

COSTES DE INVERSION Y EXPLOTACION EN LA CLIMATIZACION DE EDIFICIOS

Juan Manuel Rodríguez González- jmrodriguez@trox.es

Ingeniero de Trox Española S.A. Departamento Técnico y Sistemas.
Polígono Industrial La Cartuja. Ctra. Castellón km7. E-50720 Zaragoza

Resumen. *El objeto de este documento no es otro que el de orientar al profesional del clima sobre los costes, con que las instalaciones de climatización gravan la inversión y explotación de un edificio. Dependiendo del sistema de climatización elegido se obtendrán diferentes resultados.*

Proyecto 1. Inversión y explotación. Podemos resumir diciendo que: Las instalaciones con FC son las más caras a lo largo de 30 años de vida útil. El precio de las instalaciones con FC se incrementa mucho por la necesidad de reemplazar equipos, ventiladores, etc., en la mitad de la vida útil considerada (a los 15 años).

Con TR y IND el espacio necesario para instalaciones se reduce al mínimo ya que la UTA y los conductos se calculan para el aire de ventilación.

Proyecto 2. Coste energético e impacto ambiental. La reducción de la superficie acristalada de un edificio de 90% a 40% supone reducir el coste anual de energía en un 12%. La reducción del coste energético con vigas fría frente a fan coil es del 22%.

La directiva anticipa la existencia de las etiquetas de la energía, requerimiento legal para establecer las ventas o nuevos contratos de arrendamiento.

Palabras clave: TR(chilled ceiling = techos fríos), IND(chilled beams, diffusers with induction= vigas frías, difusores con inducción), FC(fan coil)

Acristalada (glazing)

INTRODUCCION

El objeto de este documento no es otro que el de orientar a los profesionales del clima sobre los costes, con que las instalaciones de climatización gravan la inversión y explotación de un edificio.

Debido a la convivencia en el Mercado de numerosos sistemas o soluciones técnicas para llegar a un mismo fin (obtener un efectivo, eficiente y adecuado clima interior), y debido a que dependiendo del sistema de climatización elegido se obtendrán diferentes resultados, es obligado evaluar los sistemas más importantes y habituales que encontramos en nuestras instalaciones. Sobre estos sistemas se han efectuado precisos y elaborados estudios de los que extraeremos los datos y resultados más significativos.

Para que el resultado sea lo más generalizado y objetivo posible, el documento se dividirá en dos grandes proyectos:

Proyecto 1. Que se divide a su vez en cuatro de donde se obtendrán los costes de Inversión (material y mano de obra en instalaciones) y explotación (coste energético, de agua y mantenimiento) adecuadamente capitalizados.

Proyecto 2. Donde analizaremos el coste energético y evaluaremos el impacto sobre el medio ambiente cuantificando las emisiones de carbono en dos de las instalaciones tipo más importantes.

PROYECTO 1. INVERSIÓN Y EXPLOTACIÓN

0- Generalidades

En este bloque se compara desde un punto de vista de inversión y explotación el comportamiento de las instalaciones de acondicionamiento de aire en un edificio de oficinas. Las instalaciones a considerar son las siguientes:

TR: sistema de techo radiante con sistema periférico de caudal constante

IND: sistema de inductores de techo a cuatro tubos

CV+PER: sistema de caudal variable con sistema periférico de caudal constante

FC: sistema de ventilosconvectores de techo a cuatro tubos

El edificio se situará en tres ciudades, con el fin de comparar el consumo energético en diferentes zonas climáticas. Las localidades elegidas han sido las siguientes:

Barcelona **BAR** Madrid **MAD** Sevilla **SEV**

Con el fin de simplificar los cálculos se elige un edificio con cinco plantas iguales, de 1.650 m² de superficie neta acondicionada.

2- Condiciones de diseño

Exteriores Condiciones termo higrométricas de verano (nivel percentil estacional 1%)

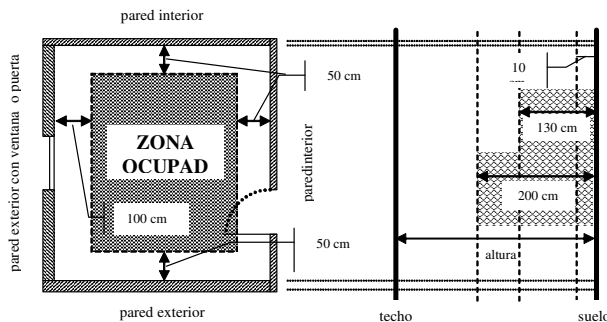
		Barcelona	Madrid	Sevilla
Temperatura seca	°C	29,3	36,5	38,9
Temperatura húmeda coincidente	°C	23,3	21,4	23,1
Temperatura húmeda	°C	24,8	22,6	25,1
Oscilación media diaria	°C	8,4	15,8	15,7

Interiores

Las cargas térmicas debidas a las personas y su grado de vestimenta se tomarán de acuerdo a esta tabla:

actividad metabólica	calor	
	sensible	latente
met	W	W
1,25	75	55

La humedad relativa se mantendrá entre los límites del **40** al **60%**, de acuerdo a ITE 02.2, Tabla 1.



Además, el mantenimiento de criterios de bienestar fuera de la zona ocupada conduce a despilfarro de energía en casi todas las circunstancias.

La medición de los parámetros que definen la calidad del ambiente térmico y de pureza del aire deben efectuarse, dentro de la zona ocupada arriba definida, a alturas sobre el suelo de 1.7 y 1.1 con límite superior de zona ocupada e 2 m.

La velocidad del aire en la zona ocupada durante el régimen de refrigeración será inferior a 0,20 m/s; en invierno la velocidad máxima en esta zona será de 0,18 m/s.

En cuanto se refiere a los niveles sonoros, el RITE establece, en ITE 02.2.3, Tabla 3, para locales de oficinas un valor máximo del nivel sonoro de 45 dB(A).

El caudal mínimo de aire de ventilación para locales de oficinas está fijado en la norma UNE 100.011 en 10 L/s por persona (véase ITE 02.2.2), que se juzga escaso, por lo que se opta por 15 L/s por persona. A pesar de no estar exigido por el RITE (ITE 02.4.7), el aire exterior mínimo se someterá a un proceso de recuperación de calor mediante recuperador dinámico con una eficiencia mínima en calor sensible sobre el aire exterior próxima al 60%.

El sistema VAV estará dotado de un recuperador dinámico de calor sensible, dimensionado con una eficiencia mínima en calor sensible próxima al 70%.

Los locales accesorios, como el rellano inferior de la escalera, el vestíbulo, el hall de ascensores y los aseos, serán tratados mediante suelo radiante alimentado por agua a

45°C. Este subsistema estará dimensionado para mantener 18°C en las condiciones extremas de diseño.

No será considerado en el estudio comparativo, por ser común a todas las soluciones.

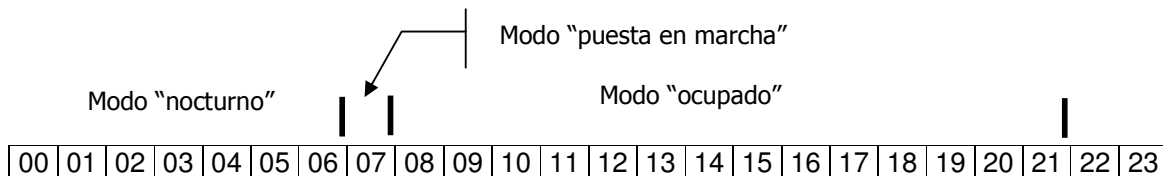
3. Características de explotación

La ocupación total resulta de 32 personas por planta (160 en total).

Para los equipos de oficinas se ha considerado una carga de 20 W/m², correspondiente a un ordenador por cada puesto de trabajo.

Para el alumbrado se ha considerado el número de luminarias y punto de luz marcados en los planos de arquitectura, que corresponden a una potencia de 18 W/m², incluida la reactancia.

La altura de falso techos es de 0,6 m y la altura neta de planta es de 2,8 m.



El tiempo total de funcionamiento de las instalaciones es de 3.780 horas anuales, incluido el período de arranque.

Cada planta tendrá siete despachos; cada uno de ellos se trata como una zona.

La zona central diáfana de cada planta se divide en ocho zonas.

Por tanto, se diseñan 15 zonas por cada planta y 75 por el edificio.

El agua refrigerada será producida por una planta enfriadora aire-agua situada en cubierta.

4- Consideraciones sobre los diferentes sistemas.

Sistema de techo radiante con sistema periférico de caudal constante TR

El sistema está constituido por paneles de techo recorrido por agua refrigerada a 16°C, preparada a través de un intercambiador de calor, y está complementado por un subsistema de aportación de aire exterior con recuperador de calor de tipo dinámico.

Los paneles radiantes suministran una potencia frigorífica sensible de 83 W/m².

El subsistema periférico de caudal constante combate las pérdidas o ganancias de calor de los paramentos exteriores. La carga debida a la radiación solar está a cargo del sistema de paneles radiantes.

Los paneles se emplean también para el arranque durante el invierno, enviando agua a 35°C. Para reducir el período de enfriamiento del agua de los paneles, se empleará aire exterior que enfría el agua a través de una batería. Esta batería servirá también para enfriar el agua de forma gratuita durante el régimen de ocupación.

Sistema de inductores de techo a cuatro tubos IND

El sistema está constituido por inductores de techo de dos baterías, alimentadas por agua refrigerada a 15°C, preparada a través de un intercambiador de calor, y caliente a 60°C, preparada por mezcla con una válvula de tres vías. El aire primario procede de una UTA que suministra también el aire mínimo de ventilación. La UTA está dotada de recuperador de calor dinámico.

Una batería enfriará el agua gratuitamente durante las medias estaciones y la estación invernal. Las prestaciones de cada modelo de inductor son las siguientes:

Tamaño		900	1.200	1.500	1.800	2.100	2.400
Caudal aire primario	L/s	20	24	30	34	40	46
Caudal aire total	L/s	68	82	102	116	136	156
Potencia frío (a 15°C)	W	437	507	605	822	853	944
Caudal de agua fría	L/s	0,031	0,031	0,031	0,058	0,058	0,058
Caída presión frío	kPa	2,6	3,2	3,9	14,4	16,3	18,2
Potencia calor (a 60°C)	W	1136	1351	1643	2172	1290	2530
Caudal de agua caliente	L/s	0,031	0,031	0,031	0,058	0,058	0,058
Caída presión calor	kPa	1,0	1,0	1,0	4,5	5,0	5,5

Sistema de caudal variable con sistema periférico de caudal constante CV+PER

La UTA está dotada de recuperador dinámico y funciona siempre a todo aire exterior.

Este sistema se ha diseñado con cajas en cada planta que mantienen constante la presión aguas abajo. Al colector puesto en la salida de las cajas (una por cada planta) se conectan los reguladores de caudal variable de cada zona.

El subsistema periférico de caudal constante y temperatura variable tiene dos baterías de poscalentamiento en cada planta, alimentadas por agua caliente por medio de una válvula de tres vías. El retorno se hace a través de una caja por cada planta, que actúa en consonancia con la respectiva caja de impulsión.

Sistema de ventiloconvectores de techo a cuatro tubos FC

Este sistema está dotado de ventiloconvectores de techo tipo "cassette" de dos baterías.

Tanto el agua refrigerada como el agua caliente se preparan por medio de válvulas de tres vías. El aire mínimo de ventilación se prepara a través de una UTA dotada de recuperador de calor dinámico.

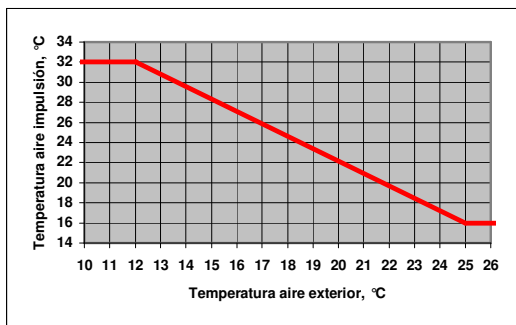
Las características de cada uno de los tres modelos de ventiloconvectores:

Modelo		4	8	10
Caudal (velocidad media)	L/s	125	136	167
Caudal aire primario	L/s	15	30	60
Potencia frigorífica sensible (9°C)	W	1.020	1.540	1.840
Potencia frigorífica latente	W	90	90	90
Caudal de agua fría	L/s	0,056	0,092	0,108
Caída de presión frío	kPa	3,5	4,0	5,5
Potencia calorífica (60°C)	W	410	1.030	1.190
Caudal de agua caliente	L/s	0,024	0,064	0,073
Caída de presión calor	kPa	4,9	7,5	9,5
Potencia motor	W	70	85	110

La difusión de aire se realiza desde la misma unidad terminal.

5- Control

TR: techo radiante con sistema periférico de caudal constante



La temperatura del aire tratado se hará variar como se indica en el siguiente gráfico.

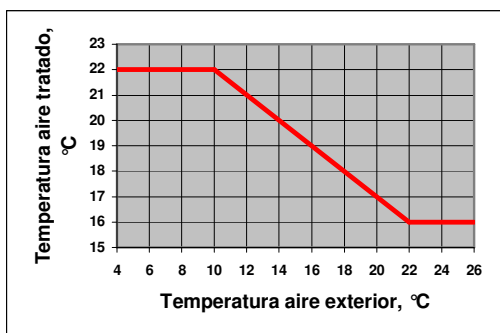
Durante los períodos de arranque el sistema periférico es insuficiente para suministrar la potencia calorífica necesaria; en consecuencia, el techo radiante se alimentará con agua a 35°C.

Cuando se alcance la temperatura de régimen, el agua de los paneles radiantes se enfriará mediante una batería puesta en serie con el intercambiador agua-agua alimentado por la planta enfriadora.

La batería enfriará de forma gratuita el agua de los paneles, total o parcialmente, hasta tanto la temperatura exterior sea menor que 16°C.

IND: Inductores de techo

La temperatura del aire primario tratado en la UTA, se variará según esquema.



Durante los períodos de arranque, sin embargo, la temperatura del aire será la máxima que pueda suministrar la batería de calentamiento o la mínima que pueda suministrar la batería de refrigeración y deshumectación, según sea la demanda de los locales de calor o frío respectivamente.

Las temperaturas del agua a las dos baterías de los inductores se mantendrán constantes a los siguientes valores:

Batería de calor: 60°C y frío: 16°C

La temperatura de las zonas se controlará mediante una sonda de temperatura de ambiente que, a través de un controlador, actuará en secuencia sobre las dos válvulas de tres vías que alimentan el grupo de inductores correspondiente a cada zona.

FC: sistema de ventiloconvectores

La temperatura del aire tratado en la UTA de aire exterior se hará variar como el indicado en el gráfico de inductores.

Durante los períodos de arranque, sin embargo, la temperatura del aire será la máxima que pueda suministrar la batería de calentamiento de la UTA o la mínima que pueda suministrar la batería de refrigeración y deshumectación, según sea la demanda de los locales de calor o frío respectivamente.

Las temperaturas del agua a las dos baterías de los ventiloconvectores se mantendrán constantes a los siguientes valores:

Batería de calentamiento: 60°C

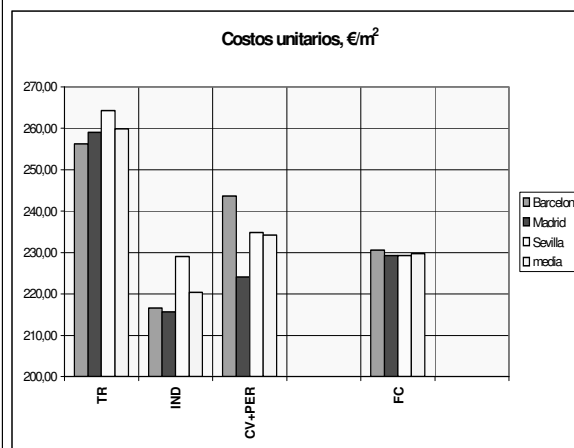
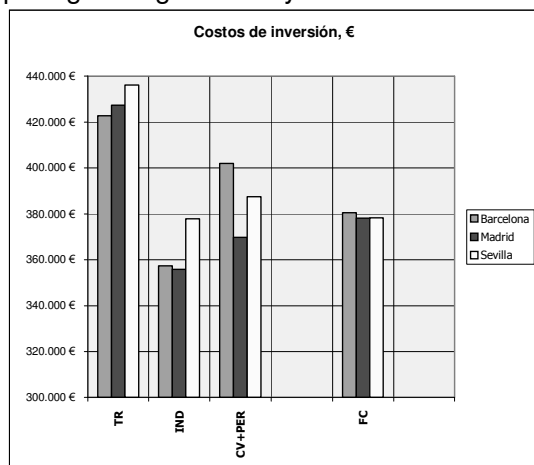
Batería de refrigeración: 9°C

Tanto el agua caliente como la refrigerada se prepararán mediante válvula mezcladora

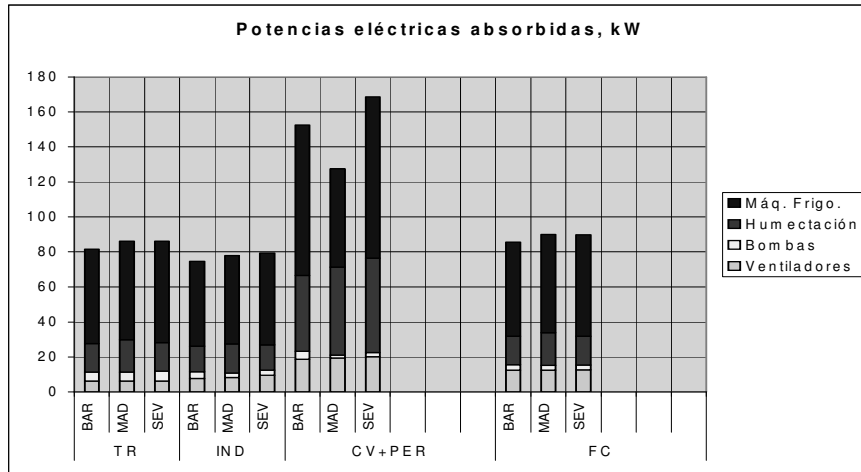
La temperatura de las zonas se controlará mediante una sonda de temperatura de ambiente que, a través de un controlador, actuará en secuencia sobre las dos válvulas de tres vías que alimentan el ventiloconvector correspondiente a cada zona

6- Lista de materiales y valoración económica

La valoración económica ha sido efectuada sobre la base de los precios de los materiales, suministrados por los fabricantes, incluidos sistema de control y cuadros y líneas eléctricas así como la mano de obra de montaje, arranque y puesta a punto y de los gastos de transporte y medios auxiliares. Sobre los costos netos se ha practicado un aumento del 20% para gastos generales y beneficio industrial de la empresa instaladora.



7- Potencias



8- Costos de operación

Mantenimiento

En el Capítulo 36 de 2003 Applications Handbook (página 36.5) se indica un costo de mantenimiento medio de 4,1 €/m²·año para el año 1996.

Este coste es para una instalación de acondicionamiento de aire centralizada, con sistema de caudal variable dotado de planta enfriadora centrífuga y caldera de tubos de humos.

Considerando un índice de inflación del 3% anual en los últimos siete años, el costo básico del mantenimiento actualizado al año 2003 resulta de:

$$4,1 \text{ €/}(m^2 \cdot \text{año}) \times (1 + 0,03)^7 \cong 5,0 \text{ €/}(m^2 \cdot \text{año})$$

Adoptando los factores de corrección de la tabla 4, página 36.6, y ampliando juiciosamente su aplicación, los costos de mantenimiento para las seis instalaciones objeto de este estudio son los siguientes:

Sistema	€/m ² ·año
Techo radiante	4,5
Inductores	5,4
CV + periférico	5,0
Fan-coils	5,8

Por tanto, el costo total del mantenimiento, incluidos los tratamientos de agua, es:

Sistema	€/año
Techo radiante	7.425
Inductores	8.910
CV + periférico	8.250
Fan-coils	9.570

Reposición de materiales

El costo de reposición de materiales a lo largo de la vida útil de las instalaciones, por cada año de explotación, se considera igual a los valores siguientes (la última columna representa el porcentaje sobre el costo de inversión):

Sistema	€/año	%
Techo radiante	2.150	≈ 0,5
Inductores	2.700	≈ 0,7
CV + periférico	3.600	≈ 0,9
Ventiloconvectores	4.200	≈ 1,2

Multiplicando por la vida útil (30 años), se obtienen los valores actuales totales de los materiales de reposición, según se indica en esta tabla.

Sistema	€/año	%
Techo radiante	60.450	≈ 15
Inductores	81.000	≈ 21
CV + periférico	108.000	≈ 27
Ventiloconvectores	126.000	≈ 36

Además, a mitad de la vida útil, es decir, durante el año 15^o, se consideran estos costos extraordinarios para la reposición de algunos equipos y materiales (la última columna representa el porcentaje sobre el costo de inversión):

Sistema	€	%
Techo radiante	10.000	≈ 2,5
Inductores	13.000	≈ 3,5
CV + periférico	15.000	≈ 4,0
Ventiloconvectores	120.000	≈ 32,0

El valor indicado para ventiloconvectores corresponde a la reposición de todas las unidades terminales.

9. Análisis económico

El análisis económico comparativo de las instalaciones se efectúa sobre la base de 30 años (vida útil n) y se lleva a cabo sumando, para cada instalación, el costo de inversión y los costos de explotación oportunamente capitalizados.

El período de tiempo considerado es igual a la vida media útil de todas las instalaciones, excepto para los equipos de los sistemas FC, para los cuales se considera una vida útil igual a la mitad (véase ASHRAE 2003 Applications Handbook, capítulo 36 y prEN 13779:2003, Anexo B).

Por tanto, con el fin de igualar el período de análisis, durante el año 15 se cambian las unidades interiores del sistema de ventiloconvectores.

El análisis se lleva a cabo tomando estos datos de partida:

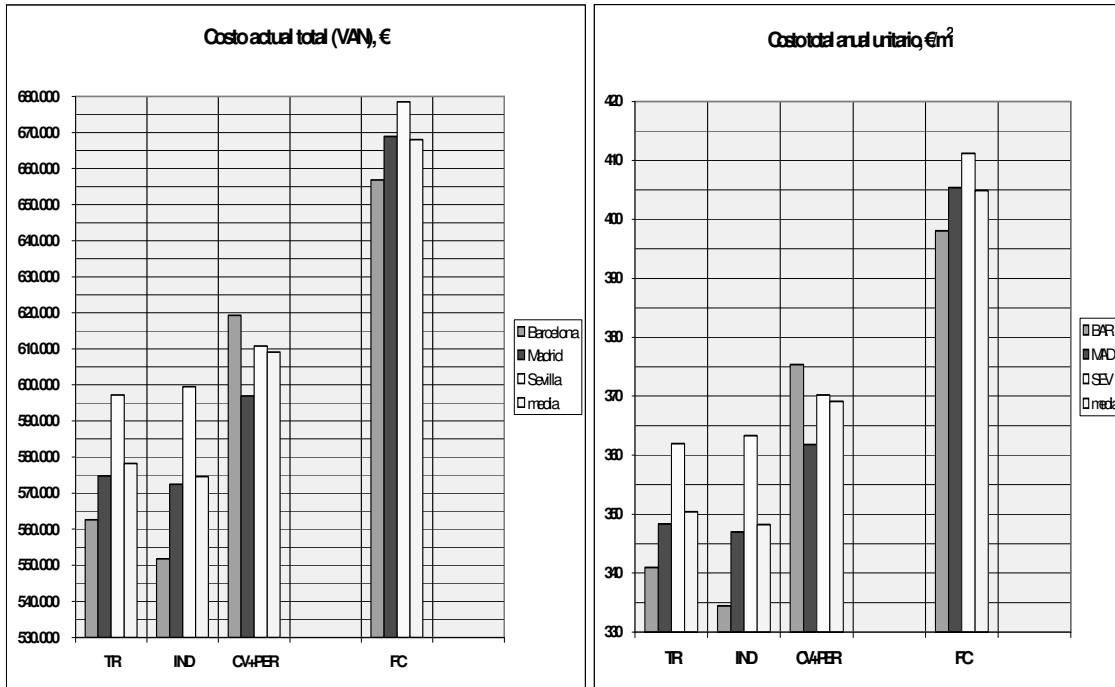
Impuestos	35	%
Tasa aparente de interés anual	4,0	%
Tasa de inflación anual general	2,5	%
Tasa de inflación anual sobre la energía	2,0	%
Tasa efectiva de interés anual general	1,46	%
Tasa efectiva de interés anual sobre la energía	1,96	%
Período de análisis (vida útil)	30	años
Valor residual (sobre costo de inversión)	4,0	%
Factor de valor actual general	24,14	-
Factor de valor actual de la energía	22,52	-
Factor de valor actual de una inversión a 15 años	0,80	-
Factor de valor actual de una entrada a 30 años	0,65	-

Con el fin de simplificar, no se considerarán los costos de los seguros ni los gastos de administración. Por tanto, al valor actual de la moneda, el costo total de las instalaciones a lo largo de 30 años será igual a:

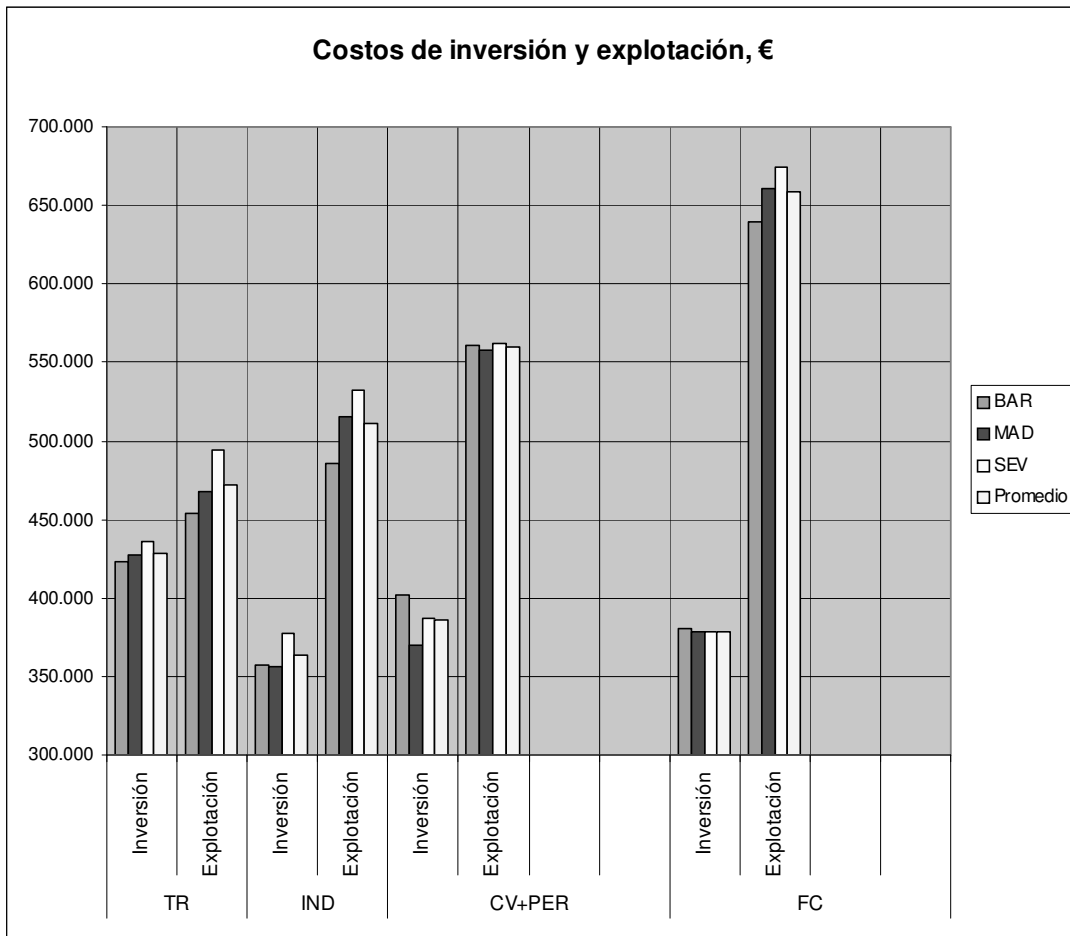
- el costo de inversión
- menos el valor residual
- más el costo capitalizado de la energía
- más el costo capitalizado de mantenimiento y manejo
- más el costo capitalizado de los materiales de repuesto
- más el costo capitalizado de las sustituciones del año 15.

Al total se deducen los impuestos.

El costo de la mano de obra está incluido en los costos de instalaciones, mantenimiento, manejo y reposición de los materiales.



El siguiente gráfico muestra, por separado, los costos de inversión y los de explotación en 30 años de las instalaciones, sin considerar el valor residual y los impuestos.



10- Conclusiones

1. **El costo** total va creciendo en el orden BAR, MAD y SEV, salvo en las instalaciones CV+PER, para las cuales Madrid toma clara ventaja por su clima caluroso y seco.
2. **Las instalaciones** TR e IND son las más económicas a lo largo de los 30 años de vida útil.
3. **Las instalaciones** FC son las más caras a lo largo de los 30 años de vida útil.

El costo de las instalaciones FC aumenta mucho por la necesaria reposición de los equipos a mitad de la vida útil considerada (15 años), como se ha comentado.

Además, el sistema de control de las cuatro instalaciones TR, IND, CV+POS permite lograr unas condiciones termohigrométricas interiores netamente mejores que para sistemas FC.

No se ha valorado el espacio ocupado por los diferentes sistemas. Es fácil comprender que, desde este punto de vista, las instalaciones a todo aire son las que más gravamen cargan sobre el edificio.

Tampoco se ha valorado el aspecto estético de cada sistema. Por ejemplo, las unidades terminales del techo radiante no crean ningún impacto estético.

Por último, deben hacerse unas consideraciones sobre el tamaño del edificio considerado.

Al aumentar la superficie acondicionada, los costos de inversión y de explotación aumentan de manera diferente según el tipo de instalación. En concreto, para los costos de inversión debe indicarse que una parte del costo es proporcional a la superficie y la otra parte, relacionada con los equipos centrales de producción de frío y calor y las unidades de tratamiento de aire, disminuye con la superficie.

Los costos de explotación, por el contrario, aumentan de forma proporcional a la superficie, salvo cuando se considere el consumo de energía, ya que el aumento de tamaño de los equipos debe conducir, generalmente, a un aumento del rendimiento instantáneo y medio estacional de los mismos.

No se han analizado los costes que los sistemas todo aire VAV,VAC provocan en la explotación por el hecho de necesitar grandes espacios para instalaciones (montantes, cuartos de máquinas y falsos techos).

No obstante, es fácil evaluar el ahorro que comporta, en un edificio de estas características o de mayores dimensiones, eliminar la superficie que este tipo de instalaciones necesita por planta.

De forma generalizada, suponiendo que estos sistemas penalizan un 7% de la superficie, en un edificio de oficinas de 300 m² de planta, destinaremos a instalaciones 21 m².

Esto supone que a lo largo de la vida del edificio, la explotación ha dejado de ingresar 21 m² de superficie útil por planta (oficinas en alquiler o mayor ocupación) durante 30 años.

Con los sistemas TR e Inductores los espacios necesarios para instalaciones se reducen al mínimo debido a que UTA y conductos se dimensionan solamente para el caudal de ventilación. Por este motivo, el comparativo en explotación se decanta todavía más favorablemente hacia los sistemas Techos fríos e Inductores.

PROYECTO 2. CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

0- Objetivo:

Estudio del Consumo Energético y las Emisiones de CO₂ para los sistemas de climatización con Fan-coil y Vigas frías en la explotación de edificios según el diseño de las fachas y potencias necesarias.



Vigas frías



Fan-coil

1. Legislación y tendencia.

1.1 En respuesta a las directivas de la EU y el acuerdo de Kyoto , la Regulación de Edificios parte L2 introdujo una nueva filosofía para la conservación del combustible y el ahorro de energía.

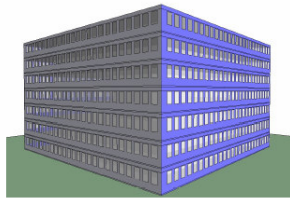
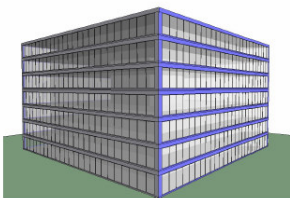
La conformidad con la parte L2 puede resultar compleja y difícil de alcanzar. Por este motivo, se utiliza una herramienta que compara las diferentes estrategias de ahorro de energía y determina cual es el mejor sistema, en nuestro caso de climatización, para una emisión menor de carbono. (ies)

Con esta herramienta compararemos las emisiones de los dos sistemas vigas frías y fan-coil. El estudio está basado en el método de análisis anual de emisiones de carbón y el de análisis del edificio CPR Inglés.

1.2 El diseño de las fachadas juega un papel primordial en el ahorro energético de edificios.

1.3 La futura legislación europea, directiva EU 2002/91/EC y el estudio de la Eficiencia energética en los Edificios, generará una nueva idea de calificación energética, el "etiquetado del edificio".

2. Comparativo



El presente estudio está basado en:

- 1- Un edificio de oficinas de 10000 m² , formado por 7 pisos.
- 2- Dos escenarios:
 - a. 90% acristalado
 - b. 40% acristalado

3- Oficinas con una profundidad de 4.5 m sobre la zona perimetral y longitud de 6 m.

4- Un edificio que tiene el mismo % acristalado en todas las orientaciones.

5- Según la norma UNE 100.011, el aire de ventilación está fijado en 10 l/s por persona y según BCO inglés (Best Practice in tehe specification for offices) ente 2 y 12 l/s.

No obstante como buena práctica, y para oficinas con buenos criterios de confort, se establecen ventilaciones de 15 l/s .

6- Basado en una ocupación de 1 persona /10 m² esto equivale a considerar 1.5 l/sm²

7- La demanda de potencia será de 125 w/m² para el caso de 90% de superficie acristalada.

Con estas condiciones, para el caso de vigas frías, el aire de ventilación en zonas

perimetrales debería ser de 2.2 l/sm² para las zonas este, oeste y sur, que suponen un 33% de la superficie de la planta. Esto supone a considerar una media de 1.8 l/sm² en toda la superficie.

3. Método

El modelo térmico fue basado en las referencias del CIBSE (The characted institution of building services engineers). T^a mínima considerada de -4.5°C y máxima de 30.1°C. El método de cálculo de las emisiones de carbono tiene presente el consumo anual de energía del sistema incluyendo la eficacia estacional de la planta de frío que es donde la elevada temperatura del agua en la entrada en las vigas frías (14°C) hace que el rendimiento mejore el consumo de energía. En situaciones intermedias se utiliza enfriamiento gratuito y baterías de recuperación.

4. Condiciones de funcionamiento para sistemas Vigas frías y fan-coil

	Fan coil	Vigas frías
T ^a entrada del agua	6°C	14°C
dT del agua	6K	3K
Potencia del ventilador	40w por Kw de frío	+60 Pa para ventilador
Deshumidificación		T ^a rocío < T ^a impulsión + 1.5K

Temperaturas de agua más altas mejoran el coeficiente estacional de funcionamiento (CoP). Según datos de Eurovent (ref.3), la potencia media del motor del fan coil es de 0.5W por l/s, que basado en una diferencia de temperatura de 10°C obtenemos una potencia de 40W por kW de potencia sensible. Esto requiere una energía específica del ventilador de 2W por l/s (o menos) para el sistema primario del suministro de aire y extracción.

Si se admite una eficacia del sistema (ventilador, motor, e impulsor) del 60% para obtener una energía de 2W l/s la presión total del sistema será de 1200 Pa. Aprox.

Una presión terminal adicional de 60 Pa supone un aumento del 5% de la presión total.

Por lo tanto, el peso en coste de este aumento de presión es menor que el coste del consumo de cada uno de los motores del fan coil.

5. Método de cálculo de emisiones de carbono.

Edificio 90% acristalado

Sistema	Consumo anual de energía (MWh)	
	Fan coil	Vigas frías
Generador de Calor	400	482
Distribución de calor	10	12
Iluminación	376	376
AC/Distribución ventilación	207	146
Refrigeracion	176	153
Total energía frío	383	299
Total emisión de carbono (×1000 kgC)	108.1	103.2

Edificio con el 40% de superficie acristalada

Sistema	Consumo anual de energía (MWh)	
	Fan coil	Vigas frías
Generador de calor	389	412
Distribución de calor	8	9
Iluminación	376	376
AC/Distribución aire ventilación	184	129
Refrigeracion	151	137
Total energía en frío	335	266
Total emisión de carbono (×1000 kgC)	101.9	95.4

Comparación del consumo energético anual para un 40% de superficie acristalada

AC/Distribución Ventilación	Consumo anual de energía (MWh)	
	Fan coil	Vigas frías
UTA ventiladores	100.2	112.8
Bombas	28.0	33.6
Fan coil ventiladores	79.1	-
Total	207.3	146.4

AC/Distribución ventilación	Consumo anual de energía (MWh)	
	Fan coil	Vigas frías
UTA ventiladores	100.2	100.2
Bombas de agua para frío	23.8	28.7
Fancoil ventiladores	60.2	-
Total	184.2	128.9

Comparación del consumo de energía para el ventilador y la bomba de frío (40%)

Comentarios

El método de cálculo de emisión de carbono va más allá del cálculo de la potencia considerando solamente la potencia total instalada por planta.

Este método analiza el funcionamiento de la instalación y el consumo, a lo largo de todo el periodo anual. Este análisis demuestra que el consumo de energía se puede reducir un 10% permitiendo que la planta de frío funcione con una temperatura del agua a 10°C en vez de 6°C cuando la demanda interior es menor en temporadas intermedias.

Estas ventajas pueden ser mayores cuando en invierno y situaciones intermedias, la potencia de las baterías y el aire primario puede ser gratuito por free cooling, produciendo mejoras en su CoP.

Además del ahorro de energía en la producción de frío, existe una reducción neta de energía del 30% en sistemas con vigas frías debido a la inexistencia de ventiladores.

5. Costes de explotación.

Un punto clave del análisis de los dos sistemas en términos de energía son los costes de explotación. Los resultados del estudio reflejan:

System	% cristal	Consumo de energía anual para frío (MWh)	Coste energético anual €
Fan Coil	90%	383	31061
Fan Coil	40%	335	27160
Vigas frías	90%	299	24250
Vigas Frías*	90%	293	23765
Vigas frías	40%	266	21573

* Incorporando vigas frías con masa térmica expuesta directamente al ambiente

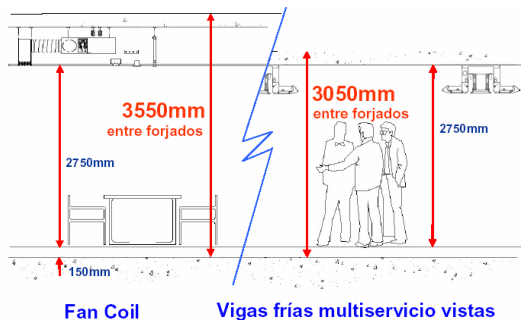
Podemos observar que:

La reducción del área acristalada del 90 % al 40% supone una reducción del coste anual de energía del 12%.

La reducción del coste energético con vigas frías frente a unidades fancoil es aproximadamente del 22%.

La exposición de las vigas frías en el espacio útil (vigas frías totalmente vistas) supone una reducción del 2% por año para un 90% de sección acristalada.

6- Otros costes



Reducción del coste total por disminución de la altura requerida entre forjados.

En un edificio de 7 plantas, con vigas frías, podemos reducir la altura del edificio en 3500 mm lo que significa bajamos el coste de inversión por ahorro de material, hormigón, etc.

Esta reducción, no ha sido contemplada en este estudio pero supone un ahorro importante.

7. Fachadas.

La tendencia en la construcción es la de crear un diseño ecológico de los edificios, impulsando la idea de un ahorro energético y construcción sostenible.

La fachada es el elemento principal que altera el clima interior en el edificio y los servicios los que intentan paliar estas alteraciones. Los resultados obtenidos demuestran que utilizando un sistema de vigas frías existe un ahorro de energía del 30% si el área de acristalada se reduce del 90 al 40%.

8- Directiva. Objetivos.

El Parlamento Europeo y el Consejo Directiva 2002/91/EC incidirá con fuerza en el 2006 sobre el etiquetado de la Energía en Edificios.

El propósito de esta Directiva es la de reducir el uso de la energía, y de esta forma, las emisiones de carbono, responsable principal del efecto invernadero y calentamiento global. Como dato, podemos decir que en el Reino Unido, los edificios son responsables del 50% de las emisiones de CO2 y que su objetivo es el de reducir en el año 2010 en un 20% las emisiones de 1990.

En Europa, el objetivo es reducir el CO2 en 45 millones de Toneladas/año.

La directiva se encamina al llamado Certificado de funcionamiento (energético) de todos los edificios con una superficie de 1000 m2 accesibles al público.

Esta directiva anticipa la existencia de un a etiqueta de la energía, requisito legal para efectuar la venta o un nuevo acuerdo de arrendamiento. Para alcanzar los niveles de emisión del actual Regulación de Edificios Part L2 2002, existen tres métodos de cálculo de entre el que se destaca el utilizado en este documento: Cálculo de la emisión de carbono.

El valor de esta etiqueta energética y por lo tanto, los edificios que tengan un gran impacto en términos de energía, será muy importante en el mercado y en el sector comercial según sus aspectos financieros y responsabilidad social.

1) Aspectos financieros: Tasas, gastos de explotación, fuerzas del Mercado y costes del Capital.

El gobierno de UK se ha planteado un impuesto sobre consumo de energía lo más notable posible, que será una de las medidas que afectarán a los gastos de explotación y por lo tanto a la competitividad y beneficio.

Conducirá al Mercado a buscar edificios con mayor eficiencia energética y a satisfacer los requisitos de los arrendatarios.

2) Responsabilidad social. En un mundo donde, la percepción del Mercado es vital para el éxito de toda organización, la postura sobre la conservación de la energía y el calentamiento global será transmitida a través de etiqueta de energía. Cuanto mejor sea el perfil de una organización más fuerte será la búsqueda de edificios de bajo consumo energético que asegure una imagen de empresa Socialmente responsable.

REFERENCIAS

RITE, ITE 02.2, Tabla 1, RITE, ITE 02.2.3, Tabla 3

ASHRAE 2003

Applications Handbook, Capítulo 36 de 2003

prEN 13779:2003, Anexo B

directiva EU 2002/91/EC

BCO (Best Practice in the specification for offices) 2000

CIBSE (The characted institution of building services engineers)

Eurovent (ref.3).

Regulación de Edificios Part L2 2002

Ejemplo de Etiqueta :

Building ACMV System Energy Model	Design Team Office
<p>Energy A B C D E F G Less Efficient</p> <p>More Efficient</p>	A
Energy Consumption CPR <small>(based on the building method of choice) Actual energy consumption will depend on how the building is used.</small>	17.5
HVAC Performance A: Higher G: Lower	ABCDEFG
Lighting Performance A: Higher G: Lower	ABCDEFG
Standard Occupancy Equipment Heat Gain	1p/10m ² 25W/m ²
Noise NR 36 in open plan <small>Further information is contained in G & I manuals</small>	8 800 028 238 (7911)
<small>Building Energy Index 2006 Part L2 compliant</small>	

AIR CONDITIONING IN BUILDINGS: COSTS OF INVESTMENT AND OPERATION.

Summary. *The object of this document is not other that to orient to the professionals of the climate on costs, whereupon the air conditioning facilities burden the investment and operation of a build. Depending on the chosen system of air conditioning different results will be obtained.*

Project 1. Investment and operation. We can summarize saying that: Facilities TR and IND are economic hroughout the 30 years of life utility. Facilities FC are most expensive throughout the 30 years of life utility. The cost of facilities FC increases much by the necessary replacement of the equipment to half of the considered life utility (15 years), since it has commented. With TR and IND the necessary spaces for facilities are reduced to the minimum because UTA and conduits are determine the ventilation volume.

Project 2. Power cost and environmental impact. The reduction of the area glazing in a building from 90 % to 40% supposes to reduce of the annual cost of energy of 12%. The reduction of the power cost with chilled beams in front of fancoil is of 22%. The director anticipates the existence of an a labels of the energy, legal requirement to carry out the sale or a new agreement of renting.

Palabras clave: TR(chilled ceiling), IND(chilled beams, diffusers with induction), FC(fan coil) Acrystalada (glazing)