

uponor
simply more

uponor



- Estudio de viabilidad de los sistemas
- Climatización Invisible Uponor
- Sistema Convencional mediante RoofTops

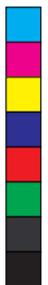
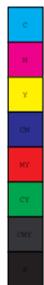
* Desde el punto de vista Energético-Económico para centro comercial ubicado en La Coruña y realizado por Simulaciones y Proyectos S.L.

Informe © 2009 Uponor | Simulaciones y Proyectos S.L.

Uponor Hispania, S.A.
Calle C, 24 Pol. Ind. Nº1
28938 Móstoles (Madrid)
902 100 240
www.uponor.es

Uponor
simply more

uponor



1. OBJETO DEL INFORME.....	2
2. ANTECEDENTES.....	2
3. CONCLUSIONES.....	2
4. DESCRIPCION DEL INFORME.....	3
4.1. Descripción del sistema de climatización convencional.....	3
4.2. Descripción del sistema de Climatización Invisible Uponor.....	5
4.3. Metodología empleada.....	10
4.3.1. Software empleado.....	10
4.3.2. Modelo geométrico.....	11
4.3.3. Cálculo de cargas térmicas.....	12
4.3.4. Cálculo del consumo energético del edificio.....	17
4.3.5. Cálculo de emisiones de CO ₂ a la atmósfera.....	19
5. RESUMEN DE VENTAJAS EN INCONVENIENTES DE LOS SISTEMAS PROPUESTOS..	21
6. ESTUDIO ECONÓMICO.....	22



1. OBJETO DEL INFORME

El objeto del presente informe es el estudio comparativo de dos sistemas de climatización para un centro comercial situado en La Coruña.

Este informe ha sido contratado por UPONOR IBERIA, a Simulaciones y Proyectos, SL, empresa especializada en estudios de simulación energética, certificación energética de edificios y auditorías energéticas de edificios.

Se pretende comparar el sistema de climatización del Mall denominado en adelante **“Sistema Convencional”** con un sistema alternativo denominado en adelante como **“Sistema de Climatización Invisible Uponor”**. La descripción de ambos sistemas se realiza más adelante en el informe.

La comparación de ambos sistemas se realizará desde los siguientes puntos de vista:

- **Energético.** Se compararán los consumos energéticos de ambos sistemas.
- **Económico.** Se analizará el coste económico de ambos sistemas, la inversión inicial y costes de explotación.
- **Otros aspectos.** Se analizarán aspectos como el mantenimiento, ruido, etc.

2. ANTECEDENTES

El espacio a climatizar que es objeto del informe es la zona común del centro comercial, denominada comúnmente y en adelante como Mall. A través de dicho espacio se da paso a las diferentes concesiones privativas del centro.

Las concesiones privativas disponen de su propio sistema de climatización totalmente autónomo. Estos sistemas no son objeto del presente estudio.

El Mall es climatizado independientemente de las zonas privativas a través de un Sistema Convencional mediante equipos autónomos RoofTop ubicados en la cubierta del edificio. La descripción exhaustiva del sistema se realizará a continuación.

3. CONCLUSIONES

Una vez realizado el estudio comparativo entre el sistema convencional de climatización del Mall propuesto en el Proyecto mediante equipos autónomos RoofTop con el Sistema de Climatización Invisible Uponor, se puede concluir que técnicamente es viable la implantación del sistema en este tipo de edificios.

Las ventajas obtenidas de la implantación del Sistema de Climatización Invisible Uponor respecto a un sistema convencional tipo RoofTop son las siguientes:

- **Menor consumo** energético anual.
- **Menores emisiones anuales de CO₂** a la atmósfera
- **Óptimo confort** en la zona ocupada.
- **Control preciso de humedad** ambiente.
- **Menor mantenimiento** al existir menores equipos de producción - distribución.
- **Menor coste y requerimientos en conducciones** de aire. Menos altura necesaria en falsos techos.

Una vez realizado el estudio económico correspondiente se obtiene un **periodo de retorno de la inversión de 4 años** que se considera más que aceptable en este tipo de proyectos. Por todo ello, se puede concluir que el Sistema de Climatización Invisible Uponor es un sistema **VIABLE** para la aplicación estudiada en este informe desde los diversos puntos de vista analizados.

4. DESCRIPCIÓN DEL INFORME

4.1. Descripción del sistema de climatización convencional

El sistema de climatización convencional analizado es mediante el sistema de equipos autónomos tipo RoofTops ubicados en la cubierta. Estos equipos impulsan aire a través de una red de conductos construidos en chapa de acero galvanizado que se distribuye por la parte alta del Mall y que impulsan aire verticalmente hacia las zonas de circulación. El aire se retorna por plenum de falso techo tomando el aire por el espacio lateral del falso techo.

Se ha subdividido el edificio en 8 zonas con sendos RoofTops cada una. Dichas zonas son las incluidas en la siguiente tabla en la que se indica asimismo la potencia frigorífica y calorífica del equipo instalado y el caudal de aire que se suministra.

El dimensionado de los equipos RoofTop está realizado en base a un cálculo de cargas térmicas de proyecto que ha sido entregado a Simulaciones y Proyectos, SL.

Zona climatizada	Equipo instalado	Pot. calorífica instalada (kW)	Pot. frigorífica instalada (kW)	Caudal impulsado (m ³ /h)	Pot. eléct. equipo frigorífico (kW)
1-Entrada CC	CIATESA IPF 485 / MRC-1	132	134,9	18.200	41,9
3-Zona Norte Superior	CIATESA IPF 540 / MRC-1	150,9	151,6	20.400	49,9
3-Zona Norte	CIATESA IPF 600 / MRC-1	164,6	166,2	24.000	56,9
4-Zona Norte Inferior	CIATESA IPF 240 / MRC-1	77,4	80,7	12.000	25,4
5-Zona Central	CIATESA IPF 240 / MRC-1	77,4	80,7	12.000	25,4
6-Zona Sur Inferior	CIATESA IPF 320 / MRC-1	92,6	94,7	14.300	39
7-Zona Sur	CIATESA IPF 650 / MRC-1	186,2	188,4	25.500	59,8
8-Zona Sur Superior	CIATESA IPF 320 / MRC-1	92,6	94,7	14.300	39
TOTALES		973,7 kW	991,9 kW	164.700 m³/h	337,8 kW

NOTA: Las potencias eléctricas indicadas se refieren al equipo frigorífico y no a la correspondiente a los ventiladores de impulsión/retorno de la unidad.

Los equipos proyectados disponen de los siguientes elementos:

- Ventilador centrífugo de impulsión de aire
- Ventilador centrífugo de retorno de aire
- Sección de Free-Cooling
- Sección de recuperación de calor frigorífica
- Control de compuerta de aire exterior mediante sonda de calidad de aire (CO₂)



En el siguiente esquema, se representan las diferentes zonas:



4.2. Descripción del sistema de Climatización Invisible Uponor

Se propone estudiar un Sistema Alternativo de climatización para el Mall en base al Sistema de Climatización Invisible Uponor. Se describe a continuación el sistema desde el punto de vista del tratamiento del ambiente así como desde el de generación de la energía termofrigorífica.

Sistema de tratamiento ambiental

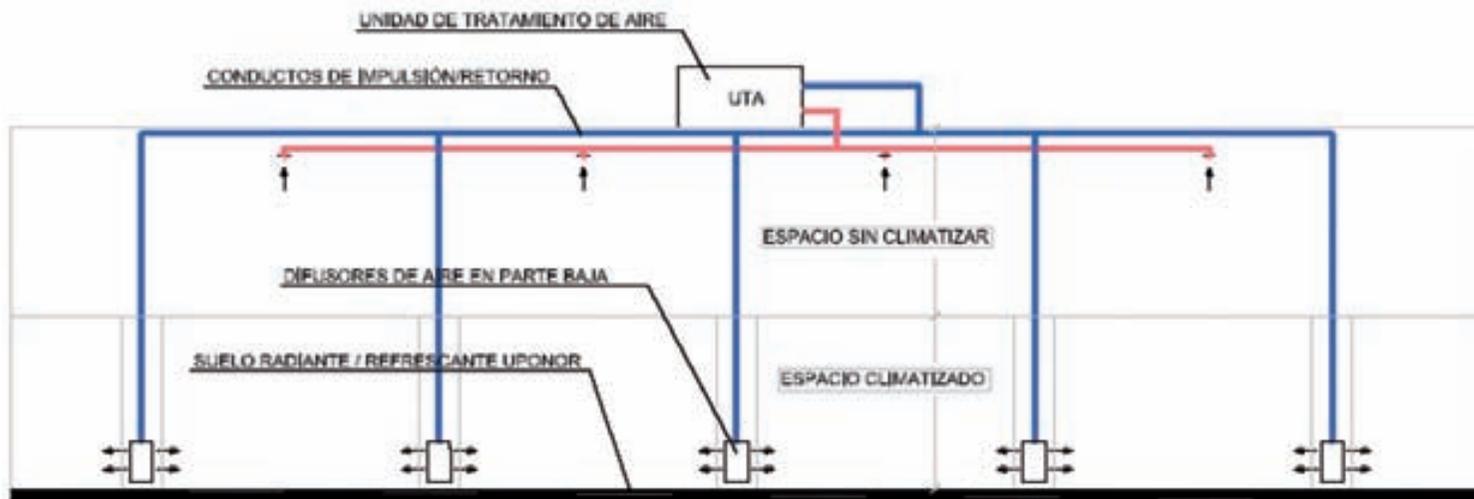
El sistema de **tratamiento ambiental** propuesto consta de las siguientes partes:

- Una Placa Radiante Uponor en toda la superficie del suelo del Mall en la que interiormente se han dispuesto circuitos de tubo plástico a través de los cuales se hace vehicular agua caliente o agua enfriada en función del régimen en el que se encuentre el edificio.
- Impulsión de aire a nivel de suelo para aporte suplementario de la potencia necesaria en el sistema, eliminación de las cargas latentes y aporte del aire de ventilación según normativa (RITE).

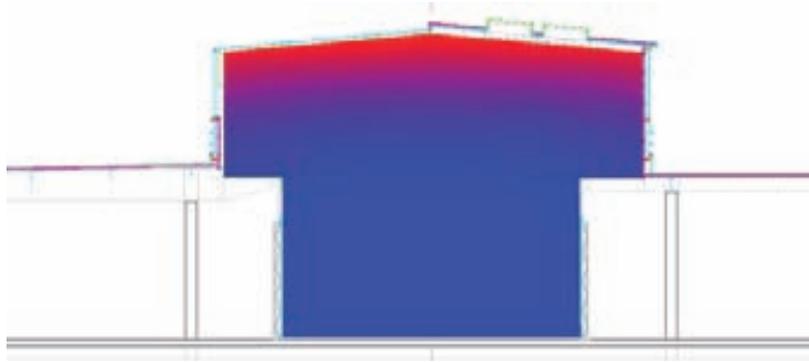
Para el aporte del aire se han previsto 2 unidades climatizadoras UTA-1 y UTA-2 cada una aportando aire a cada mitad del edificio. El caudal suministrado por cada UTA es de aproximadamente 30.000 m³/h

La distribución de aire idónea es a través de conductos de chapa galvanizada que impulsan aire a través de conductos conducidos hasta la parte baja del local. De esta manera se mejora la transferencia de calor del suelo radiante (mejorando su convección) y se permite asegurar un ambiente seco a nivel de suelo y evitando absolutamente cualquier riesgo de condensaciones superficiales en el suelo.

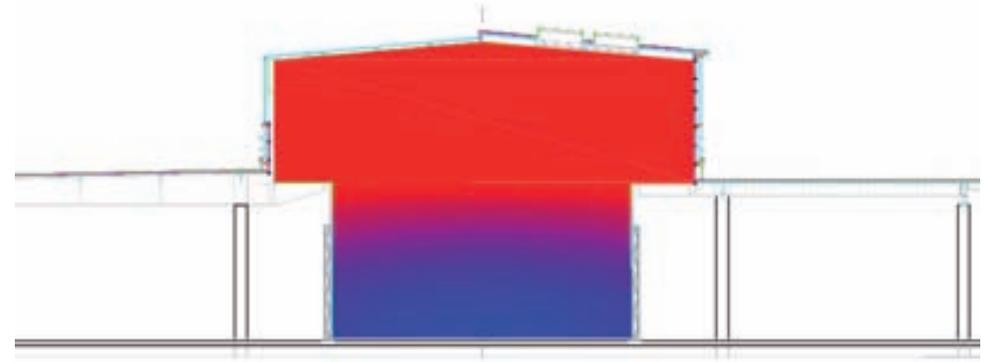
Se presenta a continuación un esquema del funcionamiento del sistema:



Mediante este sistema se pretende realizar un tratamiento ambiental únicamente de la zona ocupada evitando climatizar todo el volumen del Mall como sucede en el Sistema Convencional. Se favorece de esta manera la estratificación de temperaturas, frías en la zona ocupada y calientes en la zona alta.



- Se climatiza todo el volumen del Mall.



- Solamente se climatiza la parte ocupada del Mall.
- La zona superior permanece a una temperatura mayor, las cargas térmicas de esa zona afectan solamente de forma parcial (parte radiante) a la zona ocupada.

Generación de energía termofrigorífica

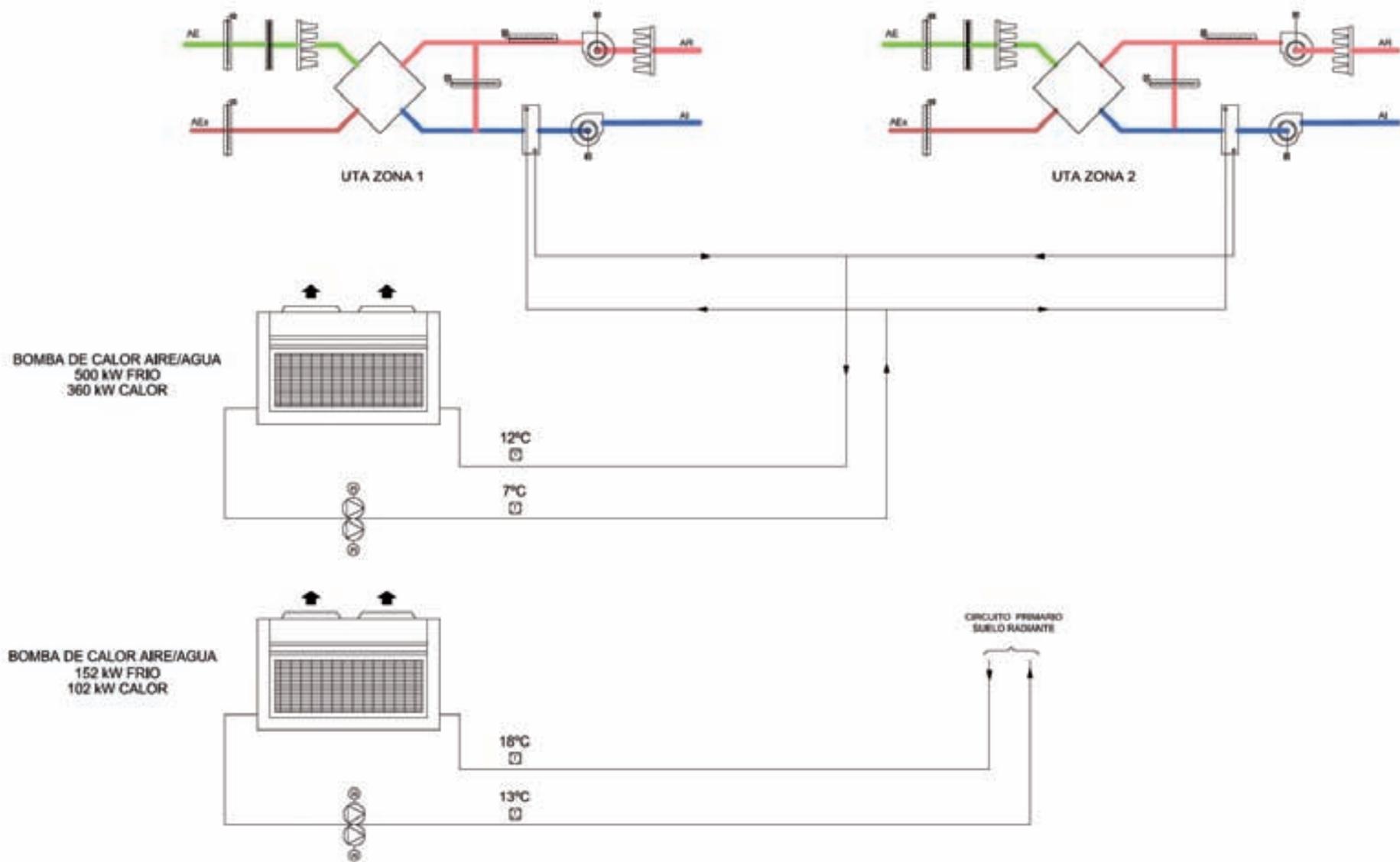
La generación de **energía termofrigorífica** se realizará mediante 2 unidades bombas de calor reversibles BC-1 y BC-2. Una de las unidades se encarga de aportar la energía calorífica/ frigorífica necesaria a las UTAs mientras que la otra se encarga de hacer lo propio al sistema de suelo radiante. De esta manera se puede trabajar a diferente salto térmico en un sistema y en otro.

La unidad BC-1 generará agua fría a un nivel de temperaturas 7-12°C suficiente para poder eliminar la carga latente de las baterías de las UTAS 1 y 2.

La unidad BC-2 generará agua fría a un nivel de temperaturas 13-16°C que puede ser empleado directamente en el suelo radiante. De esta manera el rendimiento estacional de la enfriadora aumenta considerablemente reduciendo su consumo frigorífico.

Ambas bombas de calor disponen de un grupo hidráulico incorporado, es decir, la bomba está incorporada dentro del equipo.





El funcionamiento propuesto del sistema es el siguiente:

- Las UTAs funcionarán en general con 100% aire exterior.
- Las UTAs disponen de recuperación del calor de extracción. El aire de extracción puede, no obstante, by-pasear el recuperador.
- El aire exterior de las UTAs es controlado mediante una sonda de calidad de aire (CO₂) que permite regular el caudal de aire introducido en el local en función del número de personas. Obviamente siempre que no sea necesario mayor caudal por enfriamiento gratuito.

1. Invierno y épocas intermedias

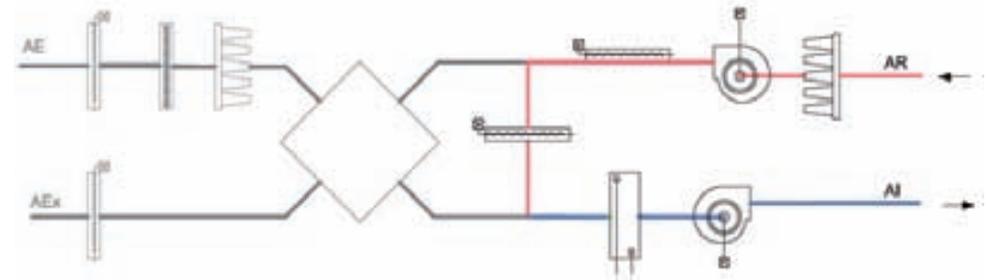
- Temperatura del aire: **20°C** ---> Temperatura Operativa resultante: **22°C**
- Humedad relativa mínima: **40%**

Esta condición de temperatura de 20°C puede mantenerse perfectamente con sistemas radiantes dado que la temperatura de confort (Temperatura Operativa) va a ser superior como se indican en el resumen de resultados.

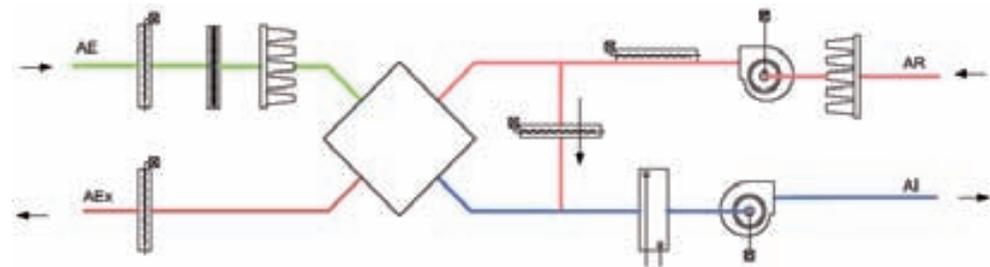
1.1. Puesta en marcha

- El suelo radiante aportará calor al local. Se pondrá en funcionamiento anticipadamente a la apertura del centro.
- Las UTAs recircularán aire completamente del local mientras no exista ocupación. Por la batería de agua de la UTA circula agua caliente de la Bomba de Calor BC-1
- Si una vez que se abra el Centro Comercial y exista ocupación se abrirá la compuerta de aire exterior en función de la concentración de CO₂ existente (Ocupación) y se recuperará calor del aire de extracción.
- Conforme vayan aumentando las cargas interiores del Mall, será necesario reducir la temperatura de envío de agua al suelo radiante mientras la UTA sigue enviando aire a la temperatura de **20°C**. Cuando se equilibren las pérdidas con las ganancias se invierte el ciclo de la Bomba de Calor BC-2 que alimenta al suelo radiante para comenzar a introducir agua enfriada al circuito.

Funcionamiento de la UTA en arranque en invierno sin ocupación



Funcionamiento de la UTA en arranque en invierno con ocupación

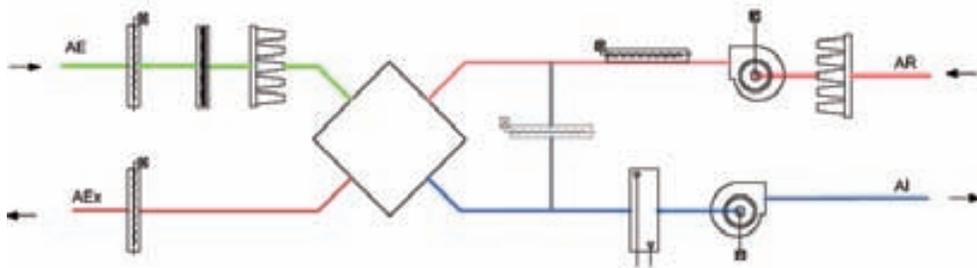


El Caudal de AE está en función de la concentración de CO₂ del AR

1.2. Funcionamiento a régimen

- El Mall una vez puesto a régimen será necesario refrigerarlo por la existencia de elevadas cargas internas, radiación, etc.
- Se dará preferencia a la refrigeración por el Sistema de Climatización Invisible Uponor con aporte del aire exterior necesario siempre que esto no suponga tener que calentar el aire exterior (sobreenfriamiento del local). Si esa situación se da, la potencia entregada por el suelo radiante modulará.
- Es posible que sea necesario by-passear el recuperador del calor del aire de extracción para evitar introducir el aire a una temperatura demasiado elevada. Para ello las UTAs disponen de una compuerta de descarga de aire de retorno directamente hacia el exterior.

Funcionamiento de la UTA a régimen en invierno



2. Verano

- Temperatura del aire: **26°C** --> Temperatura Operativa resultante: **24°C**
- Humedad relativa mínima: **50%**

Esta condición de temperatura de **26°C** puede mantenerse perfectamente con sistemas radiantes dado que la temperatura de confort (Temperatura Operativa) va a ser inferior como se indican en el resumen de resultados.

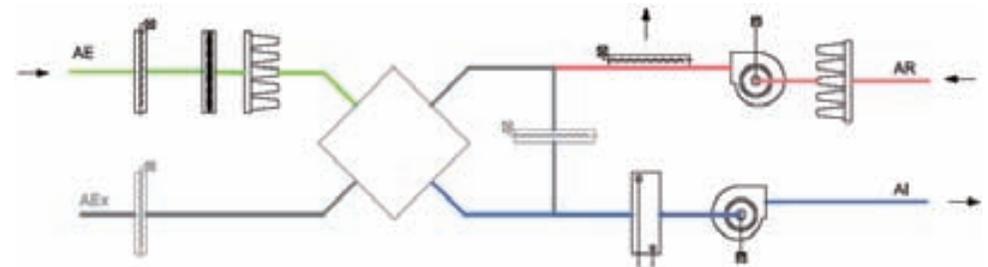
2.1. Puesta en marcha

- Dado que en todo momento el sistema debe funcionar en modo refrigeración, el funcionamiento del sistema durante la puesta en marcha va a ser un transitorio del funcionamiento a régimen descrito a continuación.

2.2. Funcionamiento a régimen

- El Mall será necesario refrigerarlo desde primera hora de la mañana.
- Se dará preferencia a la refrigeración mediante el Sistema de Climatización Invisible Uponor.
- La recuperación de calor no será posible dado que las temperaturas de retorno del local serán muy superiores a las temperaturas de impulsión necesarias del aire. Por lo tanto, el aire de retorno será necesario desalojarlo por la compuerta de descarga.
- El aire impulsado por la UTA será el correspondiente al mínimo aire exterior. No hay recuperación de calor en el recuperador.
- Se controlará en todo momento la humedad relativa del aire ambiente para evitar condensaciones superficiales en el suelo. Para ello, se dispondrá de sondas de temperatura superficial de suelo. En caso de que se esté próximo a la temperatura de rocío, o bien se corta el paso de agua al suelo o bien se resetea la temperatura de consigna de envío de agua.

Funcionamiento de la UTA a régimen en verano



4.3. Metodología empleada

El proceso de cálculo del que se extraen los correspondientes resultados es el siguiente:

- Introducción del modelo geométrico del edificio
- Cálculo de cargas térmicas
- Cálculo de consumos energéticos
- Cálculo de emisiones de CO₂
- Estudio económico del sistema

Todo el proceso ha sido llevado a cabo en los dos sistemas: Sistema Convencional y Sistema de Climatización Invisible Uponor.

4.3.1 Software empleado

Se ha empleado el software IES<VE> Integrated Environmental Solution Ltd.

Concretamente se han empleado los siguientes módulos que siguen los procedimientos de cálculo indicados:

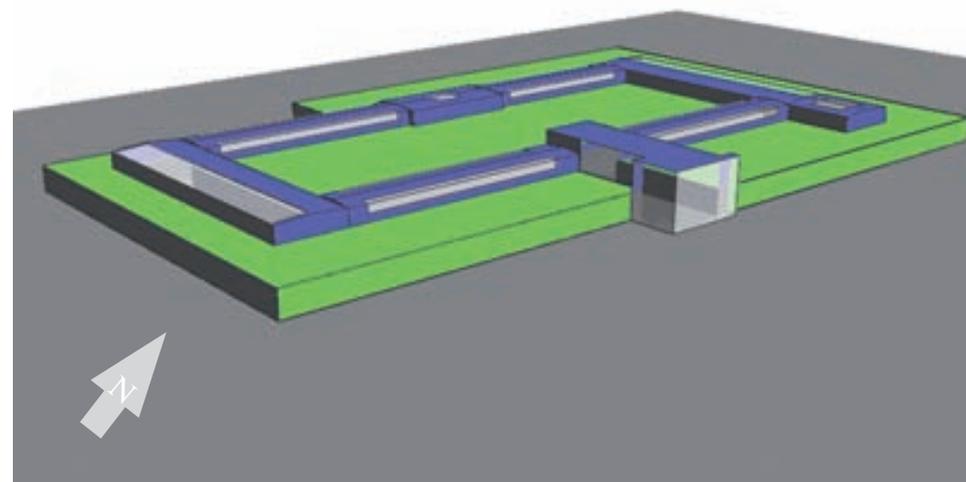
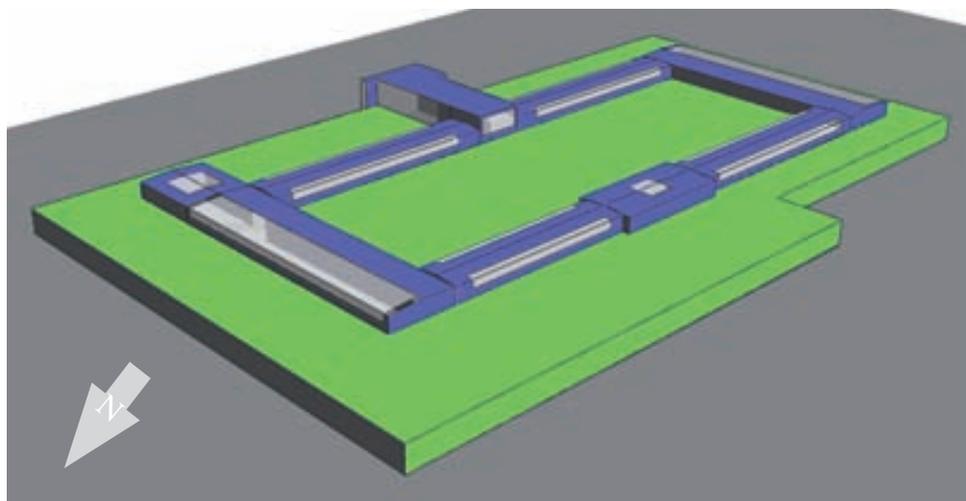
- **ApacheLoads:** Para el cálculo de cargas térmicas. Emplea como método de cálculo el ASHRAE Heat Balance Method Calculation.
- **ApacheSim:** Simulación energética del edificio. Emplea como método de cálculo el método CIBSE cumpliendo con los requerimientos de ANSI/ASHRAE 140 2001 sobre simulación energética de edificios.

El software simula el comportamiento energético del edificio contemplando los siguientes aspectos:

- Aislamiento térmico
- Inercia térmica de los cerramientos
- Configuración del edificio y orientación
- Climatología
- Propiedades de los acristalamientos
- Sombras
- Ganancias internas
- Ventilación natural
- Ventilación mecánica
- Sistemas de climatización HVAC

4.3.2 Modelo geométrico

Se ha introducido en el software el modelo geométrico del edificio de forma tridimensional con la orientación correspondiente como se refleja en las siguientes vistas.

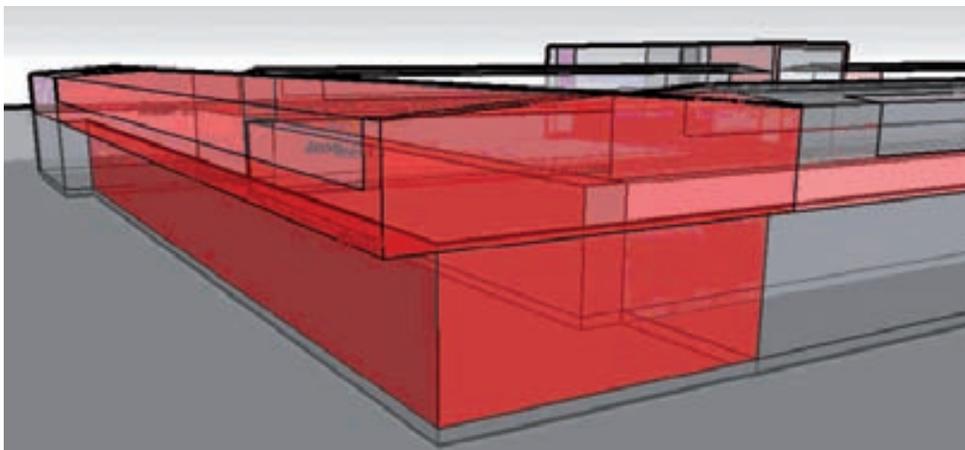


4.3.3 Cálculo de cargas térmicas

Para realizar el cálculo de cargas térmicas se ha tenido en cuenta que el Sistema Alternativo únicamente ha de compensar las cargas térmicas existentes en la zona ocupada y no las correspondientes a toda la altura del Mall. Por lo tanto se ha zonificado de manera independiente la parte baja de la parte alta de dicha zona.

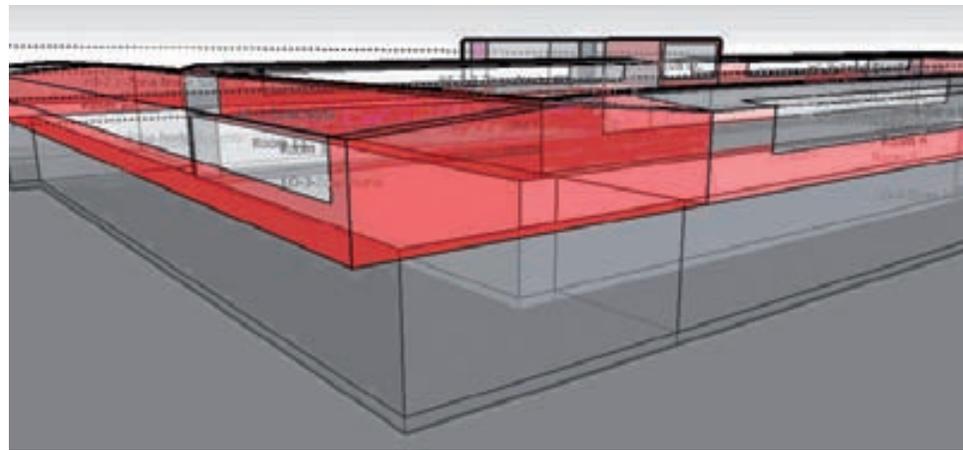
La zonificación considerada en cada caso es la siguiente:

SISTEMA CONVENCIONAL

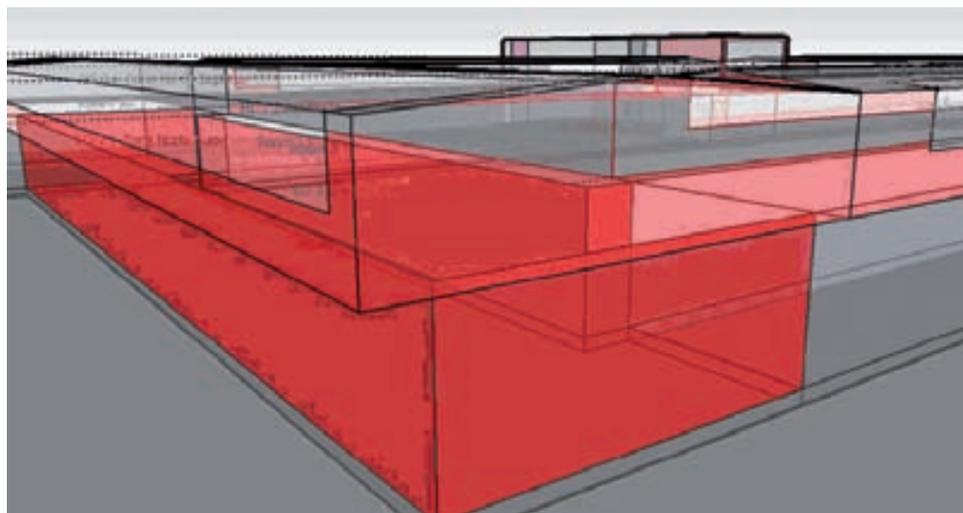


▲ En el sistema convencional toda la altura del Mall se considera incluida dentro de la zona de cálculo

SISTEMA CLIMATIZACIÓN INVISIBLE UPONOR



En el Sistema de Climatización Invisible Uponor ▶ solo la zona ocupada del Mall se considera incluida dentro de la zona de cálculo



Se ha tenido en cuenta lo siguiente para el cálculo de cargas térmicas en ambas alternativas:

- Geometría 3D del edificio y Orientación del edificio.
- Climatología del edificio. Se han considerado los datos climatológicos de ASHRAE para la localidad de La Coruña.
 - Latitud: 43,37° N / Longitud 8,42° W
 - Altitud: 67 m
 - Temperatura Seca / Temperatura Húmeda en Verano : 27,2 °C / 20,2°C
 - Temperatura Seca Invierno: 4,2°C
- Composición de los cerramientos: Transmitancia térmica, Factor Solar, Masa, Calor específico. Dichos parámetros son los parámetros empleados en el propio proyecto de ejecución.
 - Fachada: $U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{°C}$
 - Cubierta: $U = 0,33 \text{ W/m}^2\text{°C}$
 - Solera: $U = 0,67 \text{ W/m}^2\text{°C}$
 - Cerramientos interiores: $2,49 \text{ W/m}^2\text{°C}$
 - Vidrio: $U = 1,62 \text{ W/m}^2\text{°C} / SC = 0,28$
- Cargas térmicas empleadas. Se han considerado los parámetros empleados en el proyecto de ejecución:
 - Iluminación: 41 W/m^2
 - Ocupación: $3\text{m}^2/\text{persona}$ (89 W/p Sensible y 121 W/p Latente)

Notas importantes

En el caso del Sistema de Climatización Invisible Uponor, se han asignado 31 W/m^2 en la zona alta del Mall y 10 W/m^2 en la zona baja del Mall. Se ha considerado una fracción radiante de la iluminación de 0.45 por lo que parte de la carga por iluminación incluida en la zona alta del Mall llegará en todo caso a la zona climatizada. Asimismo, La ocupación ha sido completamente asignada a la zona ocupada del Mall.

Para el cálculo de cargas térmicas se ha considerado en principio que los locales comerciales privativos están climatizados en todo momento por lo que no aportarían carga térmica a la zona de Mall.

Resultados

Las cargas térmicas punta obtenidas **en refrigeración** son las siguientes:

CARGA TÉRMICA A COMBATIR	
Sistema Convencional	Climatización Invisible Uponor
991,9 KW	632,5 KW
<small>NOTA: La carga térmica instalada en el sistema de proyecto mediante equipos RooTop es de 991,9 kW.</small>	
Ahorro Neto en Potencia Térmica Instalada en equipos frigoríficos = 359,4 kW Ahorro Neto estimado en Potencia Eléctrica instalada = 200 kW (considerando ventiladores)	



Se ha calculado asimismo los caudales de impulsión de aire a las zonas ocupadas. El caudal de aire a impulsar se ha realizado en base a la compensación de las cargas sensibles que el suelo radiante no es capaz de cubrir y sobre todo las cargas latentes a combatir necesarias para evitar condensaciones superficiales en el suelo. Los caudales a impulsar son:

CAUDALES DE AIRE A IMPULSAR	
Sistema Convencional	Climatización Invisible Uponor
164.700 m ³ /h	104.550 m ³ /h
Ahorro Neto en Caudal de aire a suministrar = 60.150 m ³ /h	

En cuanto a las temperaturas obtenidas se observa que en el Sistema de Climatización Invisible Uponor se pueden mantener temperaturas ambiente de 20°C en invierno y de 26°C en verano obteniéndose unas temperaturas operativas (confort) de 22°C y 24°C respectivamente por lo que los niveles de confort son muy elevados. A esto además contribuye el hecho de que el caudal de aire circulante por el local es muy reducido.

PORCENTAJE DE PERSONAS INSATISFECHAS (Media)	
Sistema Convencional	Climatización Invisible Uponor
29%	13,5%



CARGAS TÉRMICAS SISTEMA CONVENCIONAL

CARGA REFRIGERACIÓN (Peak Cooling+Dehumidification Plant)

	Peak Date	Peak Time	Dry Resultant Temperature (°C)	Air Temperature (°C)	Dry-buld Temperature (°C)	People dissatisfied (%)	Space conditioning sensible (KW)	Space conditioning latent (KW)	External conduction gain (KW)	Solar gain (KW)	Internal conduction gain (KW)	Internal latent gain (KW)	Internal gain (KW)	Aux vent lat gain (KW)	Aux vent gain (KW)	Infiltration gain (KW)	Infiltration lat gain (KW)
LO-1-Entrada CC	Jul	15:30	25,94	24	27,05	26,21	-58,55	-15,21	5,13	21,57	-0,44	12,53	26,21	2,32	5,28	0,79	0,35
LO-2.1-Zona Norte Superior	Jul	16:30	26,07	24	27,20	13,72	-28,32	-7,92	-0,35	13,93	-2,08	6,56	13,72	1,21	2,76	0,32	0,14
LO-2.2-Zona Norte Superior	Jul	15:30	26,17	24	27,05	29,28	-61,89	-16,87	-0,04	29,43	-3,28	14,00	29,28	2,60	5,90	0,60	0,26
LO-3-Zona Norte	Jul	15:30	26,91	24	27,05	49,58	-115,56	-28,55	-6,04	73,05	-11,99	23,71	49,58	4,40	9,99	0,98	0,43
LO-4-Zona Norte Interior	Jul	15:30	26,17	24	27,05	23,08	-48,93	-13,30	-0,04	23,49	-2,73	1,04	23,08	2,05	4,65	0,47	0,20
LO-5-Zona Central	Jul	16:30	25,59	24	27,20	18,85	-31,41	-10,86	1,39	7,55	-0,58	9,01	18,85	1,67	3,79	0,39	0,17
LO-6-Zona Sur Inferior	Jul	16:30	26,24	24	27,20	27,63	-59,83	-15,92	0,28	28,72	-2,95	13,21	27,63	2,45	5,56	0,56	0,25
LO-7-Zona Sur	Jul	16:30	26,98	24	27,20	50,47	-121,60	-29,06	-5,95	74,35	-8,44	24,13	50,47	4,48	10,16	1,00	0,44
LO-8-Zona Sur Superior	Jul	15:30	26,15	24	27,05	29,37	-61,52	-16,92	0,05	29,09	-3,52	14,04	29,37	2,60	5,91	0,60	0,26

CARGA CALEFACCIÓN (Space conditioning sensible)

			Dry Resultant Temperature (°C)	Air Temperature (°C)	Dry-buld Temperature (°C)	People dissatisfied (%)	Space conditioning sensible (KW)		External conduction gain (KW)		Internal conduction gain (KW)			Aux vent gain (KW)	Infiltration gain (KW)		
LO-1-Entrada CC	January		21,62	22	4,2	5,20	60,36		-26,04		0,30			-30,06	-4,54		
LO-2.1-Zona Norte Superior	January		22,19	22	4,2	5,85	22,84		-5,17		-0,07			-15,74	-1,85		
LO-2.2-Zona Norte Superior	January		22,04	22	4,2	5,63	52,11		-14,95		-0,14			-33,58	-3,43		
LO-3-Zona Norte	January		22,07	22	4,2	5,67	87,12		-24,68		0,06			-56,88	-5,61		
LO-4-Zona Norte Interior	January		22,05	22	4,2	5,65	41,00		-11,93		0,11			-26,47	-2,70		
LO-5-Zona Central	January		22,32	22	4,2	6,06	29,20		-5,11		-0,20			-21,62	-2,26		
LO-6-Zona Sur Inferior	January		22,04	22	4,2	5,64	49,41		-14,61		0,14			-31,70	-3,23		
LO-7-Zona Sur	January		22,11	22	4,2	5,74	86,65		-23,01		-0,04			-57,89	-5,69		
LO-8-Zona Sur Superior	January		22,04	22	4,2	5,64	52,24		-14,97		-0,13			-33,69	-3,44		

CARGAS TÉRMICAS SISTEMA CLIMATIZACIÓN INVISIBLE UPONOR

CARGA REFRIGERACIÓN (Peak Cooling+Dehumidification Plant)

	Peak Date	Peak Time	Dry Resultant Temperature (°C)	Air Temperature (°C)	Dry-buld Temperature (°C)	People dissatisfied (%)	Space conditioning sensible (KW)	Space conditioning latent (KW)	External conduction gain (KW)	Solar gain (KW)	Internal conduction gain (KW)	Internal latent gain (KW)	Internal gain (KW)	Aux vent lat gain (KW)	Aux vent gain (KW)	Infiltration gain (KW)
LO-1-Entrada CC	Jul	14:30	23,82	26	26,66	13,82	-35,93	-12,90	1,67	6,61	12,58	12,20	13,41	0,60	0,70	0
LO-2.1-Zona Norte Superior	Jul	15:30	23,81	26	27,05	13,78	-21,28	-6,91	0	6,91	6,06	6,56	7,21	0,32	0,35	0
LO-2.2-Zona Norte Superior	Jul	15:30	23,98	26	27,05	14,62	-36,55	-11,53	0	9,05	13,57	10,89	11,97	0,53	0,64	0
LO-3-Zona Norte	Jul	15:30	23,08	26	27,05	10,50	-85,08	-19,19	0	32,34	28,25	17,48	19,21	0,86	1,71	0
LO-4-Zona Norte Interior	Jul	15:30	23,96	26	27,05	14,56	-29,34	-9,10	0	7,24	11,09	8,58	9,43	0,42	0,51	0
LO-5-Zona Central	Jul	15:30	23,98	26	27,05	14,66	-20,21	-7,69	0	4,12	6,92	7,33	8,06	0,36	0,36	0
LO-6-Zona Sur Inferior	Jul	15:30	23,94	26	27,05	14,42	-35,93	-10,91	0	8,97	13,72	10,28	11,30	0,50	0,63	0
LO-7-Zona Sur	Jul	14:30	23,05	26	26,66	10,39	-87,51	-19,16	0	33,22	31,14	17,48	19,21	0,86	1,68	0
LO-8-Zona Sur Superior	Jul	15:30	24,03	26	27,05	14,90	-36,17	-11,46	0	9,08	13,43	10,92	12,01	0,54	0,54	0

CARGA CALEFACCIÓN (Space conditioning sensible)

			Dry Resultant Temperature (°C)	Air Temperature (°C)	Dry-buld Temperature (°C)	People dissatisfied (%)	Space conditioning sensible (KW)		External conduction gain (KW)		Internal conduction gain (KW)				Aux vent gain (KW)	Infiltration gain (KW)
LO-1-Entrada CC	January		22,52	20	4,2	5,31	49,27		-5,92		-13,07				-30,27	0
LO-2.1-Zona Norte Superior	January		22,49	20	4,2	5,28	19,25		0		-3,98				-15,26	0
LO-2.2-Zona Norte Superior	January		22,49	22	4,2	5,28	37,23		0		-9,71				-27,52	0
LO-3-Zona Norte	January		24,94	20	4,2	11,48	96,00		0		-22,26				-73,73	0
LO-4-Zona Norte Interior	January		22,57	20	4,2	5,35	29,70		0		-7,54				-22,15	0
LO-5-Zona Central	January		22,38	20	4,2	5,19	20,48		0		-4,87				-15,61	0
LO-6-Zona Sur Inferior	January		22,63	20	4,2	5,41	36,56		0		-9,35				-27,21	0
LO-7-Zona Sur	January		24,89	20	4,2	11,25	93,78		0		-21,14				-72,64	0
LO-8-Zona Sur Superior	January		22,03	20	4,2	5,02	32,34		0		-9,08				-23,26	0

Ventajas obtenidas

Las ventajas que se deducen del listado del cálculo de las cargas térmicas son las siguientes:

- **Reducción de la potencia eléctrica instalada.** Se reduce aproximadamente **-200 kW eléctricos** de potencia instalada. El hecho de reducir la carga frigorífica necesaria a aportar al edificio repercute directamente en la potencia eléctrica consumida y por lo tanto contratada. Esto significa que el dimensionado de los equipos transformación de energía así como de los conductores de distribución hasta los equipos frigoríficos pueden reducirse significativamente y por lo tanto producir un ahorro.
- **Mayor confort.** El porcentaje de personas insatisfechas en el Sistema de Climatización Invisible Uponor es menor que en el Sistema Convencional debido a que la Temperatura Operativa (Dry Resultant Temperature) es más cercana a 24°C. Se puede trabajar por lo tanto con una temperatura del aire (Air Temperature) de hasta 26°C.
- **Reducción de costes en conductos.** Al enviarse un caudal menor.

4.3.4. Cálculo de consumo energético del edificio

Metodología

Para el cálculo de los consumos energéticos del edificio se han introducido los siguientes datos de entrada:

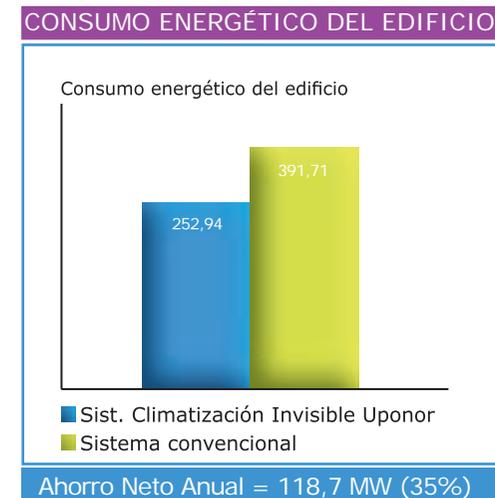
- Geometría 3D del edificio
- Orientación del edificio
- Climatología del edificio. Se ha considerado la climatología de La Coruña según el fichero climatológico para EnergyPlus.

- Descripción técnica de los sistemas del edificio. Se ha considerado dentro de los datos introducidos la mejor aproximación de los sistemas empleados en el edificio para ambas alternativas. Se han tenido en cuenta aspectos como: variabilidad del aire exterior respecto de la ocupación, utilización del free-cooling, utilización de la recuperación de calor. Para el caso del sistema Convencional mediante equipos RoofTops se han introducido los datos de los equipos de proyecto. En el caso del Sistema de climatización Invisible Uponor se han considerado los datos de los equipos teóricos que se obtienen según el cálculo de cargas térmicas.

Resultados obtenidos

El consumo energético obtenido en cada caso es el siguiente:

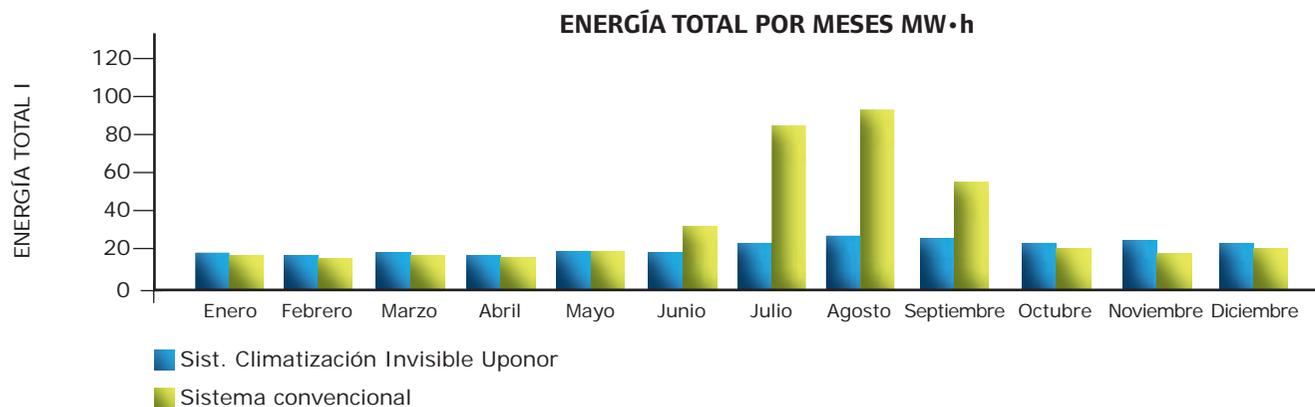
ENERGÍA ANUAL CONSUMIDA	
Sistema Convencional	Climatización Invisible Uponor
391,71 MW·h	252,94 MW·h
Ahorro Neto Anual = 118,7 MW (35%)	



SISTEMA CONVENCIONAL					
	Enfriadora (Calor) MW-h	Enfriadora (Frío) MW-h	Sist. Aux. Enfriadora MW-h	Ventiladores MW-h	Total Sistema MW-h
Enero	6,09	0,01	0,00	11,04	17,15
Febrero	4,06	0,00	0,00	9,84	13,91
Marzo	2,93	0,43	0,15	10,78	14,30
Abril	1,35	1,28	0,44	10,56	13,64
Mayo	0,37	3,11	1,08	10,96	15,53
Junio	0,08	15,87	5,55	10,47	31,98
Julio	0,01	53,21	18,62	10,96	82,82
Agosto	0,00	62,92	22,02	10,87	95,82
Septiembre	0,04	34,53	12,08	10,47	57,14
Octubre	0,22	5,53	1,93	11,04	18,74
Noviembre	1,26	1,07	0,37	10,47	13,19
Diciembre	5,89	0,48	0,17	10,87	17,42
Totales	22,36	178,48	62,46	128,39	391,71

SISTEMA CLIMATIZACIÓN INVISIBLE UPONOR					
	Enfriadora (Calor) MW-h	Enfriadora (Frío) MW-h	Sist. Aux. Enfriadora MW-h	Ventiladores/Bombas MW-h	Total Sistema MW-h
Enero	1,68	7,00	1,40	7,83	17,92
Febrero	1,03	6,06	1,21	6,98	15,29
Marzo	0,43	7,08	1,41	7,65	16,57
Abril	0,18	6,10	1,22	7,48	14,99
Mayo	0,00	6,58	1,31	7,77	15,67
Junio	0,00	6,61	1,32	7,42	15,37
Julio	0,00	18,24	3,64	7,77	29,67
Agosto	0,00	20,59	4,11	7,71	32,42
Septiembre	0,00	16,90	3,38	7,42	27,71
Octubre	0,01	11,92	2,38	7,83	22,15
Noviembre	0,30	13,35	2,67	7,42	23,76
Diciembre	1,48	10,13	2,02	7,71	21,35
Totales	5,13	130,62	26,12	91,05	252,94

- **Enfriadora (Calor):** Consumo de energía de la enfriadora funcionando en modo calor (bomba de calor). Sólo compresores.
- **Enfriadora (Frío):** Consumo de energía de la enfriadora funcionando en modo frío. Sólo compresores.
- **Sist. Aux. Enfriadora:** Consumo de energía de los sistemas auxiliares de la enfriadora. Ventiladores, bombas de recuperación /condensación (en este caso no aplica).
- **Ventiladores/Bombas:** Consumo de energía de los ventiladores y las bombas de impulsión de fluidos a los locales. Ventilador de impulsión, ventilador de retorno y en el caso del sistema radiante, las bombas de circulación de agua tanto de las enfriadoras como de los circuitos de suelo radiante.



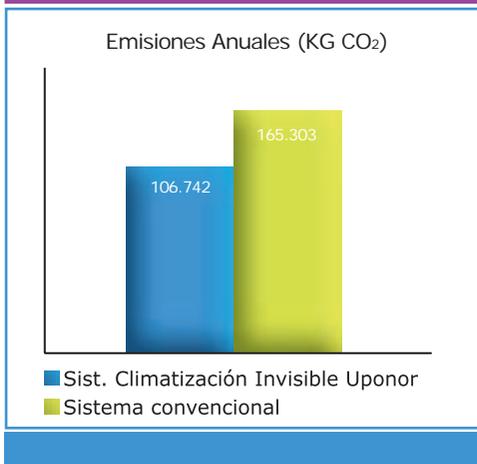
* La ventaja que se deriva de estos resultados es la reducción directa del consumo energético del edificio y por lo tanto un **ahorro en la factura eléctrica anual.**

4.3.5. Cálculo de emisiones de CO₂ a la atmósfera

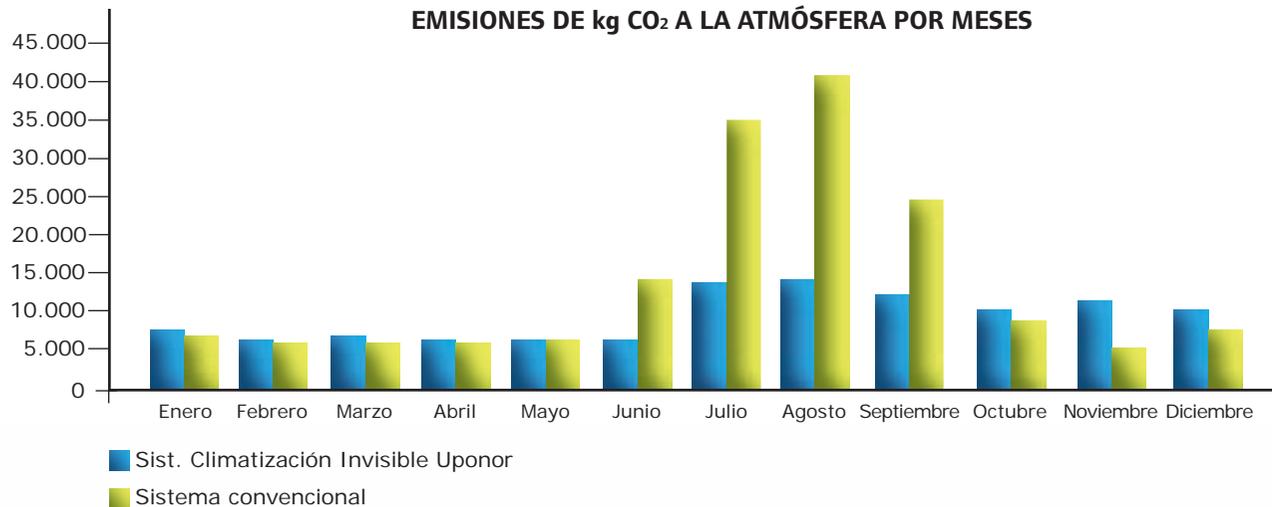
De acuerdo a los consumos energéticos indicados en ambas opciones se tiene las siguientes emisiones de CO₂ a la atmósfera a lo largo del año:

ENERGÍA ANUAL CONSUMIDA	
Sistema Convencional	Climatización Invisible Uponor
165.303 Kg CO ₂	106.742 Kg CO ₂
Ahorro Neto = 58,5 toneladas de CO ₂	

EMISIONES DE CO₂ A LA ATMÓSFERA



EMISIONES DE kg CO₂ A LA ATMÓSFERA POR MESES



* La ventaja que se deriva de estos resultados es la **reducción directa de las emisiones contaminantes** del edificio.



5. RESUMEN DE VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS SISTEMAS

A continuación se presenta el resumen de ventajas e inconvenientes de los sistemas en estudio:

SISTEMA CONVENCIONAL		SISTEMA CLIMATIZACIÓN INVISIBLE UPONOR	
Ventajas	Inconvenientes	Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Reducido coste inicial. • Mayor rapidez de instalación. • Sistema de control simple. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor consumo energético anual. • Mayores emisiones anuales de CO₂ a la atmósfera. • Calificación energética del edificio media. (*) • Menor confort de la zona ocupada. • No hay control de humedad ambiente. Solo temperatura. • Mayor coste en sistemas de distribución de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor consumo energético anual. • Menores emisiones anuales de CO₂ a la atmósfera. • Calificación energética del edificio óptima (*). • Óptimo confort de la zona ocupada. • Existe un control preciso de humedad ambiente. • Menor mantenimiento. • Menor coste y requerimientos en conducciones de aire. Menos altura necesaria en falsos techos. • Ruido reducido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor inversión inicial. • Requiere un sistema de control adecuado, puesto que se debe controlar la humedad.

(*) La calificación energética del edificio requiere un estudio aparte.

6. ESTUDIO ECONÓMICO

DATOS GENERALES			
Tipo de interés actual		0,02	
Aumento anual tarifa eléctrica		0,07	
Periodo de estudio	Años	20	
		Sistema convencional	Sist. Climatización Invisible Uponor
COSTES INICIALES			
Equipos frigoríficos	€	267.120	170.000
Suelo radiante	€	0	115.000
Climatizadores	€	0	42.000
Conductos de distribución	€	140.000	89.600
Tubería y valvulería	€	0	5.000
Control centralizado	€	0	50.000
Costes instalación eléctrica	€	9.000	0
Total costes iniciales	€	416.120	471.600
COSTES DE EXPLOTACIÓN			
Energía consumida			
Energía Eléctrica			
Consumo	KW•h	391.714	252.944
Coste KW•h	€ / KW•h	0,078	0,078
Coste total	€	30.553,69	19.729,63
GASTOS DE MANTENIMIENTO			
Mantenimiento	€ / Año	7.000	5.000
Sustitución de equipos	€	0	0
Valor Actual Neto	€	355.963,73	
Payback Period	Años	4	

RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN

Bajo los supuestos económicos considerados e incluidos en la hoja de cálculo adjunta, el periodo de retorno de la inversión es de **4 años**.

Respecto a la vida útil del proyecto, se puede considerar el mismo con una **rentabilidad económica ACEPTABLE**.





uponor
simply more

Uponor Hispania, S.A.

Calle C, 24 Pol. Ind. Nº1
28938 Móstoles (Madrid)

902 100 240

www.uponor.es