,4576	40	33	0,049	16	0,53
37	37	38	3,76	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,4191	40	33	0,051	13,6	0,49
38	38	39	8,61	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,4191	40	33	0,117	13,6	0,49
39	39	40	2,94	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	0,3768	32	26	0,109	36,9	0,71
40	40	41	2,67	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,3345	32	26	0,079	29,6	0,63
41	41	42	4,79	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,3345	32	26	0,142	29,6	0,63
42	42	43	2,83	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,2961	32	26	0,067	23,6	0,56
43	43	44	2,94	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	0,2538	32	26	0,052	17,8	0,48
44	44	45	4,81	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	0,2538	32	26	0,085	17,8	0,48
45	45	46	2,91	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,2192	32	26	0,04	13,6	0,41
46	46	47	2,86	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	0,1846	25	20	0,105	36,7	0,59
47	47	48	3,89	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	0,1846	25	20	0,143	36,7	0,59
48	48	49	2,59	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,039	0,1538	25	20	0,068	26,2	0,49
49	49	50	2,88	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	0,1192	25	20	0,048	16,5	0,38
50	50	51	3,98	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	0,1192	25	20	0,066	16,5	0,38
51	51	52	2,97	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,044	0,0807	20	16	0,073	24,6	0,4
52	52	53	2,82	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,0423	20	16	0,016	5,8	0,21
54	55	56		Radiador			0,0538			0,001		
54	17	55		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
56	57	58		Radiador			0,0461			0,001		
56	18	57		VC	K=0,5	0,02	0,0461	15	16,1	0,001		0,23
58	59	60		Radiador			0,0385			0,001		
58	22	59		VC	K=0,5	0,02	0,0385	15	16,1	0,001		0,19
60	61	62		Radiador			0,0538			0,001		
60	23	61		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
62	63	64		Radiador			0,05			0,001		
62	24	63		VC	K=0,5	0,02	0,05	15	16,1	0,002		0,25
64	25	65	1,52	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	0,0538	20	16	0,018	11,9	0,27
65	66	67		Radiador			0,0538			0,001		
65	65	66		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
67	68	69		Radiador			0,0538			0,001		
67	26	68		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
69	70	71		Radiador			0,0423			0,001		
69	27	70		VC	K=0,5	0,02	0,0423	15	16,1	0,001		0,21
71	72	73		Radiador			0,05			0,001		
71	28	72		VC	K=0,5	0,02	0,05	15	16,1	0,002		0,25
73	74	75		Radiador			0,0538			0,001		
73	29	74		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
75	76	77		Radiador			0,0538			0,001		
75	30	76		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
77	78	79		Radiador			0,0538			0,001		
77	31	78		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
79	80	81		Radiador			0,0577			0,001		
79	32	80		VC	K=0,5	0,02	0,0577	15	16,1	0,002		0,28
81	82	83		Radiador			0,0538			0,001		
81	33	82		VC	K=0,5	0,02	0,0538	15	16,1	0,002		0,26
83	83	84		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	2,704		0,26
84	84	85	5,21	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	0,0538	20	16	0,062	11,9	0,27
85	85	86	0,31	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0577	20	16	0,004	13,5	0,29
86	81	86		VEA	K=2,5		0,0577	15	16,1	2,82		0,28
87	85	87	9,74	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	0,1115	25	20	0,142	14,6	0,35
88	87	88	0,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0538	20	16	0,003	11,9	0,27
89	79	88		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	3,106		0,26
90	87	89	7,03	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,039	0,1653	25	20	0,211	30	0,53
91	89	90	0,24	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0538	20	16	0,003	11,9	0,27
92	77	90		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	3,528		0,26
93	89	91	7,16	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,2192	32	26	0,097	13,6	0,41
94	91	92	0,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0538	20	16	0,003	11,9	0,27
95	75	92		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	3,722		0,26
96	91	93	11,14	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	0,273	32	26	0,226	20,3	0,51

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

97	93	94	0,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,045	-0,05	20	16	0,003	9,8	0,25
98	73	94		VEA	K=2,5		0,05	15	16,1	4,176		0,25
99	93	95	4,09	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,323	32	26	0,113	27,7	0,61
100	95	96	0,25	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,0423	20	16	0,001	5,8	0,21
101	71	96		VEA	K=2,5		0,0423	15	16,1	4,404		0,21
102	95	97	4,19	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	0,3653	32	26	0,146	34,9	0,69
103	97	98	0,23	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0538	20	16	0,003	11,9	0,27
104	69	98		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	4,695		0,26
105	97	99	15,19	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,4191	40	33	0,207	13,6	0,49
106	99	100	1,71	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0538	20	16	0,02	11,9	0,27
107	67	100		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	5,075		0,26
108	99	101	5,74	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,4729	40	33	0,098	17	0,55
109	101	102	0,29	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,045	-0,05	20	16	0,003	9,8	0,25
110	64	102		VEA	K=2,5		0,05	15	16,1	5,314		0,25
111	101	103	9,37	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,032	0,5229	40	33	0,192	20,5	0,61
112	103	104	0,37	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0538	20	16	0,004	11,9	0,27
113	62	104		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	5,689		0,26
114	103	105	5,32	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,032	0,5768	40	33	0,131	24,6	0,67
115	105	106	0,34	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0385	20	16	0,001	4,2	0,19
116	60	106		VEA	K=2,5		0,0385	15	16,1	5,956		0,19
117	105	107	6,14	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,032	0,6152	40	33	0,171	27,8	0,72
118	107	108	0,25	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,042	-0,0461	20	16	0,002	7,7	0,23
119	58	108		VEA	K=2,5		0,0461	15	16,1	6,296		0,23
120	107	109	10,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,6614	40	33	0,326	31,8	0,77
121	109	110	0,28	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0538	20	16	0,003	11,9	0,27
122	56	110		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	6,935		0,26
123	109	111	5,02	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,7152	40	33	0,185	36,8	0,84
124	111	112	0,28	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0538	20	16	0,003	11,9	0,27
125	21	112		VEA	K=2,5		0,0538	15	16,1	7,305		0,26
126	111	113	1,51	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,769	50	41	0,021	14,2	0,58
127	113	114		Bomba circ.			1,4188			-3,8		
128	114	12	0,18	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1		0	20	16	0	0	0
130	115	116		Radiador			0,05			0,001		
130	34	115		VC	K=0,5	0,02	0,05	15	16,1	0,002		0,25
132	113	117	0,65	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	-0,6498	40	33	0,02	30,8	0,76
133	117	118	0,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,045	-0,05	20	16	0,003	9,8	0,25
134	116	118		VEA	K=2,5		0,05	15	16,1	7,287		0,25
135	117	119	10,35	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,032	-0,5998	40	33	0,274	26,5	0,7
136	35	120	0,57	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,042	0,1	20	16	0,021	36,3	0,5
137	121	122		Radiador			0,05			0,001		
137	120	121		VC	K=0,5	0,02	0,05	15	16,1	0,002		0,25
139	119	123	0,59	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,042	-0,1	20	16	0,021	36,3	0,5
140	123	124	0,23	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,045	-0,05	20	16	0,002	9,8	0,25
141	122	124		VEA	K=2,5		0,05	15	16,1	6,702		0,25
142	119	125	7,46	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,4999	40	33	0,141	18,9	0,58
143	126	127		Radiador			0,0423			0,001		
143	36	126		VC	K=0,5	0,02	0,0423	15	16,1	0,001		0,21
145	125	128	0,21	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,0423	20	16	0,001	5,8	0,21
146	127	128		VEA	K=2,5		0,0423	15	16,1	6,464		0,21
147	125	129	3,07	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,4576	40	33	0,049	16	0,53
148	130	131		Radiador			0,0385			0,001		
148	37	130		VC	K=0,5	0,02	0,0385	15	16,1	0,001		0,19
150	129	132	0,2	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0385	20	16	0,001	4,2	0,19
151	131	132		VEA	K=2,5		0,0385	15	16,1	6,366		0,19
152	129	133	3,69	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,4191	40	33	0,05	13,6	0,49
157	133	137	8,59	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,4191	40	33	0,117	13,6	0,49
158	138	139		Radiador			0,0423			0,001		
158	39	138		VC	K=0,5	0,02	0,0423	15	16,1	0,001		0,21
160	137	140	0,27	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,0423	20	16	0,002	5,8	0,21
161	139	140		VEA	K=2,5		0,0423	15	16,1	6,029		0,21
162	137	141	2,97	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	-0,3768	32	26	0,11	36,9	0,71

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

165	144	145		Radiador			0,0423			0,001		
165	53	144		VC	K=0,5	0,02	0,0423	15	16,1	0,001		0,21
167	146	147		Radiador			0,0385			0,001		
167	52	146		VC	K=0,5	0,02	0,0385	15	16,1	0,001		0,19
169	148	149		Radiador			0,0385			0,001		
169	51	148		VC	K=0,5	0,02	0,0385	15	16,1	0,001		0,19
173	152	153		Radiador			0,0346			0,001		
173	49	152		VC	K=0,5	0,02	0,0346	15	16,1	0,001		0,17
175	154	155		Radiador			0,0308			0,001		
175	48	154		VC	K=0,5	0,02	0,0308	15	16,1	0,001		0,15
179	158	159		Radiador			0,0346			0,001		
179	46	158		VC	K=0,5	0,02	0,0346	15	16,1	0,001		0,17
181	160	161		Radiador			0,0346			0,001		
181	45	160		VC	K=0,5	0,02	0,0346	15	16,1	0,001		0,17
185	164	165		Radiador			0,0423			0,001		
185	43	164		VC	K=0,5	0,02	0,0423	15	16,1	0,001		0,21
187	166	167		Radiador			0,0385			0,001		
187	42	166		VC	K=0,5	0,02	0,0385	15	16,1	0,001		0,19
191	170	171		Radiador			0,0423			0,001		
191	40	170		VC	K=0,5	0,02	0,0423	15	16,1	0,001		0,21
193	141	172	0,24	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,0423	20	16	0,001	5,8	0,21
194	171	172		VEA	K=2,5		0,0423	15	16,1	5,811		0,21
195	141	173	2,69	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	-0,3345	32	26	0,08	29,6	0,63
196	173	174	4,76	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	-0,3345	32	26	0,141	29,6	0,63
197	174	175	2,82	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	-0,2961	32	26	0,067	23,6	0,56
198	175	176	3,05	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	-0,2538	32	26	0,054	17,8	0,48
199	176	177	4,89	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	-0,2538	32	26	0,087	17,8	0,48
200	177	178	2,83	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,2192	32	26	0,038	13,6	0,41
201	178	179	2,86	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,1846	25	20	0,105	36,7	0,59
202	179	180	3,93	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,1846	25	20	0,144	36,7	0,59
203	180	181	2,56	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,039	-0,1538	25	20	0,067	26,2	0,49
205	182	183	2,98	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,044	-0,0807	20	16	0,073	24,6	0,4
208	183	186	2,83	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,0423	20	16	0,016	5,8	0,21
210	186	187	0,27	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,0423	20	16	0,002	5,8	0,21
211	145	187		VEA	K=2,5		0,0423	15	16,1	3,842		0,21
212	183	188	0,27	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0385	20	16	0,001	4,2	0,19
213	147	188		VEA	K=2,5		0,0385	15	16,1	3,875		0,19
214	182	189	0,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0385	20	16	0,001	4,2	0,19
215	149	189		VEA	K=2,5		0,0385	15	16,1	4,021		0,19
215	181	190	2,85	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	-0,1192	25	20	0,047	16,5	0,38
216	190	182	4,01	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	-0,1192	25	20	0,066	16,5	0,38
219	181	192	0,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,0346	20	16	0,001	3,1	0,17
220	153	192		VEA	K=2,5		0,0346	15	16,1	4,248		0,17
221	180	193	0,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,0308	20	16	0,001	2,4	0,15
222	155	193		VEA	K=2,5		0,0308	15	16,1	4,384		0,15
225	178	195	0,27	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,0346	20	16	0,001	3,1	0,17
226	159	195		VEA	K=2,5		0,0346	15	16,1	4,88		0,17
227	177	196	0,28	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,0346	20	16	0,001	3,1	0,17
228	161	196		VEA	K=2,5		0,0346	15	16,1	4,958		0,17
231	175	198	0,29	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,0423	20	16	0,002	5,8	0,21
232	165	198		VEA	K=2,5		0,0423	15	16,1	5,236		0,21
233	174	199	0,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0385	20	16	0,001	4,2	0,19
234	167	199		VEA	K=2,5		0,0385	15	16,1	5,37		0,19
235	3	2	0,5	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,028	-1,4188	63	51	0,007	14,9	0,69
236	114	1	2,17	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,028	1,4188	63	51	0,032	14,9	0,69
237	120	201	9,19	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,045	0,05	20	16	0,09	9,8	0,25
238	202	203		Radiador			0,05			0,001		
238	201	202		VC	K=0,5	0,02	0,05	15	16,1	0,002		0,25
240	123	204	9,24	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,045	-0,05	20	16	0,091	9,8	0,25
241	203	204		VEA	K=2,5		0,05	15	16,1	6,524		0,25
242	2	205	0,55	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,942	50	41	0,011	20,7	0,71

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

243	205	206		VC	K=0,5	0,02	-0,942	32	36	0,024		0,93
244	207	206		Bomba circ.			0,942			-3,8		
245	207	208		VC	K=0,5	0,02	-0,942	32	36	0,024		0,93
246	209	212		V3V	K=0,5	0,02	0	15	16,1	0		0
247	210	212		V3V	K=0,5	0,02	0	15	16,1	0		0
248	211	212		V3V	K=0,5	0,02	0	15	16,1	0		0
246	205	209	0,23	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1		0	20	16	0	0	0
250	208	213	0,77	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,942	50	41	0,016	20,7	0,71
251	1	214	6,06	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	0,942	50	41	0,125	20,7	0,71
252	214	215		VC	K=0,5	0,02	0,942	32	36	0,024		0,93
253	215	216	0,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	0,942	50	41	0,006	20,7	0,71
254	216	217		VC	K=0,5	0,02	0,942	32	36	0,024		0,93
255	217	218	0,66	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	0,942	50	41	0,014	20,7	0,71
256	213	219	3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,942	50	41	0,062	20,7	0,71
257	219	220	4,17	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,2192	32	26	0,057	13,6	0,41
258	220	221	6,25	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,1923	25	20	0,247	39,6	0,61
259	221	222	1,78	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,04	-0,1423	25	20	0,041	22,8	0,45
260	222	223	4,2	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	-0,1154	25	20	0,065	15,5	0,37
261	223	224	4,15	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,043	-0,0884	20	16	0,121	29,1	0,44
262	224	225	4,36	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,046	-0,0615	20	16	0,066	15,1	0,31
263	225	226	3,51	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,0346	20	16	0,011	3,1	0,17
264	221	227	4,98	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0269	20	16	0,01	2,1	0,13
265	219	228	6,11	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	-0,3807	32	26	0,23	37,7	0,72
266	228	229	7,1	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	-0,3537	32	26	0,233	32,8	0,67
267	229	230	7,15	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	-0,3307	32	26	0,207	29	0,62
268	230	231	5,11	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	-0,2884	32	26	0,115	22,5	0,54
269	231	232	4,9	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	-0,2384	32	26	0,078	15,8	0,45
270	232	233	4,65	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,1884	25	20	0,177	38,1	0,6
271	233	234	5,01	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,04	-0,1346	25	20	0,103	20,6	0,43
272	234	235	5,59	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,042	-0,1038	20	16	0,218	38,9	0,52
273	235	236	6,41	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,044	-0,0807	20	16	0,158	24,6	0,4
274	236	237	7,54	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	-0,0577	20	16	0,102	13,5	0,29
275	237	239	6,53	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,0346	20	16	0,02	3,1	0,17
277	241	240		Radiador			0,0346			0,001		
277	239	240		VC	K=0,5	0,02	-0,0346	15	16,1	0,001		0,17
279	243	242		Radiador			0,0308			0,001		
280	234	244	0,72	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,0308	20	16	0,002	2,4	0,15
281	244	242		VC	K=0,5	0,02	-0,0308	15	16,1	0,001		0,15
282	247	246		Radiador			0,0308			0,001		
283	245	246		VC	K=0,5	0,02	-0,0308	15	16,1	0,001		0,15
284	250	249		Radiador			0,0269			0,001		
285	248	249		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
286	253	252		Radiador			0,0269			0,001		
287	251	252		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
288	256	255		Radiador			0,0192			0,001		
289	254	255		VC	K=0,5	0,02	-0,0192	15	16,1	0		0,09
290	259	258		Radiador			0,0346			0,001		
291	257	258		VC	K=0,5	0,02	-0,0346	15	16,1	0,001		0,17
292	262	261		Radiador			0,0269			0,001		
293	260	261		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
294	265	264		Radiador			0,0269			0,001		
295	263	264		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
296	268	267		Radiador			0,0269			0,001		
297	266	267		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
298	271	270		Radiador			0,0269			0,001		
299	269	270		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
300	274	273		Radiador			0,0269			0,001		
301	272	273		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
302	277	276		Radiador			0,0269			0,001		
303	275	276		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
304	280	279		Radiador			0,0269			0,001		

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

305	278	279		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
306	283	282		Radiador			0,0231			0,001		
307	281	282		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
308	286	285		Radiador			0,0231			0,001		
309	284	285		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
310	289	288		Radiador			0,0231			0,001		
311	287	288		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
312	292	291		Radiador			0,0231			0,001		
313	290	291		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
314	295	294		Radiador			0,0231			0,001		
315	293	294		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
316	298	297		Radiador			0,0231			0,001		
317	296	297		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
318	301	300		Radiador			0,0231			0,001		
319	299	300		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
320	304	303		Radiador			0,0269			0,001		
321	302	303		VC	K=0,5	0,02	-0,0269	15	16,1	0		0,13
322	307	306		Radiador			0,0231			0,001		
323	305	306		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
324	310	309		Radiador			0,0231			0,001		
325	308	309		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
326	313	312		Radiador			0,0231			0,001		
327	311	312		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
328	316	315		Radiador			0,0231			0,001		
329	314	315		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
330	319	318		Radiador			0,0192			0,001		
331	317	318		VC	K=0,5	0,02	-0,0192	15	16,1	0		0,09
332	322	321		Radiador			0,0231			0,001		
333	320	321		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
334	325	324		Radiador			0,0231			0,001		
335	323	324		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
336	328	327		Radiador			0,0231			0,001		
337	326	327		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
338	331	330		Radiador			0,0231			0,001		
339	329	330		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
340	334	333		Radiador			0,0231			0,001		
341	332	333		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
342	337	336		Radiador			0,0231			0,001		
343	335	336		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
344	340	339		Radiador			0,0154			0,001		
345	338	339		VC	K=0,5	0,02	-0,0154	15	16,1	0		0,08
346	343	342		Radiador			0,0154			0,001		
347	341	342		VC	K=0,5	0,02	-0,0154	15	16,1	0		0,08
348	346	345		Radiador			0,0154			0,001		
349	344	345		VC	K=0,5	0,02	-0,0154	15	16,1	0		0,08
350	349	348		Radiador			0,0192			0,001		
351	347	348		VC	K=0,5	0,02	-0,0192	15	16,1	0		0,09
352	351	350		Radiador			0,0231			0,001		
353	221	352	1,81	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,003	1,8	0,11
354	352	350		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
354	354	353		Radiador			0,0231			0,001		
355	352	353		VC	K=0,5	0,02	-0,0231	15	16,1	0		0,11
356	237	352	0,38	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
357	236	299	0,43	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
358	235	296	0,47	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
359	233	245	0,88	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	-0,0308	20	16	0,002	2,4	0,15
360	233	293	0,38	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
361	232	290	0,32	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
362	232	248	0,93	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0269	20	16	0,002	2,1	0,13
363	231	287	0,39	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
364	231	251	0,95	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0269	20	16	0,002	2,1	0,13

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

365	230	254	0,99	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,046	-0,0192	20	16	0,001	1,5	0,1
366	230	284	0,46	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
367	229	281	0,4	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
368	228	278	0,36	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0269	20	16	0,001	2,1	0,13
369	220	275	0,43	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0269	20	16	0,001	2,1	0,13
370	257	226	0,36	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	0,0346	20	16	0,001	3,1	0,17
371	260	225	0,32	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,0269	20	16	0,001	2,1	0,13
372	263	224	0,39	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,0269	20	16	0,001	2,1	0,13
373	266	223	0,43	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,0269	20	16	0,001	2,1	0,13
374	269	222	0,52	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,0269	20	16	0,001	2,1	0,13
375	219	355	14,34	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	-0,3422	32	26	0,443	30,9	0,64
376	355	356	3,36	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	-0,323	32	26	0,093	27,7	0,61
377	356	357	3,22	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	-0,3076	32	26	0,082	25,3	0,58
378	357	358	3,08	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	-0,2922	32	26	0,071	23	0,55
379	358	359	5,05	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	-0,2768	32	26	0,105	20,9	0,52
380	359	360	3,73	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	-0,2538	32	26	0,066	17,8	0,48
381	360	361	4,2	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,2307	32	26	0,063	14,9	0,43
382	361	362	3,51	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	-0,2076	32	26	0,043	12,3	0,39
383	362	363	4,66	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,1846	25	20	0,171	36,7	0,59
384	363	364	3,23	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,039	-0,1615	25	20	0,093	28,7	0,51
385	364	365	4,69	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,04	-0,1384	25	20	0,102	21,6	0,44
386	365	366	3,74	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	-0,1154	25	20	0,058	15,5	0,37
387	366	367	3,78	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,042	-0,0961	20	16	0,128	33,8	0,48
388	367	368	4,47	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,044	-0,0731	20	16	0,092	20,6	0,36
389	368	369	3,53	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,045	-0,05	20	16	0,035	9,8	0,25
390	369	370	4,1	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0269	20	16	0,008	2,1	0,13
391	370	302	0,29	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0269	20	16	0,001	2,1	0,13
392	369	305	0,32	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
393	368	308	0,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0	1,8	0,11
394	367	311	0,2	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0	1,8	0,11
395	366	317	0,17	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,046	-0,0192	20	16	0	1,5	0,1
396	365	314	0,32	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
397	364	323	0,34	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
398	363	320	0,2	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0	1,8	0,11
399	362	329	0,38	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
400	361	326	0,31	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
401	360	335	0,45	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
402	359	332	0,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	-0,0231	20	16	0,001	1,8	0,11
403	358	338	0,18	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,058	-0,0154	20	16	0	1,2	0,08
404	357	341	0,21	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,058	-0,0154	20	16	0	1,2	0,08
405	356	344	0,23	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,058	-0,0154	20	16	0	1,2	0,08
406	355	347	0,2	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,046	-0,0192	20	16	0	1,5	0,1
407	218	371	3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	0,942	50	41	0,062	20,7	0,71
408	371	372	4,56	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,2192	32	26	0,062	13,6	0,41
409	372	373	6,73	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	0,1923	25	20	0,266	39,6	0,61
410	373	374	1,86	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,04	0,1423	25	20	0,042	22,8	0,45
411	374	375	4,62	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	0,1154	25	20	0,072	15,5	0,37
412	375	376	4,18	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,043	0,0884	20	16	0,121	29,1	0,44
413	376	377	4,35	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,046	0,0615	20	16	0,066	15,1	0,31
414	377	378	3,53	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	0,0346	20	16	0,011	3,1	0,17
415	373	379	5,42	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,0269	20	16	0,011	2,1	0,13
416	379	274		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	2,753		0,13
417	227	272	0,46	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	-0,0269	20	16	0,001	2,1	0,13
418	371	380	6,72	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	0,3807	32	26	0,253	37,7	0,72
419	380	381	7,08	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	0,3537	32	26	0,233	32,8	0,67
420	381	382	7,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,3307	32	26	0,21	29	0,62
421	382	383	5,07	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,2884	32	26	0,114	22,5	0,54
422	383	384	4,84	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	0,2384	32	26	0,077	15,8	0,45
423	384	385	4,67	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	0,1884	25	20	0,178	38,1	0,6
424	385	386	4,94	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,04	0,1346	25	20	0,102	20,6	0,43
425	386	387	5,69	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,042	0,1038	20	16	0,222	38,9	0,52

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

426	387	388	6,37	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,044	0,0807	20	16	0,157	24,6	0,4
427	388	389	7,63	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,047	0,0577	20	16	0,103	13,5	0,29
428	389	390	7,14	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,03	0,0346	20	16	0,022	3,1	0,17
429	390	241		DET/VRQ	K=5		0,0346	15	16,1	0,097		0,17
430	371	391	14,4	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,034	0,3422	32	26	0,445	30,9	0,64
431	391	392	3,32	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,323	32	26	0,092	27,7	0,61
432	392	393	3,25	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,3076	32	26	0,082	25,3	0,58
433	393	394	3,25	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,035	0,2922	32	26	0,075	23	0,55
434	394	395	4,86	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	0,2768	32	26	0,101	20,9	0,52
435	395	396	3,69	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,036	0,2538	32	26	0,066	17,8	0,48
436	396	397	4,25	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,2307	32	26	0,063	14,9	0,43
438	398	399	3,2	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,039	0,1615	25	20	0,092	28,7	0,51
439	399	400	4,97	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,04	0,1384	25	20	0,108	21,6	0,44
440	400	401	3,48	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,041	0,1154	25	20	0,054	15,5	0,37
441	401	402	3,43	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,042	0,0961	20	16	0,116	33,8	0,48
442	402	403	4,38	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,044	0,0731	20	16	0,09	20,6	0,36
443	403	404	3,59	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,045	0,05	20	16	0,035	9,8	0,25
444	404	405	4,21	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,0269	20	16	0,009	2,1	0,13
445	405	304		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	0,112		0,13
446	404	307		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	0,129		0,11
447	403	310		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	0,199		0,11
448	402	313		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	0,382		0,11
449	401	319		DET/VRQ	K=5		0,0192	15	16,1	0,626		0,09
450	400	316		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	0,737		0,11
451	399	325		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	0,947		0,11
452	398	322		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	1,131		0,11
452	397	406	3,5	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,2076	32	26	0,043	12,3	0,39
453	406	407	4,31	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	0,1846	25	20	0,158	36,7	0,59
454	407	398	0,36	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	0,1846	25	20	0,013	36,7	0,59
455	406	331		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	1,474		0,11
456	397	328		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	1,56		0,11
457	396	337		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	1,686		0,11
458	395	334		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	1,818		0,11
459	394	340		DET/VRQ	K=5		0,0154	15	16,1	2,025		0,08
460	393	343		DET/VRQ	K=5		0,0154	15	16,1	2,171		0,08
461	392	346		DET/VRQ	K=5		0,0154	15	16,1	2,335		0,08
462	391	349		DET/VRQ	K=5		0,0192	15	16,1	2,52		0,09
463	380	280		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	2,924		0,13
464	381	283		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	2,458		0,11
465	382	286		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	2,041		0,11
466	383	289		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	1,812		0,11
467	384	292		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	1,658		0,11
468	385	295		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	1,302		0,11
469	386	243		DET/VRQ	K=5		0,0308	15	16,1	1,096		0,15
470	387	298		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	0,658		0,11
471	388	301		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	0,343		0,11
472	389	354		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	0,139		0,11
473	378	259		DET/VRQ	K=5		0,0346	15	16,1	2,158		0,17
474	377	262		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	2,181		0,13
475	376	265		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	2,312		0,13
476	375	268		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	2,554		0,13
477	374	271		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	2,691		0,13
478	372	277		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	3,288		0,13
479	373	408	2,37	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,038	0,0231	20	16	0,004	1,8	0,11
480	408	351		DET/VRQ	K=5		0,0231	15	16,1	2,768		0,11
481	385	247		DET/VRQ	K=5		0,0308	15	16,1	1,3		0,15
482	384	250		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	1,656		0,13
483	383	253		DET/VRQ	K=5		0,0269	15	16,1	1,81		0,13
484	382	256		DET/VRQ	K=5		0,0192	15	16,1	2,04		0,09

Nudo	Cota (m)	H (mca)	Presión (mca)
------	----------	---------	---------------

CÁLCULOS DE RADIADORES

10



FIGUER

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ªFase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

1	0	30	30
2	0	30	30
3	0	29,993	29,993
4	0	29,963	29,963
5	0	29,934	29,934
6	0	29,93	29,93
7	0	29,93	29,93
8	0	29,901	29,901
9	0	29,872	29,872
10	0	29,869	29,869
11	0	29,811	29,811
12	0	30,032	30,032
13	0	29,84	29,84
14	0	29,782	29,782
15	0	33,582	33,582
	0	33,579	33,579
16	0	33,565	33,565
17	0	33,38	33,38
18	0	33,065	33,065
20	0	33,563	33,563
21	0	33,562	33,562
22	0	32,895	32,895
23	0	32,763	32,763
24	0	32,578	32,578
25	0	32,472	32,472
26	0	32,264	32,264
27	0	32,118	32,118
28	0	32,005	32,005
29	0	31,777	31,777
30	0	31,68	31,68
31	0	31,47	31,47
32	0	31,327	31,327
33	0	31,269	31,269
34	0	33,544	33,544
35	0	33,276	33,276
36	0	33,135	33,135
37	0	33,085	33,085
38	0	33,034	33,034
39	0	32,917	32,917
40	0	32,808	32,808
41	0	32,729	32,729
42	0	32,587	32,587
43	0	32,521	32,521
44	0	32,468	32,468
45	0	32,383	32,383
46	0	32,343	32,343
47	0	32,238	32,238
48	0	32,096	32,096
49	0	32,028	32,028
50	0	31,98	31,98
51	0	31,914	31,914
52	0	31,841	31,841
53	0	31,825	31,825
55	0	33,378	33,378
56	0	33,377	33,377
57	0	33,064	33,064
58	0	33,063	33,063
59	0	32,894	32,894
60	0	32,893	32,893
61	0	32,761	32,761
62	0	32,76	32,76

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ªFase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

63	0	32,577	32,577
64	0	32,576	32,576
65	0	32,454	32,454
66	0	32,453	32,453
67	0	32,452	32,452
68	0	32,262	32,262
69	0	32,261	32,261
70	0	32,117	32,117
71	0	32,116	32,116
72	0	32,003	32,003
73	0	32,002	32,002
74	0	31,776	31,776
75	0	31,775	31,775
76	0	31,678	31,678
77	0	31,677	31,677
78	0	31,468	31,468
79	0	31,467	31,467
80	0	31,325	31,325
81	0	31,324	31,324
82	0	31,267	31,267
83	0	31,266	31,266
84	0	28,562	28,562
85	0	28,5	28,5
86	0	28,504	28,504
87	0	28,358	28,358
88	0	28,361	28,361
89	0	28,147	28,147
90	0	28,15	28,15
91	0	28,05	28,05
92	0	28,053	28,053
93	0	27,823	27,823
94	0	27,826	27,826
95	0	27,71	27,71
96	0	27,711	27,711
97	0	27,564	27,564
98	0	27,566	27,566
99	0	27,357	27,357
100	0	27,377	27,377
101	0	27,259	27,259
102	0	27,262	27,262
103	0	27,067	27,067
104	0	27,071	27,071
105	0	26,936	26,936
106	0	26,937	26,937
107	0	26,765	26,765
108	0	26,767	26,767
109	0	26,439	26,439
110	0	26,442	26,442
111	0	26,254	26,254
112	0	26,257	26,257
113	0	26,232	26,232
114	0	30,032	30,032
115	0	33,543	33,543
116	0	33,542	33,542
117	0	26,252	26,252
118	0	26,255	26,255
119	0	26,526	26,526
120	0	33,255	33,255
121	0	33,254	33,254
122	0	33,253	33,253
123	0	26,548	26,548

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ªFase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

124	0	26,55	26,55
125	0	26,667	26,667
126	0	33,133	33,133
127	0	33,132	33,132
128	0	26,669	26,669
129	0	26,716	26,716
130	0	33,084	33,084
131	0	33,083	33,083
132	0	26,717	26,717
133	0	26,767	26,767
137	0	26,884	26,884
138	0	32,916	32,916
139	0	32,915	32,915
140	0	26,885	26,885
141	0	26,994	26,994
144	0	31,824	31,824
145	0	31,823	31,823
146	0	31,84	31,84
147	0	31,839	31,839
148	0	31,913	31,913
149	0	31,912	31,912
152	0	32,027	32,027
153	0	32,026	32,026
154	0	32,095	32,095
155	0	32,094	32,094
158	0	32,342	32,342
159	0	32,341	32,341
160	0	32,382	32,382
161	0	32,381	32,381
164	0	32,519	32,519
165	0	32,518	32,518
166	0	32,586	32,586
167	0	32,585	32,585
170	0	32,807	32,807
171	0	32,806	32,806
172	0	26,995	26,995
173	0	27,073	27,073
174	0	27,214	27,214
175	0	27,281	27,281
176	0	27,335	27,335
177	0	27,422	27,422
178	0	27,46	27,46
179	0	27,565	27,565
180	0	27,709	27,709
181	0	27,777	27,777
182	0	27,89	27,89
183	0	27,963	27,963
186	0	27,98	27,98
187	0	27,981	27,981
188	0	27,964	27,964
189	0	27,891	27,891
190	0	27,824	27,824
192	0	27,778	27,778
193	0	27,71	27,71
195	0	27,461	27,461
196	0	27,423	27,423
198	0	27,282	27,282
199	0	27,215	27,215
201	0	33,165	33,165
202	0	33,163	33,163
203	0	33,162	33,162

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ªFase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

204	0	26,639	26,639
205	0	30,011	30,011
206	0	30,035	30,035
207	0	26,235	26,235
208	0	26,259	26,259
209	0	30,011	30,011
210	0	30,011	30,011
211	0	30,011	30,011
212	0	30,011	30,011
213	0	26,274	26,274
214	0	29,875	29,875
215	0	29,851	29,851
216	0	29,845	29,845
217	0	29,821	29,821
218	0	29,808	29,808
219	3	26,337	23,337*
220	3	26,393	23,393
221	3	26,641	23,641
222	3	26,681	23,681
223	3	26,746	23,746
224	3	26,867	23,867
225	3	26,933	23,933
226	3	26,944	23,944
227	3	26,651	23,651
228	3	26,567	23,567
229	3	26,8	23,8
230	3	27,007	24,007
231	3	27,122	24,122
232	3	27,199	24,199
233	3	27,377	24,377
234	3	27,48	24,48
235	3	27,697	24,697
236	3	27,855	24,855
237	3	27,957	24,957
239	3	27,977	24,977
240	3	27,978	24,978
241	3	27,979	24,979
242	3	27,482	24,482
243	3	27,483	24,483
244	3	27,482	24,482
245	3	27,379	24,379
246	3	27,38	24,38
247	3	27,381	24,381
248	3	27,201	24,201
249	3	27,202	24,202
250	3	27,203	24,203
251	3	27,124	24,124
252	3	27,124	24,124
253	3	27,125	24,125
254	3	27,008	24,008
255	3	27,009	24,009
256	3	27,01	24,01
257	3	26,945	23,945
258	3	26,946	23,946
259	3	26,947	23,947
260	3	26,934	23,934
261	3	26,934	23,934
262	3	26,935	23,935
263	3	26,868	23,868
264	3	26,868	23,868
265	3	26,869	23,869

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

266	3	26,747	23,747
267	3	26,748	23,748
268	3	26,749	23,749
269	3	26,682	23,682
270	3	26,683	23,683
271	3	26,684	23,684
272	3	26,652	23,652
273	3	26,652	23,652
274	3	26,653	23,653
275	3	26,394	23,394
276	3	26,395	23,395
277	3	26,396	23,396
278	3	26,567	23,567
279	3	26,568	23,568
280	3	26,569	23,569
281	3	26,8	23,8
282	3	26,801	23,801
283	3	26,802	23,802
284	3	27,008	24,008
285	3	27,008	24,008
286	3	27,009	24,009
287	3	27,122	24,122
288	3	27,123	24,123
289	3	27,124	24,124
290	3	27,2	24,2
291	3	27,2	24,2
292	3	27,201	24,201
293	3	27,377	24,377
294	3	27,378	24,378
295	3	27,379	24,379
296	3	27,698	24,698
297	3	27,699	24,699
298	3	27,7	24,7
299	3	27,856	24,856
300	3	27,856	24,856
301	3	27,857	24,857
302	3	27,99	24,99
303	3	27,99	24,99
304	3	27,991	24,991
305	3	27,981	24,981
306	3	27,981	24,981
307	3	27,982	24,982
308	3	27,946	24,946
309	3	27,947	24,947
310	3	27,948	24,948
311	3	27,854	24,854
312	3	27,855	24,855
313	3	27,856	24,856
314	3	27,668	24,668
315	3	27,669	24,669
316	3	27,67	24,67
317	3	27,726	24,726
318	3	27,727	24,727
319	3	27,728	24,728
320	3	27,474	24,474
321	3	27,474	24,474
322	3	27,475	24,475
323	3	27,567	24,567
324	3	27,567	24,567
325	3	27,568	24,568
326	3	27,26	24,26

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ªFase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

327	3	27,26	24,26
328	3	27,261	24,261
329	3	27,303	24,303
330	3	27,304	24,304
331	3	27,305	24,305
332	3	27,131	24,131
333	3	27,131	24,131
334	3	27,132	24,132
335	3	27,197	24,197
336	3	27,198	24,198
337	3	27,199	24,199
338	3	27,025	24,025
339	3	27,025	24,025
340	3	27,026	24,026
341	3	26,954	23,954
342	3	26,954	23,954
343	3	26,955	23,955
344	3	26,873	23,873
345	3	26,873	23,873
346	3	26,874	23,874
347	3	26,78	23,78
348	3	26,78	23,78
349	3	26,781	23,781
350	3	26,644	23,644
351	3	26,645	23,645
352	3	26,644	23,644
352	3	27,958	24,958
353	3	27,958	24,958
354	3	27,959	24,959
355	3	26,779	23,779
356	3	26,872	23,872
357	3	26,954	23,954
358	3	27,025	24,025
359	3	27,13	24,13
360	3	27,197	24,197
361	3	27,259	24,259
362	3	27,303	24,303
363	3	27,474	24,474
364	3	27,566	24,566
365	3	27,668	24,668
366	3	27,726	24,726
367	3	27,854	24,854
368	3	27,946	24,946
369	3	27,98	24,98
370	3	27,989	24,989
371	3	29,746	26,746
372	3	29,684	26,684
373	3	29,417	26,417
374	3	29,375	26,375
375	3	29,303	26,303
376	3	29,182	26,182
377	3	29,116	26,116
378	3	29,105	26,105
379	3	29,406	26,406
380	3	29,493	26,493
381	3	29,26	26,26
382	3	29,05	26,05
383	3	28,936	25,936
384	3	28,859	25,859
385	3	28,681	25,681
386	3	28,579	25,579

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

387	3	28,358	25,358
388	3	28,201	25,201
389	3	28,098	25,098
390	3	28,076	25,076
391	3	29,301	26,301
392	3	29,209	26,209
393	3	29,127	26,127
394	3	29,052	26,052
395	3	28,95	25,95
396	3	28,885	25,885
397	3	28,821	25,821
398	3	28,607	25,607
399	3	28,515	25,515
400	3	28,407	25,407
401	3	28,353	25,353
402	3	28,237	25,237
403	3	28,147	25,147
404	3	28,112	25,112
405	3	28,103	25,103
406	3	28,778	25,778
407	3	28,62	25,62
408	3	29,413	26,413

NOTA:

- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor presión.

Resultados Unidades Terminales

Radiadores

Nudo Orig.	Local	Tipo	Modelo	Nº el.	Long. (mm)	te (°C)	ts (°C)	Pot. el/m (W)	Pot. emit. (W)	Q dem. (l/s)	P.Det/VEA (mca)	Q Det/VEA (l/s)
20	Distribuidor Pl. Baja	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	7,305	0,0538
55	Distribuidor Pl. Baja	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	6,935	0,0538
57	Director	Alum. elem. vert.	JET 80	12		75	65	160,96	1.931,46	0,0461	6,296	0,0461
59	Jefe Estudios	Alum. elem. vert.	JET 80	10		75	65	160,96	1.609,55	0,0385	5,956	0,0385
61	Sala de profesores	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	5,689	0,0538
63	Sala de profesores	Alum. elem. vert.	JET 80	13		75	65	160,96	2.092,42	0,05	5,314	0,05
66	Distribuidor Pl. Baja	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	5,075	0,0538
68	Aula Desdoble 3	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	4,695	0,0538
70	Aula Desdoble 2	Alum. elem. vert.	JET 80	11		75	65	160,96	1.770,51	0,0423	4,404	0,0423
72	Aula Desdoble 1	Alum. elem. vert.	JET 80	13		75	65	160,96	2.092,42	0,05	4,176	0,05
74	Distribuidor Pl. Baja	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	3,722	0,0538
76	Distribuidor Pl. Baja	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	3,528	0,0538
78	Distribuidor Pl. Baja	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	3,106	0,0538
80	Aula Informática	Alum. elem. vert.	JET 80	15		75	65	160,96	2.414,33	0,0577	2,82	0,0577
82	Aula Informática	Alum. elem. vert.	JET 80	14		75	65	160,96	2.253,37	0,0538	2,704	0,0538
115	Distribuidor Pl. Baja	Alum. elem. vert.	JET 80	13		75	65	160,96	2.092,42	0,05	7,287	0,05
121	Distribuidor Pl. Baja	Alum. elem. vert.	JET 80	13		75	65	160,96	2.092,42	0,05	6,702	0,05
126	Secretaría	Alum. elem. vert.	JET 80	11		75	65	160,96	1.770,51	0,0423	6,464	0,0423
130	Secretaría	Alum. elem. vert.	JET 80	10		75	65	160,96	1.609,55	0,0385	6,366	0,0385
138	Biblioteca	Alum. elem. vert.	JET 80	11		75	65	160,96	1.770,51	0,0423	6,029	0,0423
144	Aula Informática	Alum. elem. vert.	JET 80	11		75	65	160,96	1.770,51	0,0423	3,842	0,0423
146	Aula Informática	Alum. elem. vert.	JET 80	10		75	65	160,96	1.609,55	0,0385	3,875	0,0385
148	Aula Informática	Alum. elem. vert.	JET 80	10		75	65	160,96	1.609,55	0,0385	4,021	0,0385
152	Aula plástica y visual	Alum. elem. vert.	JET 80	9		75	65	160,96	1.448,6	0,0346	4,248	0,0346
154	Aula plástica y visual	Alum. elem. vert.	JET 80	8		75	65	160,96	1.287,64	0,0308	4,384	0,0308
158	Aula música	Alum. elem. vert.	JET 80	9		75	65	160,96	1.448,6	0,0346	4,88	0,0346
160	Aula música	Alum. elem. vert.	JET 80	9		75	65	160,96	1.448,6	0,0346	4,958	0,0346
164	Laboratorio	Alum. elem. vert.	JET 80	11		75	65	160,96	1.770,51	0,0423	5,236	0,0423

CÁLCULOS DE RADIADORES

17

**FIGUER**

ESTUDIO DE PROYECTOS

Proyecto básico, de ejecución y actividad de IES en Las Rejas (12+6). 1ª Fase
C/ Deyanira con C/ Arrastraria
San Blas 28022 (Madrid)

166	Laboratorio	Alum. elem. vert.	JET 80	10	75	65	160,96	1.609,55	0,0385	5,37	0,0385
170	Biblioteca	Alum. elem. vert.	JET 80	11	75	65	160,96	1.770,51	0,0423	5,811	0,0423
202	Aseo publico	Alum. elem. vert.	JET 80	13	75	65	160,96	2.092,42	0,05	6,524	0,05
240	Despacho Alumnos	Alum. elem. vert.	JET 80	9	75	65	160,96	1.448,6	0,0346	0,097	0,0346
242	Seminario 10	Alum. elem. vert.	JET 80	8	75	65	160,96	1.287,64	0,0308	1,096	0,0308
246	Seminario 9	Alum. elem. vert.	JET 80	8	75	65	160,96	1.287,64	0,0308	1,3	0,0308
249	Seminario 8	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	1,656	0,0269
252	Seminario 7	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	1,81	0,0269
255	Seminario 6	Alum. elem. vert.	JET 80	5	75	65	160,96	804,78	0,0192	2,04	0,0192
258	Seminario 5	Alum. elem. vert.	JET 80	9	75	65	160,96	1.448,6	0,0346	2,158	0,0346
261	Seminario 4	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	2,181	0,0269
264	Seminario 3	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	2,312	0,0269
267	Seminario 2	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	2,554	0,0269
270	Seminario 1	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	2,691	0,0269
273	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	2,753	0,0269
276	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	3,288	0,0269
279	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	2,924	0,0269
282	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	2,458	0,0231
285	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	2,041	0,0231
288	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	1,812	0,0231
291	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	1,658	0,0231
294	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	1,302	0,0231
297	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	0,658	0,0231
300	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	0,343	0,0231
303	Aula Secundaria 6	Alum. elem. vert.	JET 80	7	75	65	160,96	1.126,69	0,0269	0,112	0,0269
306	Aula Secundaria 6	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	0,129	0,0231
309	Aula Secundaria 5	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	0,199	0,0231
312	Aula Secundaria 5	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	0,382	0,0231
315	Aula Secundaria 4	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	0,737	0,0231
318	Aula Secundaria 4	Alum. elem. vert.	JET 80	5	75	65	160,96	804,78	0,0192	0,626	0,0192
321	Aula Secundaria 3	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	1,131	0,0231
324	Aula Secundaria 3	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	0,947	0,0231
327	Aula Secundaria 2	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	1,56	0,0231
330	Aula Secundaria 2	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	1,474	0,0231
333	Aula Secundaria 1	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	1,818	0,0231
336	Aula Secundaria 1	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	1,686	0,0231
339	Apoyo 1	Alum. elem. vert.	JET 80	4	75	65	160,96	643,82	0,0154	2,025	0,0154
342	Apoyo 1	Alum. elem. vert.	JET 80	4	75	65	160,96	643,82	0,0154	2,171	0,0154
345	Apoyo 1	Alum. elem. vert.	JET 80	4	75	65	160,96	643,82	0,0154	2,335	0,0154
348	Despacho Orientción	Alum. elem. vert.	JET 80	5	75	65	160,96	804,78	0,0192	2,52	0,0192
350	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	2,768	0,0231
353	Distribuidor PI Primera	Alum. elem. vert.	JET 80	6	75	65	160,96	965,73	0,0231	0,139	0,0231

Resultados Generadores

Calderas

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Tipo	Combustible	Pot.Cal. (kW)	P.M.T. (bar)	Tº M.T. (°C)
1	2	Condensación	Gas	113	4	85

Cálculos Complementarios

BOMBA/CIRCULADOR.

$$P = (9,81 \times Q \times h) / (\eta / 100)$$

Siendo:

P = Potencia de la bomba/circulador (W).

Q = Caudal de trasiego (l/s).

CÁLCULOS DE RADIADORES



h = Energía que proporciona la bomba/circulador (mca).

η = Rendimiento de la bomba/circulador (%).

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Rama	Q(l/s)	h(mca)	η (%)	P(W)
14	1,4188	3,8	65	81,37
127	1,4188	3,8	65	81,37
244	0,942	3,8	65	54,03



ANEXO DE CALCULOS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$P_{t_i} = P_{t_j} + \Delta P_{t_{ij}}$$

$$P_t = P_s + P_d$$

$$P_d = \frac{\rho}{2} \cdot v^2$$

$$v_{ij} = 1000 \cdot |Q_{ij}| / 3,6 \cdot A_{ij}$$

Siendo:

P_t = Presión total (Pa).

P_s = Presión estática (Pa).

P_d = Presión dinámica (Pa).

ΔP_t = Pérdida de presión total (Energía por unidad de volumen) (Pa).

ρ = Densidad del fluido (kg/m³).

v = Velocidad del fluido (m/s).

Q = Caudal (m³/h).

A = Área (mm²).

Conductos

$$\Delta P_{t_{ij}} = r_{ij} \cdot Q_{ij}^2$$

$$r_{ij} = 10^9 \cdot 8 \cdot \rho \cdot f_{ij} \cdot L_{ij} / 12,96 \cdot \rho \cdot D_{e_{ij}}^5$$

$$f = 0,25 / \rho_{g_{10}} (\rho/3,7 D_e + 5,74 / Re^{0,9}) \rho$$

$$Re = \rho \cdot 4 \cdot |Q_{ij}| / 3,6 \cdot \rho \cdot D_{e_{ij}}$$

Siendo:

f = Factor de fricción en conductos (adimensional).

L = Longitud de cálculo (m).

D_e = Diámetro equivalente (mm).

ρ = Rugosidad absoluta del conducto (mm).

Re = Número de Reynolds (adimensional).

ρ = Viscosidad absoluta fluido (kg/ms).

Componentes

$$\Delta P_{t_{ij}} = m_{ij} \cdot Q_{ij}^2$$

$$m_{ij} = 10^6 \cdot \rho \cdot C_{ij} / 12,96 \cdot 2 \cdot A_{ij}^2$$

C_{ij} = Coeficiente de pérdidas en el componente (relación entre la presión total y la presión dinámica)
 (Adimensional).



VENTILACION CONFORME A RITE

LOCAL	SUPERFICIE	AFORO	OLF 1	OLF 2	Capi-cape	Go	Q (l/s)	Q (m³/h)
Aula Informática	62,05	13	17	31	0,8	48	60	216
Aula Taller Tecnología	103,36	21	27	52	0,8	79	99	355
Aula plástica y visual	60,38	13	17	30	0,8	47	59	212
Aula musica	60,64	13	17	30	0,8	47	59	212
Laboratorio	74,69	15	20	37	0,8	57	71	256
Biblioteca	74,69	15	20	37	0,8	57	71	256
Secretaría	67,61	7	9	34	0,8	43	54	193
Aula Desdoble 1	24,99	17	22	12	0,8	35	43	156
Aula Desdoble 2	25	17	22	13	0,8	35	43	156
Aula Desdoble 3	25,04	17	22	13	0,8	35	43	156
Sala de profesores	63,38	10	13	32	0,8	45	56	201
Jefe Estudios	15,57	2	3	8	0,8	10	13	47
Director	20,25	3	4	10	0,8	14	18	63
Despacho Alumnos	15,44	2	3	8	0,8	10	13	46
Aula Secundaria 6	51,73	35	46	26	0,8	71	89	321
Aula Secundaria 5	51,35	35	46	26	0,8	71	89	320
Aula Secundaria 4	51,24	35	46	26	0,8	71	89	320
Aula Secundaria 3	51,31	35	46	26	0,8	71	89	320
Aula Secundaria 2	51,24	35	46	26	0,8	71	89	320
Aula Secundaria 1	51,72	35	46	26	0,8	71	89	321
Seminario 10	14,52	10	13	7	0,8	20	25	91
Seminario 9	14,66	10	13	7	0,8	20	25	91
Seminario 8	14,66	10	13	7	0,8	20	25	91
Seminario 7	14,67	10	13	7	0,8	20	25	92
Seminario 6	14,72	10	13	7	0,8	20	25	92
Seminario 5	14,79	10	13	7	0,8	20	25	92
Seminario 4	14,7	10	13	7	0,8	20	25	92
Seminario 3	14,76	10	13	7	0,8	20	25	92
Seminario 2	14,82	10	13	7	0,8	20	26	92
Seminario 1	14,75	10	13	7	0,8	20	25	92
Apoyo 1	16,43	12	16	8	0,8	24	30	107
Apoyo 2	16,37	12	16	8	0,8	24	30	107
Apoyo 3	16,7	12	16	8	0,8	24	30	108
Despacho Orientación	16,37	2	3	8	1	11	13	49

Red Conductos 1

Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³
Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s
Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³
Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s
Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40
Otros: 0

Equilibrado (%): 15
Pérdidas secundarias (%): 10
Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

Resultados Nudos:

Nudo	P.Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	28,65	-55,98	-27,33				
2	28,65	32,41	61,06				
3	28,65	-54,95	-26,3				
4	28,65	-47,26	-18,61				
5	28,65	-42,97	-14,32	995	-14,32	0*	
6	28,65	31,73	60,37				
7	28,65	24,04	52,69				
14	17,74	3,23	20,97				
15	13,26	8,19	21,45				
16	0,33	9,52	9,84				
17	13,26	0,24	13,51				
18	9,43	4,49	13,92				
19	0,33	5,2	5,52				
20	9,43	0,71	10,15				
21	4,48	6,01	10,49				
22	0,91	4,99	5,9				
23	4,48	0,72	5,2				
24	1,35	3,74	5,09				
25	0,91	2,75	3,66				
26	1,35	3,41	4,76				
27	1,35	2,92	4,27				
28	1,35	1,69	3,04				
29	1,35	1,2	2,55				
30	1,35	0,79	2,14	108	1,91	0	0,23
31	0,34	1,79	2,12				
32	0,34	1,57	1,91	108	1,91	0*	
33	0,33	9,48	9,81	106	1,83	0	7,98
34	0,33	5,17	5,5	106	1,83	0	3,67
35	0,91	4,93	5,85	177,5	2,38	0	3,46



36	0,91	2,64	3,55	177,5	2,38	0	1,17
31	1,3	23,67	24,97				
32	17,74	7,23	24,97				
33	28,65	3,48	32,13				
34	1,3	23,24	24,54	106	1,83	0	22,71
35	0,33	24,2	24,53				
36	0,33	24,06	24,38	106	1,83	0	22,55

Resultados Ramas:

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
1	1	2		Ventilador			995				-88,392
3	3	4		Codo		Asp./0,2683	-995				7,685
2	1	3	0,32	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0201	-995	200x200	219	6,91(*)	1,033
4	4	5	1,32	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0201	-995	200x200	219	6,91	4,291
6	6	7		Codo		Imp./0,2683	995				7,685
5	2	6	0,21	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0201	995	200x200	219	6,91	0,688
14	14	15		Derivación T		Imp./-0,0362	677				-0,48
15	14	16		Derivación T		Imp./34,242	106				11,133
17	17	18		Derivación T		Imp./-0,044	571				-0,415
18	17	19		Derivación T		Imp./24,5608	106				7,985
16	15	17	4,99	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0212	677	200x200	219	4,7	7,946
20	20	21		Derivación T		Imp./-0,0774	393,5				-0,347
21	20	22		Derivación T		Imp./4,6592	177,5				4,247
19	18	20	3,25	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0218	571	200x200	219	3,97	3,777
23	23	24		Derivación T		Imp./0,0855	216				0,115
24	23	25		Derivación T		Imp./1,6929	177,5				1,543
22	21	23	8,99	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0232	393,5	200x200	219	2,73	5,291
26	26	27		Codo		Imp./0,3635	216				0,491
25	24	26	1,64	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0261	216	200x200	219	1,5	0,327
28	28	29		Codo		Imp./0,3635	216				0,491
27	27	28	6,13	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0261	216	200x200	219	1,5	1,224
30	30	31		Rejilla		Imp./0,04	108				0,013
29	29	30	2,08	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0261	216	200x200	219	1,5	0,414
31	31	32	3,71	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0307	108	200x200	219	0,75	0,218
32	16	33	0,59	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0308	106	200x200	219	0,74	0,034
33	19	34	0,46	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0308	106	200x200	219	0,74	0,026
34	22	35	0,37	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0273	177,5	200x200	219	1,23	0,052
35	25	36	0,75	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0273	177,5	200x200	219	1,23	0,106
30	33	31		Bifurcación T		Imp./5,507	212				7,162
31	33	32		Bifurcación T		Imp./0,4037	783				7,162
29	7	33	6,31	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0201	995	200x200	219	6,91	20,559
32	32	14	1,92	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0207	783	200x200	219	5,44	3,993
34	34	35		Rejilla		Imp./0,04	106				0,013
33	31	34	2,21	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0262	212	200x200	219	1,47	0,427
35	35	36	2,55	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0308	106	200x200	219	0,74	0,145

Resultados Unidades Terminales:

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
30	Aula Informática	Simple Deflex.H	108	1,91	1,9	2,27	5,94	250x100				
32	Aula Informática	Simple Deflex.H	108	1,91	1,9	2,27	5,94	250x100				
33	Aula plástica y visual	Simple Deflex.H	106	1,83	1,87	2,22	5,58	250x100				
34	Aula plástica y visual	Simple Deflex.H	106	1,83	1,87	2,22	5,58	250x100				
35	Aula Taller Tecnología	Simple Deflex.H	177,5	2,38	2,15	3,12	10,67	250x150				
36	Aula Taller Tecnología	Simple Deflex.H	177,5	2,38	2,15	3,12	10,67	250x150				
34	Aula musica	Simple Deflex.H	106	1,83	1,87	2,22	5,58	250x100				
36	Aula musica	Simple Deflex.H	106	1,83	1,87	2,22	5,58	250x100				



NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

Ventilador:

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 128,392

Caudal "Q" (m³/h) = 995

Potencia (W) = (P x Q) / (3600 x Rend.) = (128,392 x 995) / (3600 x 0,762) = 47

Wesp = 170 W/(m³/s) Categoría SFP 1

Red de Conductos 2

Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

Resultados Nudos:

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m³/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	27,79	-57,03	-29,24				
2	27,79	29,11	56,9				
3	27,79	-56,34	-28,55				
4	27,79	-48,85	-21,06				
5	27,79	-41,68	-13,89	980	-13,89	0*	
6	27,79	28,87	56,65				
7	27,79	21,38	49,16				
10	27,79	1,35	29,14				
11	8,75	18,4	27,15				
12	0,47	2,52	2,99				
13	0,44	2,79	3,23				



18	8,44	11,07	19,5				
19	1,9	16,76	18,66				
20	0,47	11,27	11,74				
21	0,7	11,04	11,74				
22	1,9	14,34	16,24				
23	1,9	13,67	15,57				
24	1,9	12,8	14,7	128	2,68	0	12,02
25	0,47	14,2	14,68				
26	0,47	14	14,48	128	2,68	0	11,8
27	0,44	2,63	3,07	156	1,83	0*	1,23
28	0,7	17,77	18,48	156	1,83	0	16,64
29	0,7	10,73	11,43	156	1,83	0	9,6
30	0,47	2,2	2,68	128	2,68	0	
31	0,47	10,95	11,43	128	2,68	0	8,75
14	8,75	14,66	23,41				
15	8,44	15,32	23,76				
16	0,7	18,08	18,79				
29	27,79	14,78	42,57				
30	27,79	7,29	35,08				

Resultados Ramas:

Linea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	1	2		Ventilador			980				-86,148
3	3	4		Codo		Asp./0,2695	-980				7,49
2	1	3	0,22	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0201	-980	200x200	219	6,81(*)	0,691
4	4	5	2,26	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0201	-980	200x200	219	6,81	7,168
6	6	7		Codo		Imp./0,2695	980				7,49
5	2	6	0,08	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0201	980	200x200	219	6,81	0,249
10	10	11		Deriv. T Doble		Imp./0,2276	696				1,991
11	10	12		Deriv. T Doble		Imp./55,1489	128				26,145
12	10	13		Deriv. T Doble		Imp./58,9309	156				25,906
13	11	14	3,96	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0213	696	225x225	246	3,82	3,738
18	18	19		Deriv. T Doble		Imp./0,4466	256				0,847
19	18	20		Deriv. T Doble		Imp./16,374	128				7,763
20	18	21		Deriv. T Doble		Imp./11,0237	156				7,763
17	15	18	4,06	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,022	540	200x200	219	3,75	4,257
22	22	23		Codo		Imp./0,3518	256				0,667
21	19	22	8,94	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0252	256	200x200	219	1,78	2,42
24	24	25		Rejilla		Imp./0,04	128				0,019
23	23	24	3,22	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0252	256	200x200	219	1,78	0,871
25	25	26	2,53	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0294	128	200x200	219	0,89	0,2
26	13	27	2,57	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0287	156	225x225	246	0,86	0,165
27	16	28	2,76	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0281	156	200x200	219	1,08	0,308
28	21	29	2,75	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0281	156	200x200	219	1,08	0,307
29	12	30	4,04	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0294	128	200x200	219	0,89	0,319
30	20	31	3,99	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0294	128	200x200	219	0,89	0,315
14	14	15		Derivación T		Imp./-0,0415	540				-0,35
15	14	16		Derivación T		Imp./6,5648	156				4,623
28	29	30		Codo		Imp./0,2695	980				7,49
27	7	29	2,08	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0201	980	200x200	219	6,81	6,597
29	30	10	1,88	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0201	980	200x200	219	6,81	5,939

Resultados Unidades Terminales:

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vias (mm)	Nº tob.fila x nº filas
24	Biblioteca	Simple Deflex.H	128	2,68	2,25	2,71	9,54	250x100				
26	Biblioteca	Simple Deflex.H	128	2,68	2,25	2,71	9,54	250x100				



27	Aula Desdoble 1	Simple Deflex.H	156	1,83	1,91	2,75	7,96	250x150				
28	Aula Desdoble 2	Simple Deflex.H	156	1,83	1,91	2,75	7,96	250x150				
29	Aula Desdoble 3	Simple Deflex.H	156	1,83	1,91	2,75	7,96	250x150				
30	Laboratorio	Simple Deflex.H	128	2,68	2,25	2,71	9,54	250x100				
31	Laboratorio	Simple Deflex.H	128	2,68	2,25	2,71	9,54	250x100				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

Ventilador:

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 126,148

Caudal "Q" (m³/h) = 980

Potencia (W) = (P x Q) / (3600 x Rend.) = (126,148 x 980) / (3600 x 0,762) = 45

Wesp = 165 W/(m³/s) Categoría SFP 1

Red de Conductos 3**Datos Generales**Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

Resultados Nudos:

Nudo	P.Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m³/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	7,35	-15,4	-8,05				
2	7,35	8,64	15,99				
3	7,35	-14,84	-7,49				
4	7,35	-12,54	-5,19				
5	7,35	-11,03	-3,67	504	-3,68	0*	
6	7,35	8,29	15,64				



7	7,35	5,99	13,34				
8	7,35	4,13	11,48				
9	2,8	8,79	11,59				
10	1,08	7,57	8,65				
11	2,8	4,31	7,11				
12	2,8	3,37	6,16				
13	2,8	1,12	3,92	63	2,56	0*	1,36
14	1,78	2,3	4,08				
15	1,78	0,78	2,56	47	2,56	0	-0
16	1,17	1,49	2,66				
17	1,17	0,74	1,91	100,5	1,62	0	0,29
18	0,29	1,6	1,9				
19	0,29	1,44	1,74	100,5	1,62	0	0,12
20	1,08	6,65	7,73	96,5	2,56	0	5,17
21	0,27	7,45	7,72				
22	0,27	7,1	7,37	96,5	2,56	0	4,81

Resultados Ramas:

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	1	2		Ventilador			504				-24,043
3	3	4		Codo		Asp./0,3132	-504				2,302
2	1	3	0,61	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0222	-504	200x200	219	3,5(*)	0,562
4	4	5	1,63	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0222	-504	200x200	219	3,5	1,511
6	6	7		Codo		Imp./0,3132	504				2,302
5	2	6	0,38	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0222	504	200x200	219	3,5	0,351
8	8	9		Derivación T		Imp./0,0397	311				-0,111
9	8	10		Derivación T		Imp./2,6279	193				2,832
7	7	8	2,01	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0222	504	200x200	219	3,5	1,857
11	11	12		Codo		Imp./0,3391	311				0,949
10	9	11	11,66	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0242	311	200x200	219	2,16	4,48
13	13	14		Rejilla		Imp./-0,0937	248				-0,167
12	12	13	5,85	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0242	311	200x200	219	2,16	2,247
15	15	16		Rejilla		Imp./-0,0889	201				-0,104
14	14	15	5,96	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0254	248	200x200	219	1,72	1,525
17	17	18		Rejilla		Imp./0,04	100,5				0,012
16	16	17	4,3	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0265	201	200x200	219	1,4	0,756
18	18	19	3,09	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0312	100,5	200x200	219	0,7	0,159
20	20	21		Rejilla		Imp./0,04	96,5				0,011
19	10	20	5,63	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0268	193	200x200	219	1,34	0,92
21	21	22	7,35	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0315	96,5	200x200	219	0,67	0,354

Resultados Unidades Terminales:

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lx nº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
13	Director	Simple Deflex.H	63	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
15	Jefe Estudios	Simple Deflex.H	47	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
17	Sala de profesores	Simple Deflex.H	100,5	1,62	1,77	2,1	4,59	250x100				
19	Sala de profesores	Simple Deflex.H	100,5	1,62	1,77	2,1	4,59	250x100				
20	Secretaría	Simple Deflex.H	96,5	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
22	Secretaría	Simple Deflex.H	96,5	2,56	2,24	2,42	9	200x100				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.



Ventilador:

Nudo Origen: 1
Nudo Destino: 2
Presión "P" (Pa) = 64,043
Caudal "Q" (m³/h) = 504
Potencia (W) = (P x Q) / (3600 x Rend.) = (64,043 x 504) / (3600 x 0,762) = 12
Wesp = 86 W/(m³/s) Categoría SFP 1

Red de Conductos 4

Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³
Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s
Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³
Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s
Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40
Otros: 0

Equilibrado (%): 15
Pérdidas secundarias (%): 10
Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

Resultados Nudos:

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m³/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	29,34	20,74	50,09				
2	29,34	-62,34	-33				
3	29,34	-61,42	-32,08				
4	29,34	-53,58	-24,24				
5	29,34	-44,01	-14,67	1.007	-14,67	0*	
6	29,34	19,78	49,12				
7	29,34	11,93	41,28				
8	29,34	6,58	35,92				
9	2,96	28,18	31,14				
10	3,9	4,84	8,74				
11	1,85	7,02	8,87				
12	2,96	27,05	30,02	160	1,94	0	28,08
13	0,74	29,25	29,99				
14	0,74	28,88	29,62	160	1,94	0	27,69
15	3,9	0,83	4,73				
16	0,06	3,26	3,32				
17	2,98	0,37	3,35				
18	2,98	-0,58	2,4	160,5	1,95	0	0,45



19	0,75	1,62	2,37				
20	0,75	1,2	1,95	160,5	1,95	0	-0
21	0,06	3,17	3,24				
22	0,06	3,15	3,21				
23	0,06	3,12	3,18	46	2,56	0	0,62
24	1,85	5,78	7,63				
25	1,85	5,14	6,99				
26	1,85	4,52	6,37	160	1,94	0*	4,43
27	0,74	5,69	6,43				
28	0,74	5,35	6,09	160	1,94	0	4,15

Resultados Ramas:

Linea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
1	2	1		Ventilador			1.007				-83,087
3	3	4		Codo		Asp./0,2673	-1.007				7,842
2	2	3	0,28	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,02	-1.007	200x200	219	6,99(*)	0,921
4	4	5	2,87	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,02	-1.007	200x200	219	6,99	9,568
6	6	7		Codo		Imp./0,2673	1.007				7,842
5	1	6	0,29	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,02	1.007	200x200	219	6,99	0,968
8	8	9		Deriv. T Doble		Imp./1,6131	320				4,779
9	8	10		Deriv. T Doble		Imp./6,975	367				27,183
10	8	11		Deriv. T Doble		Imp./14,6216	320				27,047
7	7	8	1,61	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,02	1.007	200x200	219	6,99	5,355
12	12	13		Rejilla		Imp./0,04	160				0,03
11	9	12	2,78	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0241	320	200x200	219	2,22	1,125
13	13	14	3,13	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0279	160	200x200	219	1,11	0,366
14	10	15	7,74	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0235	367	200x200	219	2,55	4,012
15	15	16		Derivación I		Imp./22,8976	46				1,402
16	15	17		Derivación I		Imp./0,4605	321				1,373
18	18	19		Rejilla		Imp./0,04	160,5				0,03
17	17	18	2,35	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0241	321	200x200	219	2,23	0,957
19	19	20	3,55	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0279	160,5	200x200	219	1,11	0,418
21	21	22		Codo		Imp./0,42	46				0,026
20	16	21	6,58	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0387	46	200x200	219	0,32	0,088
22	22	23	1,9	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0387	46	200x200	219	0,32	0,025
24	24	25		Codo		Imp./0,3438	320				0,636
23	11	24	5,43	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0245	320	225x225	246	1,76	1,248
26	26	27		Rejilla		Imp./-0,0872	160				-0,065
25	25	26	2,7	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0245	320	225x225	246	1,76	0,621
27	27	28	2,95	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0279	160	200x200	219	1,11	0,345

Resultados Unidades Terminales:

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vias (mm)	Nº tob.fila x nº filas
12	Aula Secunadria 5	Simple Deflex.H	160	1,94	1,95	2,82	8,46	250x150				
14	Aula Secunadria 5	Simple Deflex.H	160	1,94	1,95	2,82	8,46	250x150				
18	Aula Secunadria 6	Simple Deflex.H	160,5	1,95	1,96	2,82	8,52	250x150				
20	Aula Secunadria 6	Simple Deflex.H	160,5	1,95	1,96	2,82	8,52	250x150				
23	Despacho Alumnos	Simple Deflex.H	46	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
26	Aula Secunadria 4	Simple Deflex.H	160	1,94	1,95	2,82	8,46	250x150				
28	Aula Secunadria 4	Simple Deflex.H	160	1,94	1,95	2,82	8,46	250x150				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.



Ventilador:

Nudo Origen: 2

Nudo Destino: 1

Presión "P" (Pa) = 123,087

Caudal "Q" (m³/h) = 1.007

Potencia (W) = (P x Q) / (3600 x Rend.) = (123,087 x 1.007) / (3600 x 0,762) = 45

Wesp = 161 W/(m³/s) Categoría SFP 1

Red de Conductos 5

Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

Resultados Nudos:

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m³/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	36,32	-75,45	-39,13				
2	36,32	40,3	76,63				
3	36,32	-74,31	-37,99				
4	36,32	-65,38	-29,06				
5	36,32	-54,48	-18,16	1.418	-18,16	0*	
6	36,32	39,59	75,91				
7	36,32	30,66	66,98				
8	36,32	25,03	61,35				
9	36,32	16,1	52,42				
10	36,32	12,27	48,6				
11	24,56	23,39	47,95				
12	0,74	13,48	14,22				
13	0,24	13,84	14,09				
14	24,56	13,53	38,09				
15	24,17	13,9	38,07				
16	0,74	14,27	15,01				
17	0,24	14,51	14,76				
18	24,17	1,43	25,6				



19	7,32	16,47	23,79				
20	2,96	0,28	3,24				
21	0,24	2,4	2,64				
22	7,32	10,9	18,22				
23	1,83	15,73	17,56				
24	0,75	10,73	11,47				
25	0,24	11,21	11,45				
26	0,24	16,09	16,33				
27	0,75	15,58	16,33				
28	1,83	14,96	16,79				
29	0,24	15,99	16,23	91	2,56	0*	13,67
30	0,24	13,76	14	92	2,56	0	11,44
31	0,74	13,13	13,87	160	1,94	0	11,93
32	0,24	14,43	14,67	92	2,56	0	12,11
33	0,74	13,94	14,68	160	1,94	0	12,74
34	0,24	2,32	2,56	91	2,56	0	-0
35	2,96	-0,62	2,34	160	1,94	0	0,4
36	0,74	1,57	2,31				
37	0,74	1,21	1,95	160	1,94	0	0,02
38	0,24	11,12	11,36	91	2,56	0	8,8
39	0,75	10,09	10,84	160,5	1,95	0	8,89
40	0,75	15,2	15,95	160,5	1,95	0	14

Resultados Ramas:

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	1	2		Ventilador			1.418				-115,752
3	3	4		Codo		Asp./0,2458	-1.418				8,929
2	1	3	0,32	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0192	-1.418	225x225	246	7,78(*)	1,136
4	4	5	3,07	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0192	-1.418	225x225	246	7,78	10,899
6	6	7		Codo		Imp./0,2458	1.418				8,929
5	2	6	0,2	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0192	1.418	225x225	246	7,78	0,713
8	8	9		Codo		Imp./0,2458	1.418				8,929
7	7	8	1,59	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0192	1.418	225x225	246	7,78	5,631
10	10	11		Deriv. T Doble		Imp./0,0263	1.166				0,645
11	10	12		Deriv. T Doble		Imp./46,4065	160				34,375
12	10	13		Deriv. T Doble		Imp./140,8933	92				34,506
9	9	10	1,08	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0192	1.418	225x225	246	7,78	3,829
14	14	15		Deriv. T Doble		Imp./0,0008	914				0,019
15	14	16		Deriv. T Doble		Imp./31,1513	160				23,075
16	14	17		Deriv. T Doble		Imp./95,2654	92				23,331
13	11	14	4,01	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0197	1.166	225x225	246	6,4	9,863
18	18	19		Deriv. T Doble		Imp./0,2473	503				1,811
19	18	20		Deriv. T Doble		Imp./7,5464	320				22,36
20	18	21		Deriv. T Doble		Imp./95,837	91				22,964
17	15	18	4,49	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0203	914	200x200	219	6,35	12,464
22	22	23		Deriv. T Doble		Imp./0,36	251,5				0,659
23	22	24		Deriv. T Doble		Imp./9,0547	160,5				6,749
24	22	25		Deriv. T Doble		Imp./28,2837	91				6,777
21	19	22	6,05	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0222	503	200x200	219	3,49	5,571
26	28	26		Bifurcación T		Imp./1,9096	91				0,458
27	28	27		Bifurcación T		Imp./0,6139	160,5				0,458
25	23	28	2,97	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0253	251,5	200x200	219	1,75	0,778
28	26	29	2,3	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,032	91	200x200	219	0,63	0,1
29	13	30	2,02	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0319	92	200x200	219	0,64	0,089
30	12	31	3	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0279	160	200x200	219	1,11	0,351
31	17	32	1,93	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0319	92	200x200	219	0,64	0,086
32	16	33	2,85	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0279	160	200x200	219	1,11	0,333
33	21	34	1,86	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,032	91	200x200	219	0,63	0,081
35	35	36		Rejilla		Imp./0,04	160				0,03



34	20	35	2,24	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0241	320	200x200	219	2,22	0,906
36	36	37	3,06	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0279	160	200x200	219	1,11	0,358
37	25	38	2,01	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,032	91	200x200	219	0,63	0,087
38	24	39	5,39	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0279	160,5	200x200	219	1,11	0,635
39	27	40	3,24	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0279	160,5	200x200	219	1,11	0,382

Resultados Unidades Terminales:

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lx nº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
29	Seminario 6	Simple Deflex.H	91	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
30	Seminario 10	Simple Deflex.H	92	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
31	Aula Secunadria 3	Simple Deflex.H	160	1,94	1,95	2,82	8,46	250x150				
32	Seminario 9	Simple Deflex.H	92	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
33	Aula Secunadria 3	Simple Deflex.H	160	1,94	1,95	2,82	8,46	250x150				
34	Seminario 8	Simple Deflex.H	91	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
35	Aula Secunadria 2	Simple Deflex.H	160	1,94	1,95	2,82	8,46	250x150				
37	Aula Secunadria 2	Simple Deflex.H	160	1,94	1,95	2,82	8,46	250x150				
38	Seminario 7	Simple Deflex.H	91	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
39	Aula Secunadria 1	Simple Deflex.H	160,5	1,95	1,96	2,82	8,52	250x150				
40	Aula Secunadria 1	Simple Deflex.H	160,5	1,95	1,96	2,82	8,52	250x150				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

Ventilador:

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 155,752

Caudal "Q" (m³/h) = 1.418

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (155,752 x 1.418) / (3600 x 0,762) = 81

Wesp = 206 W/(m³/s) Categoría SFP 1

Red de Conductos 6

Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40

Otros: 0



Equilibrado (%): 15
Pérdidas secundarias (%): 10
Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

Resultados Nudos:

Nudo	P.Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	19,98	19,93	39,91				
2	19,98	-38,63	-18,65				
3	19,98	-38,19	-18,21				
4	19,98	-32,54	-12,56				
5	19,98	-29,97	-9,99	831	-9,99	0*	
6	19,98	14,04	34,02	49	2,56	0	31,46
7	17,69	17,1	34,8				
8	17,69	10,92	28,62	108	1,91	0	26,71
9	13,14	16,37	29,51				
10	13,14	12,07	25,22	107	1,87	0*	23,35
11	9,3	16,62	25,92				
12	9,3	13,46	22,76	107	1,87	0	20,89
13	6,12	17,18	23,3				
14	6,12	16,16	22,28				
15	6,12	14,21	20,33				
16	6,12	3,97	10,09				
17	0,24	8,5	8,75				
18	2,2	2,07	4,28				
19	0,24	4,22	4,46				
20	0,24	8,48	8,72	92	2,56	0	6,16
21	0,24	4,11	4,36	92	2,56	0	1,8
22	2,2	1	3,2	92	2,56	0	0,64
23	0,98	2,31	3,29				
24	0,98	1,75	2,73	92	2,56	0	0,17
25	0,24	2,48	2,72				
26	0,24	2,32	2,56	92	2,56	0	

Resultados Ramas:

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	2	1		Ventilador			831				-58,557
3	3	4		Codo		Asp./0,2826	-831				5,647
2	2	3	0,19	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0206	-831	200x200	219	5,77(*)	0,44
4	4	5	1,11	Conducto	Fibra V./0,1	Asp./0,0206	-831	200x200	219	5,77	2,573
6	6	7		Rejilla		Imp./-0,0439	782				-0,776
5	1	6	2,53	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0206	831	200x200	219	5,77	5,886
8	8	9		Rejilla		Imp./-0,0683	674				-0,897
7	7	8	2,97	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0207	782	200x200	219	5,43	6,182
10	10	11		Rejilla		Imp./-0,076	567				-0,707
9	9	10	2,72	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0212	674	200x200	219	4,68	4,296
12	12	13		Rejilla		Imp./-0,0886	460				-0,542
11	11	12	2,76	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0218	567	200x200	219	3,94	3,162
14	14	15		Codo		Imp./0,3181	460				1,948
13	13	14	1,31	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0226	460	200x200	219	3,19	1,026
16	16	17		Deriv. T Doble		Imp./5,5	92				1,347
17	16	18		Deriv. T Doble		Imp./2,6389	276				5,817
18	16	19		Deriv. T Doble		Imp./23	92				5,633
15	15	16	13,09	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0226	460	200x200	219	3,19	10,237
19	17	20	0,58	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0319	92	200x200	219	0,64	0,026
20	19	21	2,37	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0319	92	200x200	219	0,64	0,105



22	22	23		Rejilla		Imp./-0,09	184				-0,088
21	18	22	3,47	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0248	276	200x200	219	1,92	1,074
24	24	25		Rejilla		Imp./0,04	92				0,01
23	23	24	3,73	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,027	184	200x200	219	1,28	0,56
25	25	26	3,66	Conducto	Fibra V./0,1	Imp./0,0319	92	200x200	219	0,64	0,162

Resultados Unidades Terminales:

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lx nº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
6	Despacho Orientción	Simple Deflex.H	49	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
8	Apoyo 3	Simple Deflex.H	108	1,91	1,9	2,27	5,94	250x100				
10	Apoyo 2	Simple Deflex.H	107	1,87	1,88	2,24	5,76	250x100				
12	Apoyo 1	Simple Deflex.H	107	1,87	1,88	2,24	5,76	250x100				
20	Seminario 4	Simple Deflex.H	92	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
21	Seminario 5	Simple Deflex.H	92	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
22	Seminario 3	Simple Deflex.H	92	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
24	Seminario 2	Simple Deflex.H	92	2,56	2,24	2,42	9	200x100				
26	Seminario 1	Simple Deflex.H	92	2,56	2,24	2,42	9	200x100				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

Ventilador:

Nudo Origen: 2

Nudo Destino: 1

Presión "P" (Pa) = 98,557

Caudal "Q" (m³/h) = 831

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (98,557 x 831) / (3600 x 0,762) = 30

Wesp = 130 W/(m³/s) Categoría SFP 1



PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Generales

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.
2. DISPOSICIONES GENERALES.
 - 2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.
 - 2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.
 - 2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.
3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.
 - 3.1. DATOS DE LA OBRA.
 - 3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.
 - 3.3. CONDICIONES GENERALES.
 - 3.4. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.
 - 3.5. ACOPIO DE MATERIALES.
 - 3.6. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.
 - 3.7. PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.
 - 3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.
 - 3.9. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.
 - 3.10. PROTECCIÓN.
 - 3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.
 - 3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.
 - 3.13. OBRAS DE ALBAÑILERÍA.
 - 3.14. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.
 - 3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.
 - 3.16. ACCESIBILIDAD.



- 3.17. CANALIZACIONES.
 - 3.18. MANGUITOS PASAMUROS.
 - 3.19. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.
 - 3.20. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.
 - 3.21. CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.
 - 3.22. PINTURAS Y COLORES.
 - 3.23. IDENTIFICACIÓN.
 - 3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.
 - 3.25. PRUEBAS.
 - 3.26. PRUEBAS FINALES.
 - 3.27. RECEPCIÓN PROVISIONAL.
 - 3.28. PERIODOS DE GARANTÍA.
 - 3.29. RECEPCIÓN DEFINITIVA.
 - 3.30. PERMISOS.
 - 3.31. ENTRENAMIENTO.
 - 3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.
 - 3.33. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.
 - 3.34. RIESGOS.
 - 3.35. RESCISIÓN DEL CONTRATO.
 - 3.36. PRECIOS.
 - 3.37. PAGO DE OBRAS.
 - 3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.
4. DISPOSICIÓN FINAL.

Montaje

- 1. AJUSTE Y EQUILIBRADO.



2. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Mantenimiento y Uso

1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

2. PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA.

3. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD.

4. INSTRUCCIONES DE MANEJO Y MANIOBRA.

5. INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO.

6. LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS.

Inspección

1. INSPECCIONES PERIÓDICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

2. PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

3. INSPECCIONES DE LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS.



PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Generales.

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de calefacción y refrigeración, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

2. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos HE 1 "Ahorro de energía. Limitación de demanda energética", HE 2 "Ahorro de energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas", HS 3 "Salubridad. Calidad del aire interior", HS 4 "Salubridad. Suministro de agua", HS 5 "Salubridad. Evacuación de aguas", SI "Seguridad en caso de incendio" y HR "Protección frente al ruido".
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.



- Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
- Norma UNE-EN 378 sobre Sistemas de refrigeración y bombas de calor.
- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1. Chimeneas modulares.
- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2. Conductos interiores y conductos de unión metálicos.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y fluido-dinámicos. Parte 2: Chimeneas que prestan servicio a más de un generador de calor.
- Norma UNE 123001 sobre Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.
- Norma UNE-EN ISO 7730 sobre Ergonomía del ambiente térmico.
- Norma UNE-EN V 12108 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- Norma UNE-EN ISO 12241 sobre Aislamiento térmico para equipos de edificaciones e instalaciones industriales.
- Norma UNE-EN 12502 sobre Protección de materiales metálicos contra la corrosión.
- Norma UNE-EN 13410 sobre Aparatos suspendidos de calefacción por radiación que utilizan combustibles gaseosos. Requisitos de ventilación de los locales para uso no doméstico.
- Norma UNE-EN 14336 sobre Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- Norma UNE-EN ISO 16484 sobre Sistemas de automatización y control de edificios.
- Norma UNE 20324 sobre Grados de protección proporcionados por las envolventes.
- Norma UNE-EN 50194 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
- Norma UNE-EN 50244 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento.
- Norma UNE-EN 60034 sobre Máquinas eléctricas rotativas.
- Norma UNE 60670 sobre Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y evacuación de los productos de la combustión en los locales destinados a contener los aparatos a gas.
- Norma UNE-EN 61779 sobre Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 1: Requisitos generales y métodos de ensayo.
- Norma UNE-EN 61779 sobre Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 4: Requisitos de funcionamiento para los aparatos del Grupo II, pudiendo indicar una fracción volumétrica de hasta el 100 % del límite inferior de explosividad.
- Norma UNE 100012 sobre Higienización de sistemas de climatización.
- Norma UNE 100100 sobre Climatización. Código de colores.
- Norma UNE 100155 sobre Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
- Norma UNE 100156 sobre Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.
- Norma PNE 112076 sobre Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
- Norma UNE 100030-IN sobre Prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Norma UNE 60601 sobre Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.
- Norma UNE-CEN/TR 1749 IN sobre Esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de la



combustión (tipos).

- Norma UNE 100001:2001 sobre Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- Norma UNE 100002:1988 sobre Climatización. Grados-día base 15 °C.
- Norma UNE 100014 IN:2004 sobre Climatización. Bases para el proyecto.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, NTE IC Climatización.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.



2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.



3.3. CONDICIONES GENERALES.

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

3.4. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas



principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje y pruebas parciales de las redes de agua.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

3.5. ACOPIO DE MATERIALES.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

3.6. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en



Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

3.7. PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales



producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

3.9. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

3.10. PROTECCIÓN.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.



Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías, radiadores, convectores, ventiloconectores, fancoils, cajas reductoras, etc), equipos de salas de máquinas (calderas, quemadores, bombas, maquinaria frigorífica, unidades de tratamiento de aire, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como calderas, radiadores, unidades de tratamiento de aire, plantas frigoríficas, conductos, tuberías, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

3.13. OBRAS DE ALBAÑILERÍA.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

3.14. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que



rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

3.16. ACCESIBILIDAD.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

3.17. CANALIZACIONES.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.



Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

3.18. MANGUITOS PASAMUROS.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán contruidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

3.19. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

3.20. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.



3.21. CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

3.22. PINTURAS Y COLORES.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

3.23. IDENTIFICACIÓN.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de



identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Todas las redes de distribución de agua en circuito cerrado o abierto deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

Cuando se haya completado la instalación de una red de distribución de un fluido caloportador, el Contratista deberá llenarla con una solución acuosa detergente. A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua al menos durante dos horas. Después se vaciará la red y se enjuagará con agua limpia procedente de la alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de agua refrigerada y caliente (hasta 100°), una vez completada la limpieza y llenada la red, se comprobará que el agua del circuito tenga un PH ligeramente alcalino, alrededor de 7,5. Si el PH tuviese que ser ácido, se repetirá la operación de limpieza tantas veces como sea necesario.

Después de haber completado las pruebas de estanquidad de una red de distribución de agua sanitaria y antes de poner el sistema en operación, la red deberá desinfectarse, rellenándola en su totalidad con una solución que contenga, al menos, 50 partes por millón de cloro libre. Se somete el sistema a una presión de 4 bar y, durante 6 horas por lo menos, se irán abriendo todos los grifos, uno por uno, para que el cloro actúe en todos los ramales de la red.

Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejarán en su sitio por lo menos durante una semana más, hasta tanto se juzgue completada la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla.

La limpieza interior de las redes de distribución de aire se efectuará una vez completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conexionar las unidades terminales y montar los elementos de acabado y los muebles.

Se pondrán en marcha los ventiladores hasta tanto el aire a la salida de las aperturas



presente el aspecto, a simple vista, de no contener polvo.

3.25. PRUEBAS.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo 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.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

3.26. PRUEBAS FINALES.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

3.27. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de los fluidos caloportadores y la



situación de las unidades terminales.

- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

3.28. PERIODOS DE GARANTÍA.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato, con un mínimo de 12 meses, y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.29. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.30. PERMISOS.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a



las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

3.31. ENTRENAMIENTO.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

3.33. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

3.34. RIESGOS.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.



El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

3.35. RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

3.36. PRECIOS.

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberán coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

3.37. PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra



totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

4. DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Montaje

1. AJUSTE Y EQUILIBRADO.

1.1 GENERALIDADES.

Las instalaciones térmicas serán ajustadas a los valores de las prestaciones que figuren en el proyecto o memoria técnica, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.

La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.



La empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua, de acuerdo a lo siguiente:

- De cada circuito hidráulico se deberá conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- Cada bomba, de la que se deberá conocer la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y frío a los caudales y temperaturas de diseño.
- Las unidades terminales, o los dispositivos de equilibrado de los ramales, serán equilibradas al caudal de diseño.
- En circuitos hidráulicos equipados con válvulas de control de presión diferencial, se deberá ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado.
- Cuando exista más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales, mediante el procedimiento previsto en el proyecto o memoria técnica.
- De cada intercambiador de calor se deberá conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.

1.2. CONTROL AUTOMÁTICO.

Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto o memoria técnica y se comprobará el funcionamiento de los componentes que configuran el sistema de control.

Para ello, se establecerán los criterios de seguimiento basados en la propia estructura del sistema, en base a los niveles del proceso siguientes: nivel de unidades de campo, nivel de proceso, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y telegestión.

Los niveles de proceso serán verificados para constatar su adaptación a la aplicación, de acuerdo con la base de datos especificados en el proyecto o memoria técnica. Son válidos a estos efectos los protocolos establecidos en la norma UNE-EN-ISO 16484-3.

Cuando la instalación disponga de un sistema de control, mando y gestión o telegestión basado en la tecnología de la información, su mantenimiento y la actualización de las versiones de los programas deberá ser realizado por personal cualificado o por el mismo suministrador de los programas.

2. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

La empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.



- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos en generación de calor y frío en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no debe ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.
- Comprobación de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.
- Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de origen renovable.
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control.
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen.
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica.
- Comprobación del funcionamiento y de la potencia absorbida por los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

Mantenimiento y Uso

1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el "Manual de Uso y Mantenimiento" que serán, al menos, las indicadas a continuación:

<u>Operación</u>	<u>≤ 70 kW</u>	<u>> 70 kW</u>
- Limpieza de los evaporadores	1 vez año	1 vez año
- Limpieza de los condensadores	1 vez año	1 vez año
- Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	1 vez año	2 veces año
- Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	1 vez año	1 vez mes
- Comprobación y limpieza del circuito de humos de calderas	1 vez año	2 veces año
- Comprobación y limpieza de conductos de humos y chimenea	1 vez año	2 veces año
- Limpieza del quemador de la caldera	1 vez año	1 vez mes
- Revisión del vaso de expansión	1 vez año	1 vez mes
- Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	1 vez año	1 vez mes
- Comprobación de material refractario	-	2 veces año
- Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	1 vez año	1 vez mes
- Revisión general de calderas de gas	1 vez año	1 vez año
- Revisión general de calderas de gasóleo	1 vez año	1 vez año
- Comprobación de niveles de agua en circuitos	1 vez año	1 vez mes
- Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	-	1 vez año
- Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	-	2 veces año
- Comprobación de tarado de elementos de seguridad	-	1 vez mes



- Revisión y limpieza de filtros de agua	-	2 veces año	
- Revisión de baterías de intercambio térmico	-	1 vez año	
- Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	1 vez año	1 vez mes	
- Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	1 vez año	2 veces año	
- Revisión de unidades terminales agua-aire	1 vez año	2 veces año	
- Revisión de equipos autónomos	1 vez año	2 veces año	
- Revisión de bombas y ventiladores	-	1 vez mes	
- Revisión del estado del aislamiento térmico	1 vez año	1 vez año	
- Revisión del sistema de control automático	1 vez año	2 veces año	
- Comprobación del estado del almacenamiento del biocomb. sólido	1 vez semana		1 vez
semana			
- Apertura y cierre contenedor en instalaciones de biocomb. sólido	2 veces año		2 veces
año			
- Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocomb. sólido	1 vez mes	1 vez mes	
- Control visual de la caldera de biomasa	1 vez semana		1 vez
semana			
- Comprobación y limpieza del circuito de humos de calderas y conductos			
de humos y chimeneas en calderas de biomasa	1 vez año	1 vez mes	
- Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	1 vez mes	1 vez mes	

Es responsabilidad del mantenedor autorizado o del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de las mismas a las características técnicas de la instalación.

2. PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA.

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas a continuación:

<u>Medidas de generadores de calor</u>	<u>Periodicidad</u>		
	<u>20 kW < P ≤ 70 kW</u>	<u>70 kW < P ≤ 1000 kW</u>	<u>P > 1000 kW</u>
- Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	cada dos años	cada 3 meses	una vez al mes
- Temperatura ambiente del local o sala máquinas	cada dos años	cada 3 meses	una vez al mes
- Temperatura de los gases de combustión	cada dos años	cada 3 meses	una vez al mes
- Contenido CO y CO ₂ en productos combustión	cada dos años	cada 3 meses	una vez al mes
- Índice opacidad de humos en comb. sólidos o líquidos			
y de contenido de partículas sólidas en comb. sólidos	cada dos años	cada 3 meses	una vez al mes
- Tiro en caja de humos de la caldera	cada dos años	cada 3 meses	una vez al mes

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío en función de su potencia térmica nominal, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas a continuación:

<u>Medidas de generadores de frío</u>	<u>Periodicidad</u>	
	<u>70 kW < P ≤ 1000 kW</u>	<u>P > 1000 kW</u>
- Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador	cada 3 meses	una vez mes
- Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador	cada 3 meses	una vez mes
- Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadoras por agua	cada 3 meses	una vez mes
- Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadoras por agua	cada 3 meses	una vez mes
- Temperatura y presión de evaporación	cada 3 meses	una vez mes
- Temperatura y presión de condensación	cada 3 meses	una vez mes



- Potencia eléctrica absorbida	cada 3 meses	una vez mes
- Potencia térmica instantánea del generador, como % carga máx.	cada 3 meses	una vez mes
- CEE o COP instantáneo	cada 3 meses	una vez mes
- Caudal de agua en el evaporador	cada 3 meses	una vez mes
- Caudal de agua en el condensador	cada 3 meses	una vez mes

La empresa mantenedora asesorará al titular, recomendando mejoras o modificaciones de la instalación así como en su uso y funcionamiento que redunden en una mayor eficiencia energética.

Además, en instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, la empresa mantenedora realizará un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua de la instalación térmica periódicamente, con el fin de poder detectar posibles desviaciones y tomar las medidas correctoras oportunas. Esta información se conservará por un plazo de, al menos, cinco años.

3. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD.

Las instrucciones de seguridad serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y su objetivo será reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar claramente visibles antes del acceso y en el interior de salas de máquinas, locales técnicos y junto a aparatos y equipos, con absoluta prioridad sobre el resto de instrucciones y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: parada de los equipos antes de una intervención; desconexión de la corriente eléctrica antes de intervenir en un equipo; colocación de advertencias antes de intervenir en un equipo, indicaciones de seguridad para distintas presiones, temperaturas, intensidades eléctricas, etc; cierre de válvulas antes de abrir un circuito hidráulico, etc.

4. INSTRUCCIONES DE MANEJO Y MANIOBRA.

Las instrucciones de manejo y maniobra, serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar situadas en lugar visible de la sala de máquinas y locales técnicos y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación; secuencia de arranque de bombas de circulación; limitación de puntas de potencia eléctrica, evitando poner en marcha simultáneamente varios motores a plena carga; utilización del sistema de enfriamiento gratuito en régimen de verano y de invierno.

5. INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO.

El programa de funcionamiento, será adecuado a las características técnicas de la instalación concreta con el fin de dar el servicio demandado con el mínimo consumo energético.



En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW comprenderá los siguientes aspectos:

- Horario de puesta en marcha y parada de la instalación.
- Orden de puesta en marcha y parada de los equipos.
- Programa de modificación del régimen de funcionamiento.
- Programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de equipos.
- Programa y régimen especial para los fines de semana y para condiciones especiales de uso del edificio o de condiciones exteriores excepcionales.

6. LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS.

Por razones de ahorro energético se limitarán las condiciones de temperatura en el interior de los establecimientos habitables que estén acondicionados situados en los edificios y locales destinados a los siguientes usos:

- Administrativo.
- Comercial: tiendas, supermercados, grandes almacenes, centros comerciales y similares.
- Pública concurrencia:
 - Culturales: teatros, cines, auditorios, centros de congresos, salas de exposiciones y similares.
 - Establecimientos de espectáculos públicos y actividades recreativas.
 - Restauración: bares, restaurantes y cafeterías.
 - Transporte de personas: estaciones y aeropuertos.

Las condiciones a cumplir serán:

- a) La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a 21 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.
- b) La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior a 16 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.
- c) Las condiciones de temperatura anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30 % y el 70 %.

La temperatura del aire y la humedad relativa registradas en cada momento y las que debería tener, según las condiciones anteriores, se visualizarán mediante un dispositivo adecuado, situado en un sitio visible y frecuentado por las personas que utilizan el recinto, prioritariamente en los vestíbulos de acceso y con unas dimensiones mínimas de 297x420 mm (DIN A3) y una exactitud de medida de $\pm 0,5$ °C. Este dispositivo será obligado en los recintos destinados a los usos indicados cuya superficie sea superior a 1.000 m².

El resto de los edificios y locales no afectados por la obligación anterior indicarán mediante carteles informativos las condiciones de temperatura y humedad límites.



Los edificios y locales con acceso desde la calle dispondrán de un sistema de cierre de puertas adecuado, el cual podrá consistir en un sencillo brazo de cierre automático de las puertas, con el fin de impedir que éstas permanezcan abiertas permanentemente.

Inspección

1. INSPECCIONES PERIÓDICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Serán inspeccionados los generadores de calor de potencia térmica nominal instalada igual o mayor que 20 kW. La inspección del generador de calor comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento. En las sucesivas inspecciones o medidas el rendimiento tendrá un valor no inferior a 2 unidades con respecto al determinado en la puesta al servicio.
- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en IT.3, relacionadas con el generador de calor, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.

Serán inspeccionados periódicamente los generadores de frío de potencia térmica nominal instalada mayor que 12 kW. La inspección del generador de frío comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento.
- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en IT.3, relacionadas con el generador de frío, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.

2. PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Los generadores de calor con potencia térmica nominal instalada igual o mayor que 20 kW, se inspeccionarán de acuerdo a la periodicidad siguiente:

<u>Potencia térmica nominal (kW)</u>	<u>Tipo de combustibles</u>	<u>Periodos de inspección</u>
20 □ P □ 70	Gases y combustibles renovables	Cada 5 años
	Otros combustibles	Cada 5 años
P > 70	Gases y combustibles renovables	Cada 4 años
	Otros combustibles	Cada 2 años

Los generadores de frío de las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal superior a 12 kW, deben ser inspeccionadas periódicamente, de acuerdo con el calendario que establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma, en función de su antigüedad y de que su potencia térmica nominal sea mayor que 70 kW o igual o inferior que 70 kW.

La inspección de la instalación térmica completa se realizará cada quince años.

3. INSPECCIONES DE LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS.

En los edificios y locales indicados en el apdo. 6 "Mantenimiento y Uso", que deban suscribir un contrato de mantenimiento con una empresa mantenedora autorizada, estarán obligados a realizar una verificación periódica del cumplimiento de la Limitación de Temperaturas, una vez durante la



temporada de verano y otra durante el invierno.

A efectos de estas verificaciones e inspecciones se considerará que un recinto cumple con la limitación de temperatura cuando la temperatura media del recinto no supere en $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ los límites de temperatura indicados anteriormente. La medición se realizará cumpliendo los siguientes requisitos:

- a) Se realizará como mínimo una medición de la temperatura del aire cada 100 m^2 de superficie.
- b) La medición se realizará a una altura de 1,7 m del suelo.
- c) Se tratará de que el mayor número de medidas coincida con la situación de los puestos de trabajo. En el caso de recintos no permanentemente ocupados, la medición se realizará en el centro del recinto, si se realiza una única medición.
- d) La exactitud del instrumento de medida será como mínimo de $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.