DISEÑO Y EVALUACIÓN DE EDIFICIOS E INSTALACIONES ENERGETICAMENTE EFICIENTES, CONSTRUYENDO TRES EDIFICIOS DE OFICINAS PARA EL GRUPO ORTIZ EN MADRID

Juan Manuel Ortega Hernández

Ortíz Construcciones y Proyectos

Resumen

El Grupo Ortíz, construye 3 edificios de oficinas en una zona de nueva actuación urbanística de Madrid, que están regidos bajo un marcado concepto de eficiencia energética, tanto en su concepto de edificación, como en las instalaciones que se albergan en su interior. Los tres están ubicados en la misma zona, con una construcción idéntica, pero con diferentes sistemas de producción y distribución, en cuanto a las instalaciones térmicas.

Los edificios cuentan con energía geotérmica, cogeneración, equipos de refrigeración por compresión mecánica y absorción, sistemas de uso inercial térmico, recuperación y aprovechamiento de energía, equipos de alta eficiencia energética, energía solar térmica, paneles fotovoltaicos, elementos pasivos de protección solar y técnicas de aprovechamiento de enfriamiento gratuito, así como sistemas de ahorro en iluminación.

Los edificios llevan un sistema de control y regulación que optimiza el confort y uso de las instalaciones, incorporando además la monitorización de más de 250 variables de cada edificio, constituyendo uno de los objetos del proyecto, que permitirá el estudio y comparación de los diferentes sistemas incorporados.

Los edificios han logrado el apoyo del CDTI a través de un proyecto de I+D+i, están en funcionamiento y han obtenido una calificación energética A y B, según Calener.

***Palabras clave*:** *eficiencia energética edificación del sector terciario*

Área temática: *Eficiencia Energética en edificación y rehabilitación*.

CONTENIDO DE LA COMUNICACION

1.- Edificación

- 1.1.- Introducción
- 1.2.- Descripción de los edificios

2.- Climatología

- 2.1.- Estudio climático previo
- 2.2.- Exigencias del cte.
- 2.3.- Consumo de energía en el edificio de referencia

auGREENCITIES

2.4.- Consumo de los edificios de proyecto y mejoras pasivas

2.4.1.- Mejora de la protección solar

2.4.2.- Mejora de los acristalamientos

2.5.- Hipótesis de funcionamiento en uso

3.- Equipos de producción y distribución

3.1.- Sistemas convencionales

3.2.- Distribución interior del agua fría y caliente

3.3.- Distribución del aire

4.- Empleo de energías renovables

4.1.- Paneles solares fotovoltaicos

4.2.- Intercambiador geotérmico tierra-aire

4.3.- Incorporación de paneles solares térmicos

5.- Utilización de sistemas de elevada eficiencia energética

5.1.- Uso de free-cooling en climatizadores

5.2.- Incorporación de recuperador de energía en climatizadores

5.3.- Utilización de la ventilación nocturna

5.4.- Uso de la torre de refrigeración para enfriamiento directo

5.5.- Enfriamiento de agua por sistema de absorción

5.5.1.- El foco de calor se alimenta por medio de paneles solares térmicos

5.5.2.- El foco de calor se alimenta por medio de la Energía térmica procedente de los gases de Combustión de turbinas de microcogeneración

5.6.- Regulación de la iluminación en plantas

5.7.- Instalación del sistema de control y regulación

6.- Sistema de monitorización y seguimiento energético

7.- Costes económicos

7.1.- Edificación

7.2.- Geotermia

7.3.- Cogeneración

7.4.- Absorción

7.5.- Energía solar térmica y fotovoltaica

7.6.- Control, regulación y monitorización

7.7.- Resto de mejoras

7.8.- Proyecto y seguimiento

RESUMEN DE DATOS DE LOS EDIFICIOS

CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE DISEÑO	EDIFICIO 2.50	EDIFICIO 2.72	EDIFICIO 2.91
	INCLUIDO	INCLUIDO	INCLUIDO
Edificación y Código Técnico de Edificación	SI	SI	SI
Estudio climático previo	SI	SI	SI
Consumos de energía del edificio de referencia y de los de proyecto	SI	SI	SI
Mejora de la protección solar a través de las costillas verticales	SI	SI	SI
Mejora de la protección solar por los parasoles horizontales en fachada sur	SI	SI	SI
Incremento del sombreamiento de la cubierta por las costillas superiores.	SI	SI	SI
Mejora de la inercia térmica interior por forjados de techo al aire	NO (1)	SI	SI
Mejora de los acristalamientos del muro cortina	SI	SI	SI

EMPLEO DE ENERGÍAS RENOVABLES, ALTERNATIVAS Y SISTEMAS DE AHORRO ENERGETICO EN LOS EDIFICIOS		EDIFICIO 2.50	EDIFICIO 2.72	EDIFICIO 2.91
		INCL.	INCL.	INCL.
Paneles solares fotovoltaicos		SI	NO (4)	NO (4)
Intercambiador geotérmico tierra-aire		NO (2)	SI	SI
Paneles solares térmicos		SI	SI	NO (6)
Unidad enfriadora de agua con sistema de absorción cuyo foco de calor se alimenta por medio de:	Paneles solares térmicos con de alto rendimiento	NO (2)	SI	NO (7)
	Los gases de combustión de dos turbinas de microcogeneración	NO (2)	NO (5)	SI
Ventilación exterior o cruzada nocturna		NO (2)	SI	SI
Utilización de free-cooling en climatizadores		SI	SI	SI
Incorporación de recuperadores de energía en climatizadores		SI	SI	SI
Utilización de agua de torre para su uso en los fan-coils en las épocas		NO (3)	SI	SI
Reducción de la intensidad de la luz artificial en función de la iluminación		SI	SI	SI
Sistema de control y regulación universal		SI	SI	SI
Sistema de monitorización y seguimiento energético		SI	SI	SI
CLASIFICACION ENERGETICA		B	A	A

1.- EL EDIFICIO POSEE FALSO TECHO CONTINUO POR LO QUE LA INERCIA DE LA MASA DEL FORJADO NO INCIDE SOBRE EL INTERIOR DEL EDIFICIO
2.- ESTE EDIFICIO SE TOMA COMO REFERENCIA PARA LA COMPARACION DE LAS MEJORAS ENERGETIC
3.- NO POSEE TORRE DE REFRIGERACION, SE TRATA DE UN SISTEMA VRV CONDENSADO POR AIRE
4.- SUSTITUIDOS POR LA INSTALACION DEL INTERCAMBIADOR GEOTERMICO
5.- LOS MOTORES DE COGENERACION SON SUSTITUIDOS POR PANALES SOLARES TERMICOS
6.- SUSTITUIDOS POR LA INSTALACION DEL INTERCAMBIADOR GEOTERMICO
7.- SUSTITUIDOS POR EL SITEMA DE COGENERACION

La aplicación del programa Calener en su día, no contemplaba la incorporación de todos los sistemas empleados, pero el equipo técnico que intervino en su desarrollo, efectuó simulaciones de estos, que fueron incorporados al programa normal, con el fin de obtener la evaluación real y con ello la calificación energética de la tabla anterior.

1.- EDIFICACION

1.1.- INTRODUCCION

Este conjunto de edificios nace en el momento en que las grandes políticas de ahorro

QUIGGREENCITIES

energético, de lucha contra el cambio climático, la reducción de las emisiones de GEIs, el respeto y la optimización en la extracción y transformación de los recursos naturales, así como las estrategias de reutilización y reciclado de productos, cruzan el ecuador del proyecto y pretenden, quizá quiméricamente, influir positivamente en dicho cambio.

Se dice quiméricamente porque dicho cambio no se puede lograr sin variar radicalmente la forma de vida, aunque no obstante se debe intentar y este proyecto supone una modesta aportación en dicha línea.

A nuestro entender, la arquitectura se encuentra frente a uno de sus mayores retos, dado que para satisfacer todas las exigencias técnicas y responder a su vez a las necesidades de la sociedad, se requiere un esfuerzo considerable para tratar de conseguir la excelencia en el desarrollo del proyecto y un ejercicio de responsabilidad en su concepción (**hay que diseñar bien**) y posteriormente en su ejecución (**hay que construir bien**).

En este sentido, el conjunto promovido por el grupo Ortiz pretende ser uno de los actuales exponentes de esa arquitectura dado que su concepción se gestó intentando emplear el sentido común y teniendo presente una especial sensibilidad hacia la naturaleza y la sociedad...lo que parece ser, actualmente se identifica como edificación sostenible, dedicando también una especial atención a la accesibilidad, el confort interior y la seguridad en uso y construcción.

No obstante, el desarrollo de este artículo se centra exclusivamente en las estrategias de diseño que se han valorado e implementado con la finalidad de obtener un conjunto de edificios con la mayor calificación energética posible, en cumplimiento del RD 47/2007 obligatorio a partir del 1 de noviembre del año 2007.

Ello ha supuesto un reto tecnológico en sí mismo, aunque de forma paralela, se ha producido otro gran reto al aunar los esfuerzos de los equipos técnicos que han compartido conocimientos con la finalidad de alcanzar un objetivo de calificación energética **"A",** que en el parque de edificios actuales es francamente complicado de conseguir, interviniendo en el diseño de las instalaciones térmicas, iluminación, diseño pasivo, etc.

1.2.- VENTAJAS DEL PROYECTO

La ejecución del presente proyecto constituye un importante reto tecnológico para la empresa, tanto de cara a la consecución de un óptimo diseño desde el punto de vista energético y funcional, teniendo en cuenta que gracias a un buen diseño inicial "**el mayor ahorro y eficiencia energética en los edificios, está en aquella energía que no se consume"**.

Algunos de los avances que permitirá alcanzar el proyecto, son los siguientes:

- Obtención de edificios eficientes desde el punto de vista energético gracias a la utilización de las siguientes estrategias:
    - Diseño bioclimático
        - Reducción de cargas térmicas externas
            - ✓ Dimensionamiento y orientación adecuada de huecos permitiendo reducir la insolación en verano y facilitando la entrada de rayos solares en invierno.
            - ✓ Selección del material óptimo en cada orientación.
        - Reducción de cargas térmicas internas

aulagreencities

- ✓ Ventilación nocturna.
- ✓ Sustitución de la iluminación artificial por natural en la medida de lo posible.
- ✓ Uso de sistemas de iluminación artificial eficientes energéticamente.
- ✓ Reducción de la intensidad lumínica en función de la luz exterior.

- o Empleo de energías renovables
  - ➢ Intercambiador geotérmico tierra – aire.
  - ➢ Paneles solares térmicos de alto rendimiento para uso en equipos de absorción.
  - ➢ Paneles solares fotovoltaicos.
- o Empleo de energías con alta eficiencia energética
  - ➢ Turbina de micro cogeneración de alta eficiencia
  - ➢ Enfriadoras de climatización por sistema de absorción
- o Utilización de las torres de refrigeración para su uso en el circuito de fan-coils, en las épocas climáticas suaves, con el fin de lograr la refrigeración de los edificios, con un consumo eléctrico bajo, logrando valores de COP equivalentes a veces superiores a 10.

- Obtención de conclusiones sobre la rentabilidad de cada una de las energías, a partir de la explotación de los resultados obtenidos mediante la monitorización de los tres edificios teniendo en cuenta el tipo de energía instalada en cada edificio. Se valorarán por un lado, los parámetros energéticos (eficiencia, emisiones de CO_2) y por otro, datos económicos.
- Óptima gestión de las instalaciones a partir del conocimiento generado por la monitorización y control, de manera que le será posible a la empresa, anticiparse, en muchos casos, a la normativa que, por otro lado, cada vez es más estricta.

1.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS EDIFICIOS

Las premisas que han prevalecido a la hora de diseñar este conjunto arquitectónico constituido por tres edificios, cuyo inicio de la obra fue en Enero de 2.008 y que concluyó en Marzo de 2010, fueron la de conseguir unos edificios estéticos, funcionales y además que fueran sostenibles, en la medida de lo posible.

El conjunto se desarrolla en la zona Sureste de Madrid en la actuación urbanística denominada Ensanche de Vallecas.

La singularidad de la envolvente es el uso de una sucesión de grandes pórticos de hormigón conforman la imagen de un prisma de vidrio que alberga en su interior los diferentes usos que requería el programa funcional.

El esquema tiene cierta similitud con el cuerpo humano en el que la estructura ósea, además de proporcionar la sustentación, protege los órganos vitales.

Los citados pórticos cumplen la doble misión de proporcionar un control selectivo de la radiación solar, amortiguando los efectos negativos del soleamiento como son el exceso de radiación en verano y parte de los posibles deslumbramientos, conformando parte de la estructura del edificio.

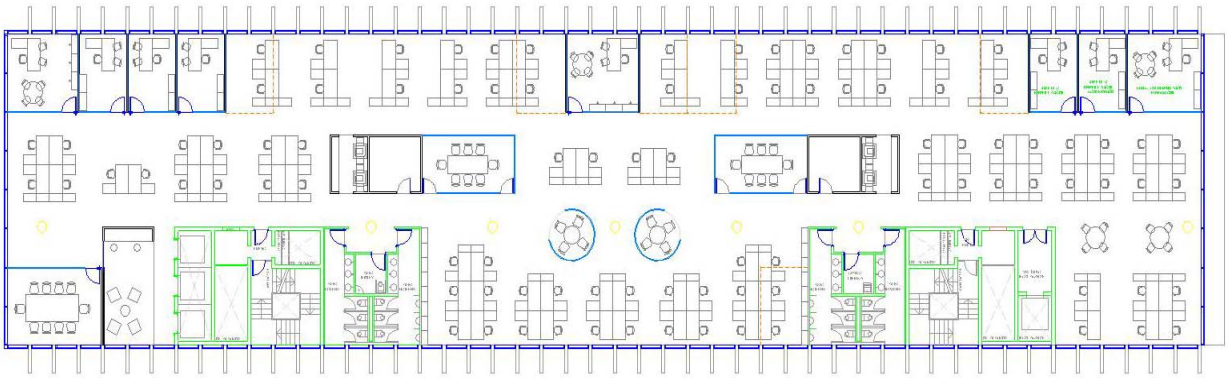
Figura 1

Todo el edificio se encuentra conectado verticalmente por dos núcleos de comunicaciones e instalaciones, que se ejecutaran con paneles prefabricados de hormigón.

Las plantas de oficinas disponen de una distribución flexible, con posibilidad de compartimentarse mediante divisiones sencillas. Mediante las cartelas de fachada y persianillas dispuestas en la fachada, se consigue un adecuado confort lumínico.

Bajo rasante se desarrollan 3 plantas destinadas al aparcamiento de vehículos, distintos recintos de instalaciones.

Figura 2



Debajo de la solera de cimentación se ha previsto, en dos de los edificios, un intercambiador tierra aire cuya misión es suministrar aire primario en condiciones térmicamente favorables al sistema de climatización y que el almacenamiento de arena actúe como sistema inercial.

Los distintos niveles del aparcamiento se comunican a través de rampas mixtas con circulación en bucle que permiten optimizar el espacio requerido por las circulaciones internas sin penalizar el número de plazas, que supera el requerido por las normas municipales.

En el primer sótano se realiza el acceso al estacionamiento por una rampa que delimita un área destinada a las instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones, así como el cuarto de bombas de agua.

En la cubierta se emplazan los equipos de climatización adoptados en cada caso, calderas y grupo electrógeno protegidos, a su vez, por una nueva cubierta que conforma los recintos de instalaciones; finalmente a la intemperie, se colocan los captadores solares de vacío y los paneles fotovoltaicos de que disponen los edificios.

1.2.1.- Estrategias

A la hora de proyectar un edificio con vocación de que sea sostenible hay que tener presente los impactos que pueden producir los siguientes conceptos:

a - La energía
b - El uso del suelo
c - Los residuos
d - El transporte
e - Los materiales
f - El agua potable
g - El ecosistema
h - La atmósfera
i - La calidad del aire interior, el confort y la salud
j - Las aguas grises

Hay que conocer el impacto y su incidencia en el edificio para poder definir claramente las estrategias a seguir para minimizar o anular sus efectos, e incorporarlas en el diseño.

Hay impactos que el arquitecto puede intentar reducir –en teoría– sin más condicionantes que los económicos y los que fija el estado de la tecnología (a, c, e, f y j), otros que al venirle impuestos difícilmente puede evitarlos aunque si se puede intentar aminorar sus efectos (b, d y g) y, por último, otros –los restantes– que se pueden manipular pero muy condicionados.

A la hora de diseñar el edificio se han tenido presente todos los impactos citados a excepción de las aguas grises, dado que no existe una masa crítica en el uso de la tecnología que las manipula, es decir, no es – a nuestro entender- una tecnología madura en el campo de las oficinas.

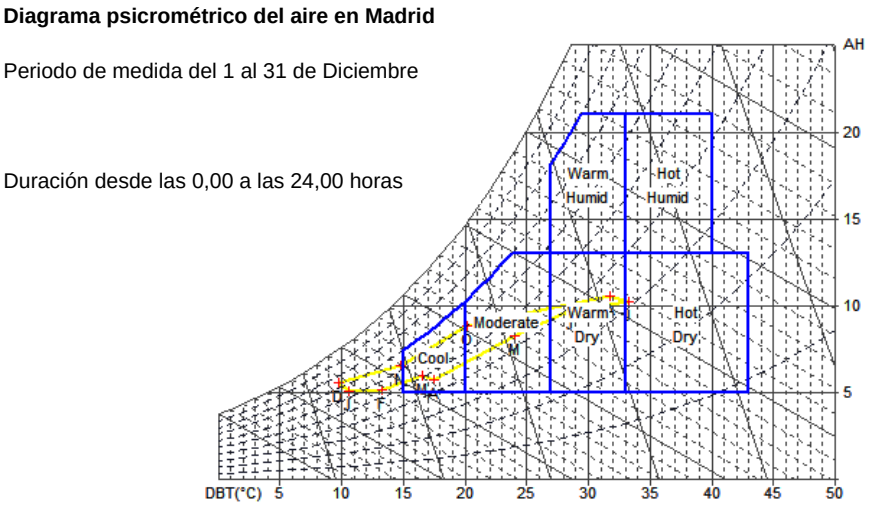
La Tabla inicial identifica de forma sencilla las estrategias generales que se han estimado apropiadas para cada caso a fin de obtener las máximas calificaciones energéticas, obviamente cumpliendo con el CTE y RITE en el más mínimo detalle, obteniendo finalmente la calificación A para dos edificios y B para el tercero referenciado como 2.50.

2.- CLIMATOLOGIA

2.1.-ESTUDIO CLIMATICO PREVIO

Los datos aportados por el estudio, a través de diversas fuentes como parte del diseño, dan como resultado la gráfica que se encuentra más adelante y en la que se puede observar que se trata de un clima continental, con temperaturas no extremadamente frías en invierno, ni calurosas en verano, alcanzando la zona de “Calor Seco”, que está definida en el diagrama con una máxima media en el mes de julio de 34 ºC y en la que existen variaciones significativas de temperatura entre el día y la noche.

Figura 3



El diagrama muestra que Madrid ofrece la posibilidad de emplear estrategias más ecológicas y económicas de refrigeración, como técnicas evaporativas o mediante ventilación, las cuales serán tomadas en consideración como un buen apoyo al funcionamiento de las instalaciones de climatización, las cuales no pueden ser actualmente obviadas, aunque se estima necesario seguir progresando en la línea de hacerlas trabajar lo menos posible.

Las soluciones evaporativas resultan de mayor impacto en términos de gestión de agua y complica su empleo para el caso propuesto, pero la ventilación resulta necesaria en cualquier caso, y efectuar un planteamiento apropiado para esta instalación puede ofrecer mejoras en aspectos de salubridad a la vez que en los de la propia climatización del edificio.

Al margen de estas consideraciones de uso de la refrigeración evaporativa, en aplicación de la reglamentación actual del RITE, se aplicará esta tecnología para el caso del enfriamiento adiabático en el aire de extracción.

El aire impulsado por los climatizadores al interior del edificio, será tratado con aporte de agua, para evitar los niveles bajos de humedad que conllevan a un incremento de la electricidad estática y la posibilidad de la presencia de lipoatrofia en los usuarios.

2.2.-EXIGENCIAS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN.

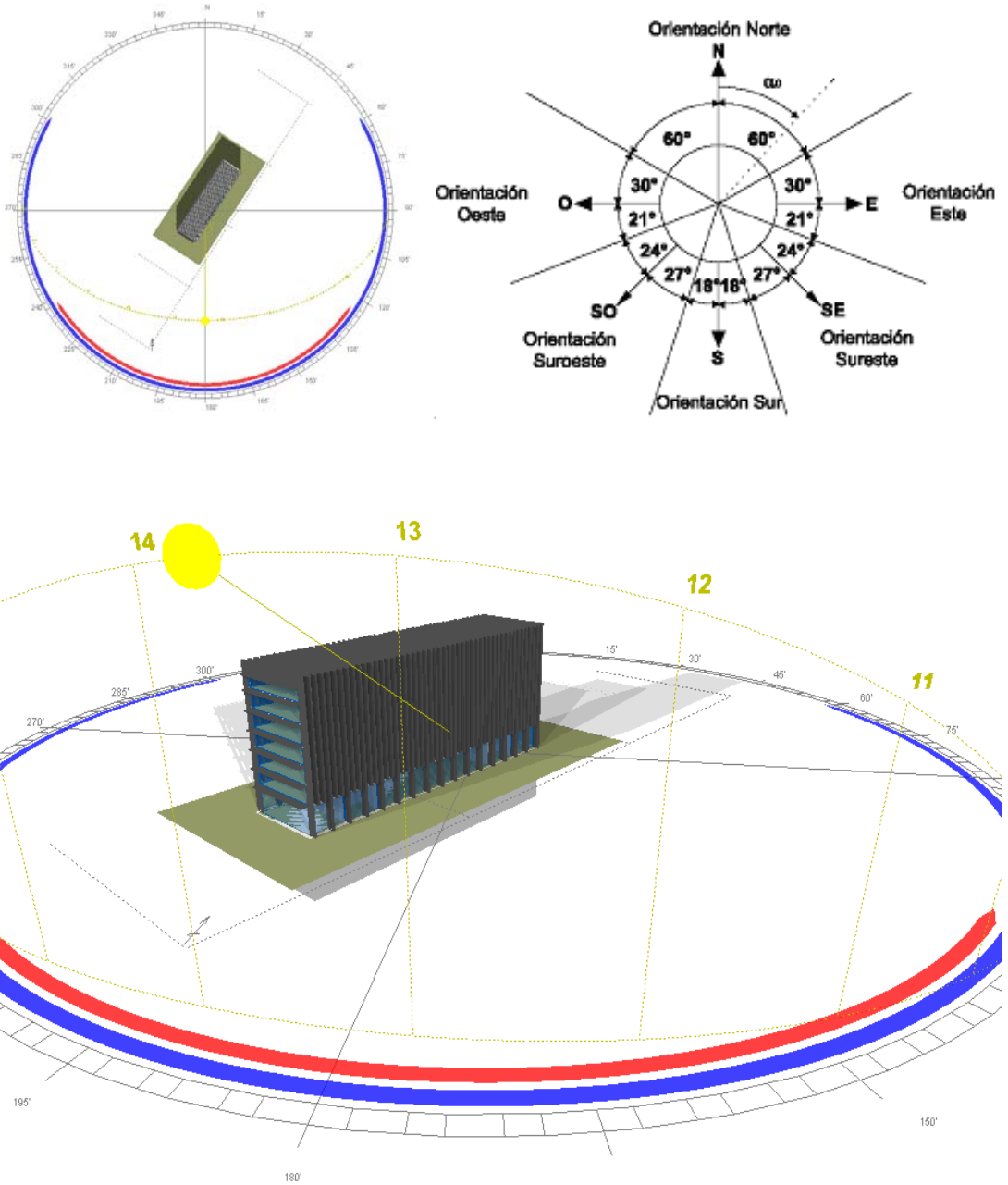
Todos los edificios están diseñados cumpliendo la normativa básica del CTE en todos sus aspectos, incrementando en dos de ellos las mejoras que se describen a continuación.

El edificio denominado 2.50 cumple únicamente con las exigencias del Código Técnico de Edificación, constituyendo el edificio de referencia y integrando los otros dos, una serie de mejoras añadidas, para medir la eficiencia de las energías y sistemas alternativos que se pretenden evaluar.

La situación del eje de los edificios, se encuentra desviado 33º de la dirección N-S lo que presenta dos fachadas con orientación “Norte”, a efectos del Código Técnico de la Edificación, una en orientación Sureste y otra en Suroeste, tal y como se muestra en la figura siguiente:

aulaGREENCITIES

Figura 4



El edificio presenta más del 60% de superficie acristalada en sus fachadas, por lo que la evaluación energética debe realizarse mediante la comparación del consumo teórico de energía con un edificio de referencia, en lo que se denomina la Opción General en el Código Técnico de la Edificación, observando que el edificio de referencia exige vidrios de altas prestaciones en términos de aislamiento térmico en las fachadas N, mientras que se muestra más permisivo en las fachadas con orientación SE y SO.

La ocupación prevista en los edificios y la calidad del aire prevista en el diseño, condicionan el caudal de aire de renovación, que oscila entre 30.000 m^3/h 60.000 m^3/h.

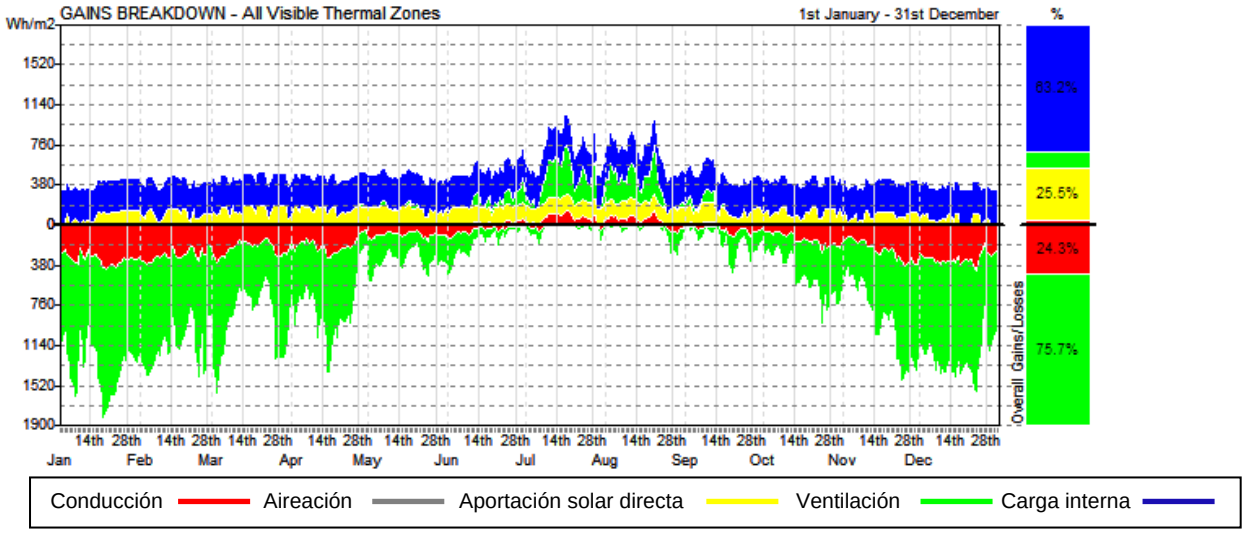
aulaGREENCITIES

2.3.- CONSUMO DE ENERGÍA ESTIMADOS EN LOS EDIFICIOS

Para el cálculo del consumo teórico de energía de los edificios, se ha empleado un modelo que no presenta protecciones solares ya que se ha modelado con un vidrio de factor solar estrictamente igual al requerido por el CTE, que evita cualquier elemento de sombreado, y siendo el Factor de Sombra, igual a la unidad.

Asimismo, los cerramientos cumplen estrictamente con lo establecido en la tabla correspondiente del Código Técnico en la ciudad de Madrid.

Tabla 1



Balance de Energía – Mejora de las prestaciones de transmitancia (U_H) de los vidrios. Aumento del factor solar (F_H)

En la gráfica de simulación de las cargas, cabe observar que la mayor carga energética se debe a la **ventilación marcada en color verde** y la de las **cargas térmicas internas en color azul,** esta última casi constante durante todo el año, así como **la ganancia solar** en amarillo y las debidas a la **conducción por la envolvente, en color rojo**, que son casi inapreciables, en una época del año.

El caudal de ventilación se ha calculado según el RITE, generando unas pérdidas y ganancias de calor en la mayor parte del año (salvo mayo y septiembre) en sentido contrario al deseado, penalizando el consumo de energía, tanto en invierno como en verano, tal y como se observa en la gráfica anterior.

El estudio de las necesidades energéticas da como resultado, que el 57% del consumo en calefacción se debe a la ventilación, el 67% de la refrigeración a las ganancias internas, que suponen el 46% del total y a la ventilación el 15%, las ganancias a través de cerramientos (6%), y sólo un 33% se debe a las cargas solares, lo cual muestra la eficacia de los requisitos en términos de control solar del Código Técnico de la Edificación.

2.3.1.- HIPOTESIS DE CÁLCULO

Conocidos los datos anteriores, debemos de tener en cuenta los datos de funcionamiento real en la actividad de uso, ya que las necesidades energéticas pueden variar sensiblemente, con la ocupación, horario, tipo de uso, comportamiento, costumbres y otras particularidades que pueden modificar sustancialmente los datos globales.

Para establecer las estimaciones de consumo y necesidades energéticas en el edificio, debemos fijar unos criterios de uso que determinarán el comportamiento de cada uno de los sistemas incorporados, así como la eficiencia de los mismos, que podrán ser comprobados con el comportamiento real, una vez monitorizados los parámetros previstos.

Considerando las hipótesis anteriores, los criterios previos de uso que estableceremos, son los siguientes:

Ocupación	300 personas	
Simultaneidad	75 %	
Aportación de calor / persona	127 w / persona	
Consideración verano	65 %	
Consideración invierno	25 %	
Apertura	14 horas / día	5 días semanales
Densidad de carga eléctrica	150 w / persona	
Simultaneidad	85 %	
Consideración verano	60 %	
Consideración invierno	40%	
Carga de iluminación	15 w / m2	
Simultaneidad	75 %	
Consideración verano	50 %	
Consideración invierno	35 %	

Con estas consideraciones, se han calculado las necesidades globales que se representan a continuación, en las que se puede observar la evolución de las necesidades energéticas, por la inclusión de las diferentes cargas y medidas de ahorro o eficiencia energéticas:

Tabla 2: Envolvente del Edificio

ENVOLVENTE DEL EDIFICIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALEFACCION	129,4	93,1	72,6	57,2	10,5	0	0	0	0	24,4	67,9	121,5	576,5
REFRIGERACION	0	1,1	7,9	13,4	51,6	90,8	161,9	151,4	77,7	23,1	1,3	0	580,1

Tabla 3: Incremento por renovación del aire

ENERGIA POR RENOVACION AIRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALOR SENSIBLE	48,3	39,1	24,2	7,3	2,4	30,8	40,6	34,8	5,1	16,5	38,6	50,9	
CALOR LATENTE	0	0	0	0	0	14,3	1,4	0	0	0	0	0	15,7

QUIGGREENCITIES

Según se puede observar en la tabla siguiente, no se ha indicado ningún valor en el total del calor sensible, ya que no reflejaría ningún valor coherente, al ser energías de signo opuesto y por tanto no se pueden compensar.

Tabla 4: Incidencia por ocupación de personas

ENERGIA POR OCUPACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALEFACCION	-7,6	-6,7	-5,6	-3	-1,4	-0,4	0	0	0	-1,7	-5,1	-6,7	-38,2
REFRIGERACION	0	0	8,3	7,7	11	13,3	14,4	13,9	13,9	9,2	7,6	0	99,3

Los valores de la tabla anterior representan las aportaciones de energía al edificio en forma de calor, ya sea sensible o latente aportado por los ocupantes del edificio. Esta energía afecta de forma positiva en régimen de calefacción y negativa en el de refrigeración, por eso se reflejan las cantidades con signo negativo en invierno y positivo en verano.

En las épocas en las que coinciden cargas positivas y negativas, no pueden compensarse ya que la aportación se produce en horarios y conceptos distintos. Tampoco se ha considerado como aportación de cargas, toda la debida a la densidad de ocupación, ya que debe de considerarse que no siempre hay coincidencia en el mismo horario.

Tabla 5: Incidencia por la iluminación interior

ENERGIA POR ILUMINACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALEFACCION	-12	-12,5	-10,8	-7,6	-7,6	0	0	0	0	-13,5	-12	-12,5	-88,4
REFRIGERACION	0	0	13	11,4	13,3	15,2	14	13,5	15,8	18	12	0	126,2

La iluminación interior del edificio constituye otra fuente de calor similar a la anterior y a la que se le puede dar el mismo criterio de cargas positivas y negativas, que se descontarán de las necesidades de calefacción y se añadirán a las cargas de refrigeración.

Como en el caso anterior, tampoco se podrán compensar las cargas positivas y negativas, cuando coincidan en la misma época, debiendo ser tratadas de forma independiente.

No se ha considerado como aportación de cargas, toda la potencia debida a la densidad de iluminación por m^2, ya que hay que considerar la reducción por el sistema de regulación instalado, así como por el factor de simultaneidad estimado.

Las fuentes de calor internas, como las cargas debidas a los equipos informáticos y otros sistemas necesarios para el funcionamiento habitual de la actividad, constituyen otra fuente de calor similar a la anterior y se les dará el mismo criterio de cargas positivas y negativas, realizando una cálculo similar al de los casos anteriores.

Tabla 6: Incidencia cargas internas de equipos eléctricos

ENERGIA POR CARGAS INTERNAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALEFACCION	-8,6	-9	-9,4	-7,1	-7,1	0	0	0	0	-8,4	-8,6	-9	-67,1
REFRIGERACION	0	0	4	5,9	8,2	9,4	8,7	8,4	9,7	11,1	3,7	0	69,1

aulagreencities

Tampoco en este caso se ha considerado como aportación de energía toda la potencia debida a la densidad de carga interna por uso personal, ya que en este caso hay que considerar, tanto el coeficiente de simultaneidad de funcionamiento, como la coincidencia de horarios. Siguiendo el criterio de los casos anteriores, tampoco se podrán compensar las cargas positivas y negativas, cuando coincidan en la misma época.

Teniendo en cuenta todas las necesidades energéticas del edifico con los supuestos planteados en los apartados anteriores, los resultados finales en Mwh son los siguientes:

Tabla 7: Energía total estimada

ENERGIA TOTAL EDIFICIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALEFACCION	149,5	104,2	71	46,8	0	0	0	0	0	17,4	80,8	144,2	610,1
REFRIGERACION	0	0	9	31,2	81,8	159,5	239,6	221,9	122,1	44,9	0	0	889,3

A partir de estos datos finales, aplicaremos las mejoras debidas a los sistemas de producción activos, así como las debidas a la utilización de las medidas de eficacia energética de los sistemas instalados, dejando para última instancia el estudio de la incidencia de las otras alternativas de energía instaladas.

3.- EQUIPOS DE PRODUCCION Y DISTRIBUCION

Para compensar las pérdidas y ganancias de calor y restaurar el equilibrio energético, se ha dotado a los edificios, de unos sistemas de producción de calor y frío con sus correspondientes redes de tuberías, junto a los equipos terminales que se encargarán de distribuir esta, a las dependencias.

Los climatizadores renuevan y recirculan el aire necesario para establecer las condiciones higiénico-sanitarias y distribuir de forma local la energía producida.

El resto de las cargas internas, se compensan mediante la colocación de fan-coils que están situados en el suelo y cuya instalación se completa con una red de conductos de impulsión, retorno, aire exterior y extracción, a los que se incorporan rejillas o difusores.

3.1.- SISTEMAS CONVENCIONALES

La potencia necesaria de frío se aporta con enfriadoras de compresores de tornillo en cada uno de los edificios de las parcelas 2.72 y 2.91.

El agua caliente de calefacción se producirá mediante calderas y el ACS mediante paneles solares térmicos con apoyo de caldera, cuando dichos paneles no cubran la demanda.

Existen dos torres de refrigeración, que disipan al ambiente el calor procedente de la condensación de las enfriadoras que se situarán en la planta cubierta del edificio.

3.2.- DISTRIBUCION INTERIOR DEL AGUA FRIA Y CALIENTE

El agua de climatización, se lleva a un sistema de redes de tuberías a una temperatura de 7/12 ºC en condiciones de verano y de 55/45 ºC en condiciones de invierno, mediante un conjunto de bombas de caudal variable a 4 tubos.

aulagreencities

3.3.- DISTRIBUCIÓN DEL AIRE

La distribución de aire en el edificio se realizará empleando difusión por desplazamiento, que consigue en el local una calidad mayor de aire.

El sistema de control permite aportar aire atravesando el intercambiador geotérmico, o directamente desde el exterior, mejorando la eficiencia energética del sistema.

4.- EMPLEO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Como mejora a las características intrínsecas de los edificios, se instalarán sistemas que utilizarán energías renovables, con el fin de aumentar la eficacia energética de los sistemas tradicionales, reduciendo como consecuencia de aquellos el consumo energético y las emisiones de CO2

4.1.- PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

La superficie de los edificios supera el valor mínimo exigido para la colocación de paneles solares fotovoltaicos. Se ha montado una potencia de 12 Kw en un edificio, compensando con la geotermia las necesidades exigidas en los otros dos.

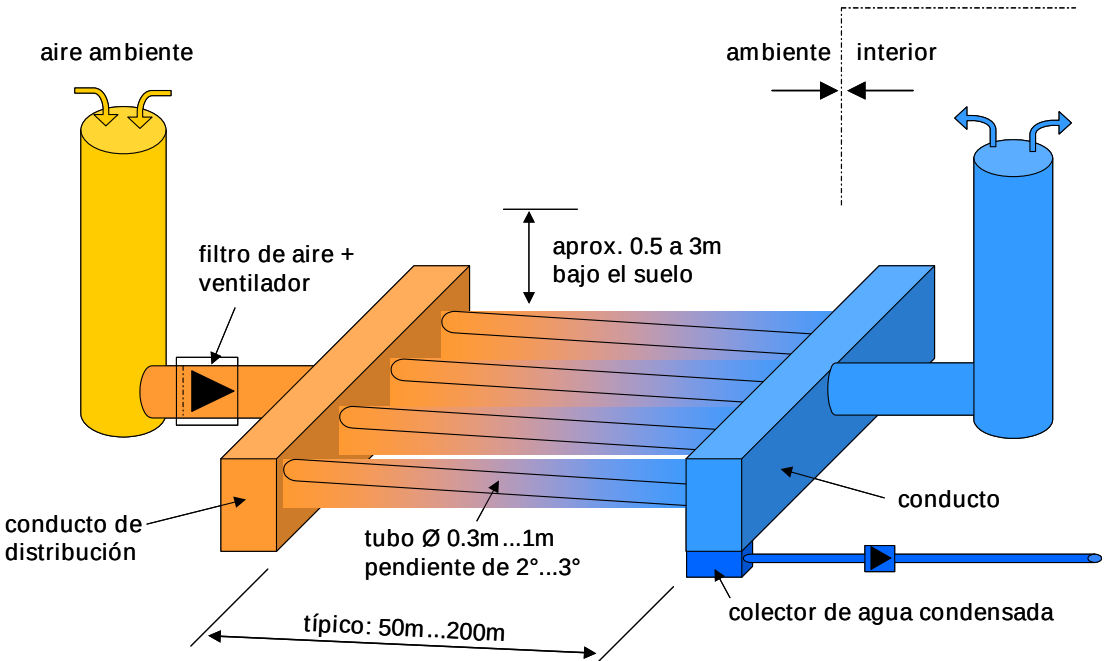
4.2.- INTERCAMBIADOR GEOTÉRMICO TIERRA – AIRE

En el proyecto, dicha energía se incorporará a dos de los edificios construidos mediante la instalación de un intercambiador geotérmico tierra – aire, que suministrará aire primario al sistema de climatización, proporcionando un importante ahorro energético. Se trata de un sistema en el que el aire se capta del exterior, se canaliza hasta una determinada profundidad del suelo, y mediante un intercambiador se enfría o calienta para ser impulsado hacia el edificio.

El aire se calienta el aire en invierno y lo refresca en verano, introduciéndose en los climatizadores, que a veces se mezclará con el aire de retorno.

El intercambiador no entrará en funcionamiento cuando la diferencia de temperatura del aire exterior con la del terreno, sea inferior a 7 ºC, salvo cuando el uso del terreno sea como sumidero de energía.

Figura 5



auGREENCITIES

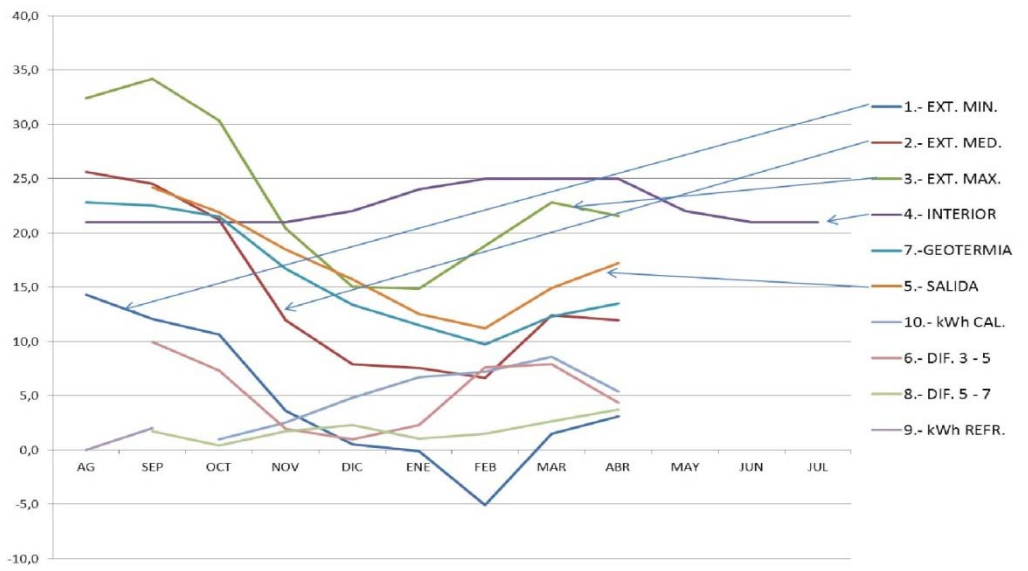
Evaluando el funcionamiento y estimando un adecuado control del By-pass, el ahorro total que produce en refrigeración entre mayo y septiembre es de **23 MWh**, pudiendo llegar para el caso de la calefacción, un ahorro que de **41 MWh,** con lo cual la energía final tras esta aplicación podría ser la de la tabla 8.

Este ahorro energético se produce con un incremento de gasto de energía eléctrica casi despreciable, ya que se realiza con el sistema de ventilación primaria, con el diferencial que supone hacer pasar el aire, por el intercambiador geotérmico.

Un conjunto de sondas monitoriza la temperatura del terreno y actúa sobra las compuertas de admisión de aire. La gráfica expresa el comportamiento de la geotermia, a lo largo del año.

Tabla 8

ENERGIA CON GEOTERMIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALEFACCION	142,1	96,8	65,4	45	0	0	0	0	0	13,3	73,4	136,8	572,9
REFRIGERACION	0	0	9	31,2	81,8	152,5	232,3	214,5	121	44,9	0	0	887,2



5.- UTILIZACION DE SISTEMAS DE ELEVADA EFICIENCIA ENERGETICA

Completando el conjunto de los sistemas incorporados, se han instalado equipos que poseen por si mismos una elevada eficiencia energética o que por una aplicación complementaria de ellos, reducen de forma directa o indirecta el consumo de energía y con ello aumenta la eficiencia energética de los edificios.

En los apartados siguientes se describen los equipos que están encuadrados dentro de estos sistemas, incorporando los datos de ahorro energético estimados para los mismos.

5.1.- USO DEL FREE-COOLING EN CLIMATIZADORES

Madrid es una ciudad con un bajo índice de humedad relativa, circunstancia que es muy favorable para utilizar el sistema de free-cooling en el enfriamiento gratuito del edificio.

El sistema utiliza directamente el aire exterior, cuando la entalpía de este es inferior a la del interior del edificio. El equipo de control y regulación, acciona las compuertas del free-cooling de los climatizadores, cerrando las válvulas que cortan el flujo de agua de refrigeración.

La tabla siguiente refleja las condiciones de aire exterior, en la que se remarcan, los meses en los que es posible utilizar este método, indicando los ahorros y el cómputo final.

La energía consumida en estos ahorros es nula, ya que su uso se limita al funcionamiento de la ventilación primaria, como en el caso anterior.

Tabla 9: Ahorro estimado por uso del free-cooling

DENOMINACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TEMPERATURA MEDIA INTERIOR	21	21	21	21	22	23	24	24	24	23	22	21	
HUMEDAD MEDIA INTERIOR	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	
CONTENIDO DE AGUA gr/m3 de aire seco	7,8	7,8	7,8	7,8	8,25	8,75	9,5	9,5	9,5	8,75	8,25	7,8	
TEMP. MEDIA EXT. DEL AIRE EN EL DIA	10,25	12,65	16,05	19,3	21,45	29,3	31,7	30,85	25	19,75	13,4	10,15	
HUMEDAD MEDIA RELATIVA DEL AIRE	65%	59%	50%	48%	45%	39%	30%	32%	46%	59%	64%	70%	
CONTENIDO DE AGUA gr/Kg de aire seco	4,88	5,31	5,75	6,72	7,2	9,75	9,6	9,28	9,2	8,85	6,08	5,25	
ENERGIA CONSUMIDA EN TABLA 6	0	0	9	31,2	81,8	152,5	232,3	214,5	121	44,9	0	0	887,2
ESTIMACION DE AHORRO ENERGETICO	0	0	3,5	3,1	1,2	1	0	0	1,1	4,4	0	0	14,3
ENERGIA FINAL NECESARIA	0	0	5,5	28,1	80,6	151,4	232,3	214,5	119,9	40,6	0	0	872,9

5.2.- RECUPERADORES DE ENERGIA EN CLIMATIZADORES

El aire interior debe de ser renovado para lograr el confort térmico y sanitario del edificio, este aire está generalmente a una temperatura diferente de la del aire de admisión y con un contenido energético diferente, por ello es posible recuperar parte de esta energía.

Las Uta's incorporan un intercambiador y se introduce un sistema de enfriamiento adiabático con aportación de humedad, para incrementar la efectividad y un mayor rendimiento energético.

Tabla 10: Datos de temperaturas para el sistema de recuperación de energía en el aire de extracción

DENOMINACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA MEDIA INTERIOR	21	21	21	21	22	23	24	24	24	23	22	21
HUMEDAD MEDIA INTERIOR	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
CONTENIDO DE AGUA gr/m3 de aire seco	7,8	7,8	7,8	7,8	8,25	8,75	9,5	9,5	9,5	8,75	8,25	7,8
TEMP. MEDIA EXTERIOR DEL AIRE DIARIA	10,25	12,65	16,05	19,3	21,45	29,3	31,7	30,85	25	19,75	13,4	10,15
HUMEDAD MEDIA RELATIVA	65%	59%	50%	48%	45%	39%	30%	32%	46%	59%	64%	70%
CONTENIDO DE AGUA gr/Kg de aire seco	4,88	5,31	5,75	6,72	7,2	9,75	9,6	9,28	9,2	8,85	6,08	5,25

Tabla 11: Energía final aplicando la recuperación de energía en el aire de extracción

RECUPERAC. ENERG. CLIMATIZADOR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALEFACCION INICIAL (1)	142,1	96,8	65,4	45	0	0	0	0	0	13,3	73,4	136,8	572,8
REFRIGERACION INICIAL (1)	0	0	5,5	28,1	80,6	151,4	232,3	214,5	119,9	40,6	0	0	872,9
RECUPERACION EN CALEFACCION (2)	-8,5	-4,4	0	0	0	0	0	0	0	0	-4,7	-9,1	-26,7
RECUPERACION EN REFRIGERACION (2)	0	0	2,1	7,4	9,4	26	31	28,1	16,3	7,6	0	0	127,9
CALEFACCION FINAL (3)	133,6	92,4	65,4	45	0	0	0	0	0	13,3	68,7	127,7	546,2
REFRIGERACION FINAL (3)	0	0	3,4	20,7	71,2	125,5	201,3	186,4	103,7	32,9	0	0	745,1

En la tabla se remarcan las épocas climáticas en las que es favorable este intercambio, con los resultados del ahorro estimado y la energía final.

El consumo de energía eléctrica por estos ahorros y que se derivan de la pérdida de carga que ocasionan los recuperadores entre el aire de expulsión y el de admisión, se estima en un 8 % de la energía ahorrada, que ya se ha descontado en el valor de la tabla.

5.3.- UTILIZACION DE LA VENTILACIÓN NOCTURNA

La energía inercial en las horas de no ocupación, se elimina mediante el uso de las uta's para ventilar y absorber esta energía durante la noche ya que la temperatura nocturna es casi siempre inferior a la del interior del edificio.

En los edificios la puesta en marcha de los climatizadores en el periodo nocturno, reducirá la energía acumulada, pudiendo llegar a ahorrar hasta 9 Mwh, con un incremento de energía del 15 % sobre el valor indicado, ya descontado de este.

5.4.-USO DE LA TORRE DE REFRIGERACION PARA ENFRIAMIENTO DIRECTO

La climatología del lugar, hace posible el uso de las torres de enfriamiento, para el circuito de fan-coils y climatizadores, con el simple montaje de un sistema de válvulas de control todo-nada.

Las torres pueden disminuir la temperatura del agua 5 ºC por encima de la del bulbo húmedo, con un consumo eléctrico muy bajo, pudiendo alcanzar valores de COP superiores a 12 y un ahorro energético que puede ser llegar a superar los 30 Mwh, cuando las necesidades de refrigeración son relativamente bajas y la temperatura exterior no muy alta.

Esta energía se ahorra poniendo en marcha la torre de refrigeración a carga parcial, oscilando el consumo de energía eléctrica entre 3 y 6 Mwh, que ya se ha considerado en la cifra indicada anteriormente.

5.5.- ENFRIAMIENTO DE AGUA POR SISTEMA DE ABSORCIÓN

Con las enfriadoras mecánicas, se han incorporado equipos de absorción de 70 Kw en dos edificios, que enfrían agua mediante el aprovechamiento de un foco de calor.

En el edificio **2.72**, el foco de calor parte de paneles solares térmicos de alto rendimiento, cuyo esquema y balance energético se indica en la gráfica siguiente, con una producción estimada de **114 Mwh/año**.

El balance energético global se puede obtener del gráfico siguiente, con lo que observamos que la energía eléctrica adicional, para obtener los 114 Mwh, es aproximadamente de 26 Mwh, lo cual consigue un COP global equivalente de 4,38.

aulagreencities

Figura 6: Esquema típico del balance térmico solar de un ciclo de absorción

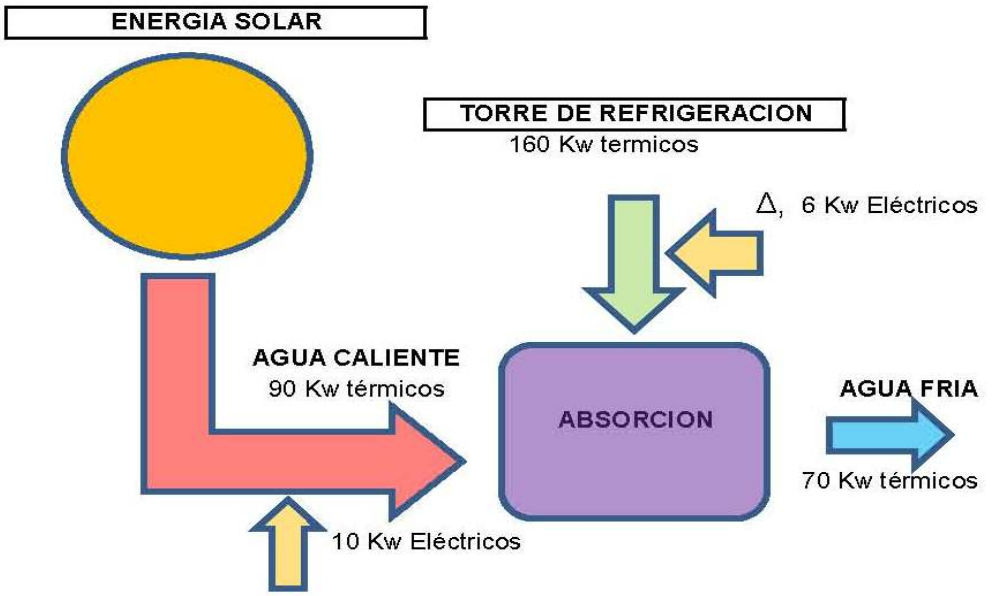
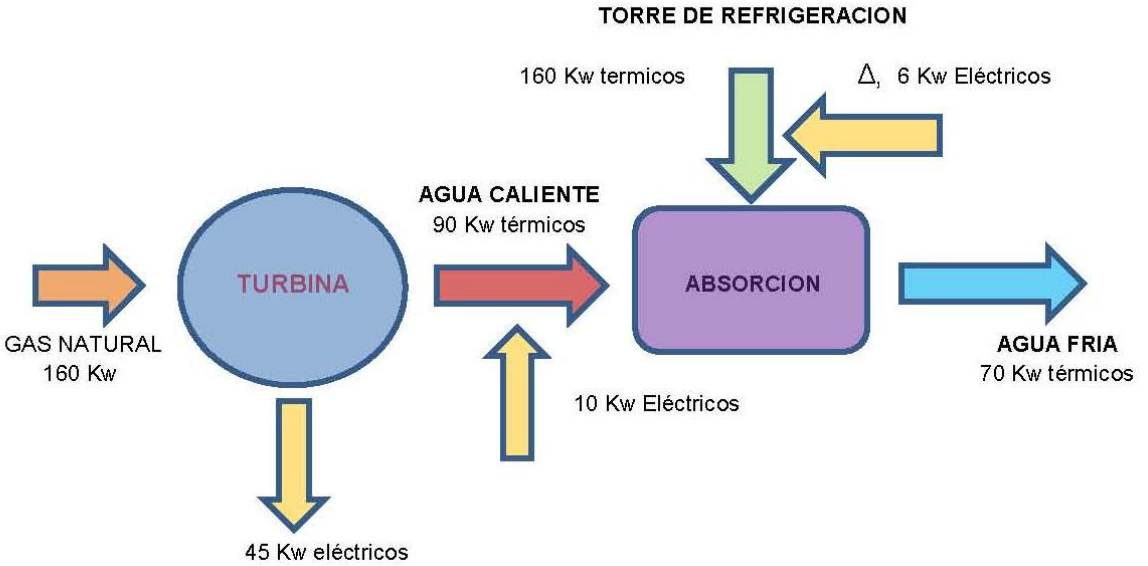


Figura 7: Esquema del balance térmico de un ciclo de trigeneración



En el **edificio 2.91**, el foco de calor es agua procedente de turbinas de micro cogeneración, constituyendo un sistema de trigeneración que produce de forma simultánea, energía térmica y eléctrica, esperando producir **300** Mwh/año de refrigeración y **450** Mwh/año eléctricos.

aulaGREENCITIES

Si consideramos exclusivamente la producción de agua fría, el balance energético es idéntico al anterior, ya que se trata del mismo equipo de absorción y se ha considerado igual el consumo de las bombas de los circuitos primarios solar y de cogeneración.

La diferencia del precio del Kwh eléctrico y de gas, hacen que a nivel económico, el coste de la producción de energía eléctrica, se compense con el consumo de gas, a pesar de las pérdidas del 16% en el sistema de cogeneración.

Cuando no se usa el calor en los equipos de enfriamiento, se deriva en ambos casos al sistema de calefacción y/o al de ACS.

5.6.- REGULACION LUMINICA EN PLANTAS

Los edificios cumplen con las exigencias del CTE en eficiencia energética en la iluminación en su apartado HE-3, instalando sensores que detectan la intensidad de luz exterior y regula automáticamente la potencia de las luminarias interiores situadas junto a las fachadas.

Además de su instalación en las luminarias periféricas, este sistema de regulación se ha extrapolado, instalándolo en el resto de las pantallas y añadiendo además sensores de presencia con temporizador, para el encendido automático de otro tipo de pantallas en zonas de paso y servicios comunes aislados.

5.7.- INSTALACION DE SISTEMA DE CONTROL Y REGULACION

Todos los equipos están controlados y regulados por un sistema de gestión, constituido por sondas de adquisición de datos, integradas en un ordenador centralizado, procesando la información y optimizando el funcionamiento de las instalaciones para obtener una elevada eficiencia energética.

Este sistema arranca equipos, regula la velocidad de bombas y ventiladores, controla el intercambiador geotérmico, regula la ventilación nocturna, optimiza los recursos de la temperatura exterior, aprovecha los efectos del free-cooling y utiliza las torres de refrigeración para el enfriamiento directo de algunos equipos interiores.

El sistema está diseñado mediante arquitectura lógica universal, donde se incorporan las señales, gráficos y esquemas, pudiendo actuar mediante contraseñas y niveles de acceso diferenciados, con el acceso remoto vía web.

El control está diseñado, para que las necesidades energéticas de funcionamiento, se cubran prioritariamente por los sistemas de menor coste y buscando siempre la mayor eficiencia energética.

Para ello se han fijado unas condiciones de confort internas, para la temperatura y humedad, condicionando estos valores, no solo la puesta en marcha de los sistemas de producción, sino la prioridad de los mismos.

De forma continua, se comparan los valores de temperatura y humedad exteriores, con los interiores y la del terreno donde se sitúa el intercambiador geotérmico, diferenciando además la valoración de estos datos en función de la época del año, para situar todo el conjunto en posición de enfriamiento o calentamiento.

Así pues la comparación de los datos, pone en marcha los distintos sistemas, regulando al mismo tiempo la velocidad o capacidad de carga, que cada uno de ellos es capaz de dar, en

función de las necesidades y manteniendo durante casi todo el año, la posibilidad de aportar calefacción o refrigeración de manera simultánea, en distintas partes del edificio.

La prioridad dada a los equipos de producción o distribución es la siguiente:

1.- Equipos de aire exterior y sistemas de recuperación de energía.

2.- Sistemas de energías renovables

3.- Sistemas de producción de agua fría por absorción, o de agua caliente por captación solar y cogeneración.

4.- Resto de sistemas.

6.- SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO ENERGÉTICO

Para conocer la eficiencia de los sistemas instalados, las tecnologías aplicadas y obtener experiencias que servirán en el futuro para optimizar el diseño de los edificios, se realizará un estudio de las diferentes estrategias de eficiencia energética empleadas en la construcción de los tres edificios.

Esto será posible, al integrar en el sistema de regulación, una monitorización y seguimiento energético, que durante la vida útil de las instalaciones, recogerá toda la información posible en tiempo real.

La monitorización de los tres edificios, será una valiosa herramienta para la obtención de conclusiones acerca de los sistemas más rentables desde el punto de vista energético, a partir de los datos recogidos.

Cada uno de los edificios recoge más de 250 variables distintas de temperatura, velocidad de bombas y ventiladores, compuertas de aire, posición de válvulas, presiones, producción y consumos energéticos globales o de equipos, que permiten el estudio previsto.

Los datos se toman diariamente cada 15 minutos, volcando los mismos en una base de datos, que nos permite evaluarlos y manejarlos, para la obtención de información y resultados, así como gráficas y tendencias.

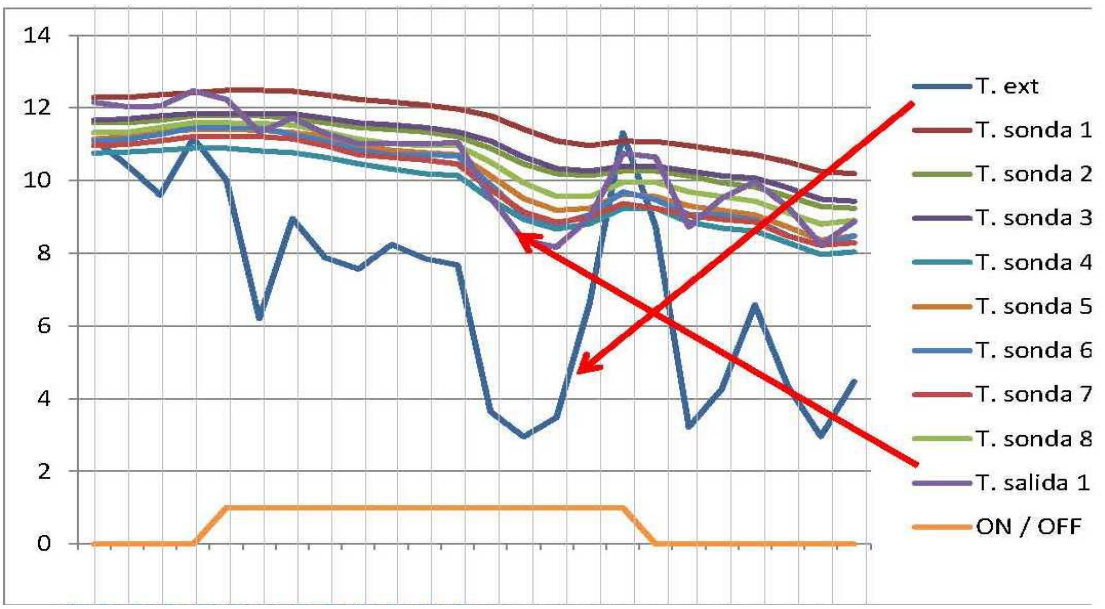
Un ejemplo de los resultados se muestra en la gráfica de la página 15, que refleja el comportamiento geotérmico a lo largo del día y las gráficas siguientes, que reflejan la evolución de la geotermia durante un periodo de 3 semanas en las épocas templada y cálida. así como el consumo energético global de uno de los edificios, desde Enero de 2.011, reflejado en los datos que siguen a continuación.

Figura 8: Evolución de la temperatura geotérmica desde 27-9-11 al 20-10-11

Régimen Verano-Otoño

aulagreencities

Hora de los registros 12:00

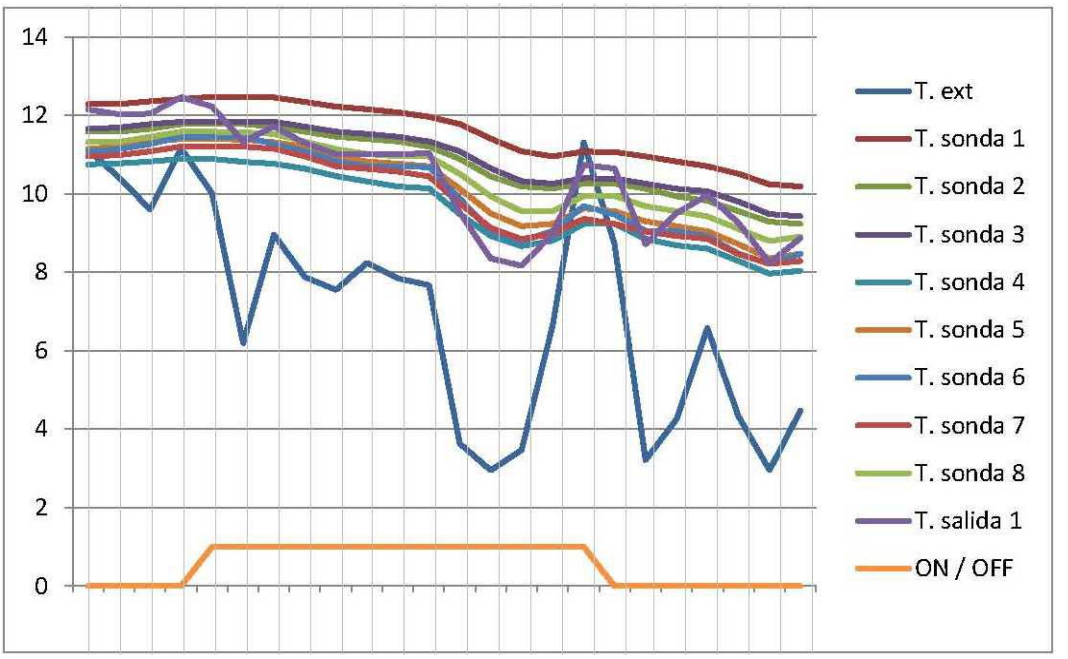


Las curvas indicadas como ON/OFF, reflejan los días en los que la compuerta de admisión del aire exterior a través de la geotermia, está abierta o cerrada

Figura 9: Evolución de la temperatura geotérmica desde 27-1-12 al 14-2-12

Régimen Invierno

Hora de los registros 12:45



aulagreencities

Los consumos energéticos que se han monitorizado en el sistema, desde Enero de 2.011 a Junio de 2.012, se han reflejado en la tabla 12

Se ha observado que la climatología exterior en los edificios, ha sido menos crítica que en los últimos años, lo cual ha podido influir positivamente en la reducción del consumo previsto.

Tabla 12: Consumos energéticos monitorizados en Mwh

	Año 2.011												**Año 2.012**						
EQUIPO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
APLIC. TORRE FAN-COILS	**7,6**	**7,4**	**4,1**	**5,5**	**3,7**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**6,9**	**2,2**	**1,3**	**9,0**	**7,0**	**12,6**	**5,1**	**4,3**	0,0	0,0
UTA's SUR CALOR	26,9	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	8,7	8,5	7,9	10,0	1,5	2,4	1,9	0,0	0,0
UTA's NORTE CALOR	10,4	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	6,0	6,2	6,4	6,9	2,2	2,9	1,6	0,0	0,0
UTA's SUR FRIO	0,0	1,9	1,1	4,8	6,0	12,3	28,0	15,7	22,2	5,6	1,2	0,0	1,6	1,6	6,2	2,2	12,0	14,2	27,4
UTA's NORTE FRIO	0,0	0,4	0,8	0,1	0,9	4,2	14,4	11,8	14,3	4,4	1,0	0,0	0,1	3,6	10,3	1,7	12,9	13,0	18,7
ENFRIADORA MEC. FRIO	**0,0**	**19,8**	**3,5**	**20,8**	**40,3**	**72,9**	**141,3**	**85,4**	**128,7**	**29,4**	**8,1**	**4,8**	**0,0**	**4,2**	**16,9**	**5,2**	**49,2**	78,7	288,9
FAN-COILS SUR CALOR	14,0	25,0	20,8	1,0	0,0	0,0	220,3	0,0	0,0	2,3	4,8	19,6	22,0	23,6	13,3	11,3	5,4	0,0	0,0
FAN-COILS NORTE CALOR	42,0	31,0	64,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	5,2	27,7	29,0	30,0	17,0	12,0	5,5	0,0	0,0
FAN-COILS SUR FRIO	4,3	10,5	3,2	6,3	15,3	27,6	0,0	26,8	45,2	11,0	3,2	2,6	3,8	4,3	7,6	4,1	15,0	26,3	87,4
FAN-COILS NORTE FRIO	3,0	10,4	1,2	12,8	18,2	23,5	90,4	23,4	37,4	8,4	2,9	2,3	2,0	0,6	3,4	0,7	8,0	5,7	83,2
SUELO RADIANTE CALOR	7,6	5,1	3,9	0,0	0,0	0,0	84,7	0,0	0,0	2,2	2,7	7,1	7,5	6,5	5,7	5,4	2,0	0,0	0,0

7.- COSTES DE INVERSION

Los edificios se han construido de forma paralela y unido a que la geometría es la misma para todos ellos, el coste de edificación por m^2, se ha reducido ligeramente.

La superficie construida hay que dividirla en los conceptos que se indican a continuación:

- Superficie útil de oficinas……..5.400 m^2
- Superficie de aparcamiento e instalaciones…….3.240 m^2
- Planta baja, sin locales comerciales…… 750 m^2
- Cubierta con instalaciones…… 850 m^2

El coste total de la edificación para los edificios 2.72 y 2.91, ha supuesto una media unitaria de 1.250 €/m^2, a nivel de edificación e instalaciones, considerando una superficie de uso de 6.000 m^2.

Consideramos que el edificio construido en la parcela 2.50, fue ejecutado según la norma básica del CTE y su coste ha sido de 1.065 €/m^2.

En base a los datos anteriores, el incremento de coste por la inclusión de las mejoras energéticas ha sido el siguiente:

7.1.- EDIFICACION

AUIAGREENCITIES

El incremento de coste por las medidas adoptadas en la mejora de la envolvente, ya sea por el incremento de la calidad de los vidrios, la incorporación de los parasoles y las protecciones solares que han supuesto las costillas estructurales, ha sido de 45 €/m^2.

Este valor se puede considerar amortizable en un periodo inferior a 13 años, considerando el precio de la energía constante, durante todo el periodo. Al tratarse de medidas estáticas, con escaso mantenimiento, el periodo de amortización es muy razonable.

7.2.- GEOTERMIA

El intercambiador geotérmico ha supuesto un incremento en el valor de la inversión de 45 €/m^2, cantidad que con los ahorros de energía previstos, se obtiene un periodo de amortización superior a la que se puede considerar rentable. No obstante, esta inversión se ha realizado por motivos estratégicos y ha conseguido con el resto de las medidas, la aprobación de un proyecto de I+D+ì

7.3.- COGENERACIÓN

El coste de la inversión ha sido de 35 €/m^2, que se prevé amortizar en un plazo inferior a 7 años, teniendo en cuenta que como consecuencia del nuevo marco legal, la energía eléctrica producida será en régimen de autoconsumo.

7.4.- ABSORCIÓN

El coste de la inversión ha sido de 15 €/m^2 para el edificio 2-72 y 30 €/m^2 para la del 2-91, que se prevé amortizar en un plazo de 9 años en ambos casos, ya que la energía producida es proporcional.

7.5.- ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA

Aunque la obligatoriedad de la instalación de placas fotovoltaicas viene del CTE, podemos considerar que el incremento en el coste es de 6 €/m2, lo que permite amortizar esta, considerando el marco legal actual, en un plazo de 5 años.

El incremento de los paneles solares térmicos que se han colocado, para abastecer el equipo de absorción del edificio 2-72, ha supuesto un suplemento de coste 8 €/m^2, que se prevé amortizar en un plazo de 8,5 años.

7.6.- CONTROL, REGULACIÓN Y MONITORIZACIÓN

El sistema de control y regulación diseñado para las instalaciones, del que se ha realizado una breve descripción en el apartado 6, necesario para el funcionamiento adecuado de las mismas, ha supuesto un incremento de 6’5 €/m^2, sobre el sistema convencional, al que hay que añadir un coste de unos 9.000 € anuales, por la confección y análisis de la base de datos.

7.7.- RESTO DE MEJORAS

El resto de las mejoras implantadas, que se resumen a continuación, han supuesto un coste extraordinario de 28 €/m^2, cuya amortización se prevé en un periodo inferior a 10 años.

Las medidas aplicadas son:

- Control de la ventilación nocturna.
- Uso de la torre de refrigeración para uso en los climatizadores y fan-coils.
- Mejora en el sistema de distribución de aire y de las redes de tuberías.
- Sensores crepusculares y detectores de presencia para el control de las luminarias.

7.8.- PROYECTO Y SEGUIMIENTO

El diseño, estudio y desarrollo de estos proyectos y su construcción, ha supuesto la intervención de unos medios técnicos y sobre todo humanos, que con el esfuerzo de todos han hecho posible la finalización con éxito de su ejecución.

Este equipo ha estado formado por un estudio de arquitectura e ingeniería externa, que ha desarrollado el proyecto bajo las necesidades del Grupo de Empresa.

Toda la parte de innovación, conceptos de eficiencia energética, así como las directrices globales del proyecto de I+D+i, se han desarrollado conjuntamente por aquellos y el equipo técnico propio del grupo.

De igual forma el seguimiento de obra, se ha llevado a cabo por la D.F., así como por el equipo técnico propio, con especial supervisión de las instalaciones térmicas.

El incremento de coste del equipo técnico adjudicado a la construcción de los edificios, no ha superado los niveles normales del porcentaje que este tipo de proyectos requiere, puesto que el incremento en la dedicación, se ha suplido a través de los medios técnicos propios.

Correspondencia

Nombre y Apellido: Juan Manuel Ortega Hernández

Phone: +34 913 43 16 00

Fax: +34 913 50 30 10

E-mail: juanmanuel.ortega@grupoortiz.com

Cesión de derechos

Por la presente, y como autor del trabajo mencionado arriba, cedo al Palacio de Ferias y Congresos de Málaga una licencia no-exclusiva irrevocable para imprimir, reproducir, distribuir, transmitir o comunicar de cualquier manera dicho trabajo, incluyendo el derecho de hacer modificaciones de formato. Además, afirmo que esta cesión no lesiona los derechos de terceros.