



**ESCUELA UNIVERSITARIA  
POLITÉCNICA  
DE SEVILLA**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA  
LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA  
EN UN EDIFICIO MULTIFUNCIONAL**

**ALUMNO: SOLEDAD ALÉS NOVELLES**

**ESPECIALIDAD: MECÁNICA**

**DIRECTOR: JOSÉ MANUEL SALMERÓN LISSÉN**

**CONVOCATORIA: 2006-2007**

## **Agradecimientos**

El presente proyecto marca el final de una etapa en mi vida que ha durado varios años. En esta etapa he vivido muchas experiencias, tanto dentro como fuera de la Universidad. De la carrera y de la Escuela me llevo muchas cosas: una amplia formación, alegrías, decepciones, ... pero ante todo y sobre todo, me quedo con esos compañeros que han compartido tantos años junto a mí y, especialmente, a esos compañeros que se han convertido en amigos y con los que espero no perder nunca los vínculos que tenemos.

Tengo que mostrar en estas líneas mi gratitud a aquellos profesores que han dejado huella en mí, gracias a que han sabido transmitir y enseñar algo más que un temario.

Por eso me gustaría mostrar un especial agradecimiento a José Manuel Salmerón Lissén del departamento "Ingeniería Energética" de la Escuela Superior de Ingenieros por su dedicación y tiempo, ya que siempre a estado dispuesto, por su interés en la realización del proyecto, por su preocupación en los inconvenientes producidos durante la realización del mismo, por la atención y amabilidad con la que me ha tratado...y en definitiva por haber contribuido a la realización y finalización de este proyecto.

Y por último pero en este caso por considerarlos los más importantes, quiero dejar impreso en este proyecto mi gratitud y amor a mi familia, y en especial a mis padres por su apoyo incondicional, por confiar en mí y por permitirme con sus esfuerzos personales, recibir una formación excepcional y vivir todas las experiencias que he tenido viviendo fuera de mi tierra.

## **Antecedentes**

Desde 1957, la preparación de la normativa técnica de la edificación -normas MV- fue responsabilidad del Ministerio de la Vivienda, tarea que antes desarrollaba la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación, creada en 1937.

En 1977 el Gobierno aprobó un marco unificado para la normativa de la edificación compuesto por:

- Normas Básicas de la Edificación (NBE), de obligado cumplimiento, dando rango de NBE a las entonces vigentes normas básicas MV.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), sin carácter obligatorio, aprobadas en esa misma década, que servían como el desarrollo operativo de las NBE.
- Soluciones Homologadas de la Edificación (SHE), cuyo desarrollo no ha tenido lugar, que hubieran complementado en el campo de las soluciones constructivas convencionales o tradicionales a los Documentos de Idoneidad Técnica (DIT), evaluaciones técnicas favorables para las soluciones innovadoras otorgadas por el Instituto Eduardo Torroja.

El 6 de mayo de 2000 entró en vigor la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). La Ley "tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, así como las garantías necesarias para el adecuado desarrollo del mismo, con el fin de asegurar la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios".

La LOE establece los siguientes requisitos básicos que deben satisfacerse con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente:

- Los relativos a la funcionalidad (utilización, accesibilidad y acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información)
- Los relativos a la seguridad (estructural, en caso de incendio y de utilización)
- Los relativos a la habitabilidad (higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico y otros aspectos funcionales)

En su Disposición Final Segunda la LOE autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad. Hasta que se aprobó el CTE, para satisfacer los requisitos básicos se aplicaron las Normas Básicas de la Edificación (NBE) y las demás reglamentaciones técnicas de obligado cumplimiento.

Hasta ahora, la normativa de la edificación en la mayoría de los países tradicionalmente ha sido de carácter prescriptivo (establece procedimientos aceptados o guías técnicas).

Este tipo de códigos prescriptivos pueden suponer un impedimento a la innovación y al desarrollo tecnológico y representar barreras técnicas, por lo que no son aceptables en el contexto internacional.

En consecuencia y como alternativa a los códigos prescriptivos, se impone el enfoque basado en el concepto de las prestaciones u objetivos, en el que se establecen explícitamente los objetivos y el modo de alcanzarlos, sin obligar al uso de un procedimiento o solución determinados.

Las prestaciones son el conjunto de características, cualitativas o cuantitativas, del edificio identificables objetivamente que contribuyen a determinar su aptitud para responder a diferentes funciones para las que ha sido diseñado.

El sector de la edificación es uno de los principales sectores económicos con importantes repercusiones en el conjunto de la sociedad y en los valores culturales que entraña el patrimonio arquitectónico. Sin embargo, hasta la promulgación de la LOE el sector había carecido de una regulación acorde con esta importancia.

La sociedad española demanda cada vez más calidad en los edificios, lo que significa la satisfacción de los requisitos básicos que se refieren, tanto a la seguridad como a aspectos vinculados al bienestar de las personas.

El CTE se configura como un nuevo marco normativo estructurado que identifica, ordena y completa la reglamentación técnica existente y que pretende facilitar su aplicación y cumplimiento, todo ello en armonía con la normativa europea. Además, mediante un enfoque basado en prestaciones, se tratará de fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en la edificación.

La elaboración del CTE es competencia de la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda, que cuenta con la colaboración del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

En el desarrollo del CTE asimismo participan otras administraciones competentes en materia de vivienda así como los distintos agentes y sectores que intervienen en el proceso edificatorio.

La Administración General del Estado (AGE) y las Administraciones Autonómicas (CCAA) cooperan en el campo del control de calidad de la edificación a través de la Comisión Técnica para la Calidad de la Edificación (CTCE) que colabora en la

elaboración del CTE y sirve de cauce para la participación de todas las Comunidades Autónomas.

**Documento n° 1:**  
**Memoria Descriptiva**



# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>10</b>
1.1	Objetivos	10
1.2	Alcance	11
1.3	Contenido	13
<b>2</b>	<b>Sistemática de Verificación</b>	<b>15</b>
2.1	Introducción	15
2.2	Procedimientos	17
2.2.1	Creación y Descripción de un Proyecto	17
2.2.2	Introducción de los Cerramientos	19
2.2.3	Construcción 3D del Edificio	24
2.2.3.1	Cargar Planos	25
2.2.3.2	Crear Plantas	26
2.2.3.3	Generación automática de los Cerramientos Verticales	33
2.2.3.4	Particiones Horizontales	37
2.2.3.5	Crear Ventanas	40
2.2.3.6	Crear Cubiertas	42
<b>3</b>	<b>Descripción del Edificio</b>	<b>44</b>
3.1	Análisis del Edificio	44
3.1.1	Localización y Emplazamiento	44
3.1.2	Geometría del Edificio	47
3.1.3	Zonificación	49
3.1.4	División de Espacios	50





<b>3.2</b>	<b>Geometría</b>	<b>61</b>
3.2.1	Envolvente Edificatoria	61
3.2.2	Materiales	62
3.2.3	Composición de los Cerramientos	64
3.2.3.1	Cerramientos Opacos	64
3.2.3.2	Cerramientos Semitransparentes	69
3.2.3.3	Puentes Térmicos	71
<b>3.3</b>	<b>Verificación de la Exigencia</b>	<b>75</b>
3.3.1	Visionado del Informe o Impresión de los Resultados	78
<b>4</b>	<b>Análisis Energético</b>	<b>79</b>
4.1	Planta a Planta	80
4.2	Unión de Espacios	81
4.3	Multiplicadores	87
<b>5</b>	<b>Conclusiones y Desarrollo Futuro</b>	<b>92</b>
5.1	Conclusiones	92
5.2	Desarrollo Futuro	92



## 1 Introducción

### 1.2 Objetivos

El presente proyecto tiene como finalidad el cálculo y posterior análisis de la demanda energética de un edificio multifuncional, en lo que se refiere al cumplimiento del código técnico de la edificación, en particular la exigencia básica **HE1**: Limitación de la demanda energética:

***“ Los edificios dispondrán de un envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensaciones superficiales e intersticiales que pueden perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos ”.***

La demanda energética son las necesidades que cada edificio, en relación con su diseño, configuración, construcción, orientación y situación climática requiere que sea aportada por los sistemas de calefacción o refrigeración para alcanzar unos niveles de bienestar térmico aceptables y suficientes.

En relación con esta demanda el código, en su Documento Básico HE (DB-HE), establece unas limitaciones que conducen a unas demandas contenidas y para ello propone dos opciones:



Opción 1: Con la denominada opción simplificada, basada en un control indirecto de la demanda energética del edificio, se limitan los parámetros característicos de los cerramientos y particiones que componen su envolvente térmica. Para los casos más frecuentes de viviendas este será el camino más sencillo de poder cumplimentar las exigencias.

Opción 2: Con la opción general, mucho más precisa, se evalúa la demanda energética del edificio mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción. Ello requiere unos cálculos más complejos pero de gran precisión que generalmente solo será necesario realizar para determinados edificios de uso terciario.

La única limitación para la utilización de la opción general es la derivada del uso en el edificio de soluciones constructivas innovadoras cuyos modelos no puedan ser introducidos en el programa informático LIDER.

## **1.2 Alcance**

El alcance de este proyecto como fase del trabajo de la edificación, será comprobar el cumplimiento de la exigencia básica de ahorro "HE1" mediante la opción general, también denominada opción prestacional.

El objetivo de la opción general es cuádruple y consiste en:

a) limitar la demanda energética de los edificios de una manera directa, evaluando dicha demanda mediante el método de cálculo. Esta evaluación se realizará considerando el edificio en dos situaciones:

- Como edificio objeto, es decir, el edificio tal cual ha sido proyectado en geometría (forma y tamaño), construcción y operación.



- Como edificio de referencia, que tiene la misma forma y tamaño del edificio objeto, la misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona que tiene el edificio objeto, los mismos obstáculos remotos del edificio objeto, y unas calidades constructivas de los componentes de fachada, suelo y cubierta por un lado y unos elementos de sombra por otro que garantizan el cumplimiento de las exigencias de demanda energética.

b) Limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos de la envolvente térmica para las condiciones establecidas en el DB "Ahorro de Energía".

c) Limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios.

La evaluación mediante la opción general se realizará con un programa de simulación térmica de edificios que desarrolla el método de cálculo fijado en el propio documento Básico. La versión oficial de este programa se denomina Limitación de la Demanda Energética, LIDER, y tendrá la consideración de documento reconocido del CTE.

El programa informático Lider nos facilitará, a partir de los siguientes datos de entrada:

- Zonificación.
- Geometría Constructiva y Envolvente Térmica.
- Características Ocupacionales y Funcionales del edificio.

Y mediante la comparación de la demanda energética del edificio con la correspondiente a un edificio de referencia, nos proporcionará los siguientes datos de salida:

- Conformidad con la reglamentación.
- % de la demanda de Referencia tanto para la calefacción /refrigeración.



- Proporción relativa calefacción refrigeración.

El consumo energético va a estar determinado por el tipo de sistema de climatización y/o refrigeración elegido, es por ello, que si lo que pretendemos es reducir el consumo del edificio, tendremos como principal frente de actuación la envolvente térmica del edificio, sobre la cual sólo se puede actuar en la fase de prediseño.

El contenido de este proyecto se refiere al cumplimiento de la exigencia básica HE1 relacionada con el requisito básico "Ahorro de energía", pero quiero hacer constar que el edificio debe también cumplir las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

### **1.3 Contenido**

El contenido del proyecto se encuentra estructurado en cinco capítulos claramente diferenciados, los cuales se enumeran a continuación:

1. INTRODUCCIÓN: Es el apartado en el que nos encontramos ahora, donde se habla del objetivo del proyecto, así como del alcance.
2. SISTEMÁTICA DE VERIFICACIÓN: En este capítulo se resume la sistemática seguida para la verificación de la normativa CTE-HE1 del edificio mediante el programa LIDER, así como la metodología para la introducción de los parámetros característicos y los pasos principales del mismo.
3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO: En este capítulo se describe detalladamente la localización y emplazamiento, la zonificación, la geometría constructiva, la envolvente térmica edificatoria, así como las características



ocupacionales y funcionales del edificio, necesarias para conocer como se ocupa y cómo funciona.

4. ANALISIS ENERGÉTICO: En este capítulo se analiza energéticamente el edificio mediante la herramienta LIDER.

5. CONCLUSIONES Y DESARROLLO FUTURO: En este capítulo se realizarán valoraciones sobre el consumo energético del edificio, así como acciones futuras de ahorro energético, que partiendo de la situación actual, podrían realizarse.



## **2. Sistemática de Verificación**

### **2.1 Introducción**

A continuación se muestra a título orientativo un resumen de la sistemática de verificación que se ha seguido para la verificación de la normativa CTE-HE1 del edificio mediante el programa LIDER.

a) Análisis del edificio y recopilación de la información necesaria para la ejecución de la aplicación, siendo la información recopilada:

a.1) Zona climática a la que pertenece el edificio.

a.2) Partiendo de los planos del edificio, se ha realizado las simplificaciones y divisiones pertinentes en plantas y espacios para su introducción en el programa.

a.3) Se ha realizado la clasificación de los espacios del edificio de acuerdo con el apartado 3.1.2 del CTE-HE1.

a.4) Propiedades higrotérmicas de todos los materiales y productos de construcción que conforman los cerramientos, huecos y particiones interiores, así como la información relativa a los puentes térmicos del edificio.

b) Indicación de la localidad, orientación y los datos generales del proyecto en el formulario Descripción.

c) Importación a la base de datos del edificio los materiales y productos, así como la definición de la composición de los cerramientos y particiones interiores (icono BD).



d) Asignación de la composición constructiva por defecto a los distintos cerramientos y particiones interiores del edificio, incluyendo los puentes térmicos en el formulario Opciones.

e) Definición de la geometría 3D del edificio. El proceso de definición geométrica se ha realizado sucesivamente planta por planta y de abajo a arriba repitiendo los siguientes pasos:

e.1) Se ha cargado el archivo de la planta DXF a la cota correspondiente (icono Gestión de planos).

e.2) Creación de la planta especificando su cota, y su relación con las plantas anteriores y definición del polígono de la planta (icono Crear planta).

e.3) Definición de los espacios (icono Crear espacio).

e.4) Modificación de las condiciones de operación de aquellos espacios cuyas características sean diferentes a las definidas por defecto.

e.5) Definición de las particiones horizontales y/o suelos (icono Crear forjados).

e.6) Levantamiento automático de los cerramientos y particiones interiores verticales (icono Crear muro) y para aquellos que no sean cerramientos en contacto con el aire exterior, editando y modificado el tipo de muro en la visualización de la geometría.

e.7) Definición de los huecos (icono Crear hueco) de los cerramientos, editando y modificado el tipo de hueco en la visualización de la geometría .

e.8) Definición de las cubiertas planas (icono Crear forjados).





f) Cálculo (icono Calcular).

g) Obtención de la calificación energética (icono Exportar). El proceso de definición geométrica se ha realizado sucesivamente planta por planta y de abajo a arriba repitiendo los pasos anteriores.

## **2.2 Procedimiento**

En el siguiente apartado, explicaremos los pasos más importantes mencionados en el resumen anterior.

El apartado a) se desarrolla detalladamente en el capítulo 3 de este proyecto.

### **2.2.1 Creación y Descripción de un Proyecto**

El formulario Descripción contiene una serie de datos generales del proyecto, como información geográfica, orientación y datos funcionales, nombre del proyecto, dirección, autor del proyecto, etc.

Es necesario seleccionar la localidad en la que se encuentra el edificio. Se accede a ella a través de la selección previa de la zona climática en que se encuentra. Al seleccionar la localidad, el campo Latitud se rellena automáticamente.



**LIDER - P22 - [Descripción]**

**Zonificación climática**

Zona: C2  
Localidad: Barcelona  
Latitud: 41.30  
Altitud: 6.00

**Orientación del edificio**

Ángulo: 2.3 °

**Clase por defecto de los espacios habitables**

Tipo de Uso: Intensidad Baja - 8h

Condiciones higrometría

☒ Clase 3 o inferior  
☐ Clase 4  
☐ Clase 5

Número de renovaciones hora requerido: 1.0

**Datos del Proyecto**

Nombre del proyecto: DEMANDA ENERGETICA  
Comunidad: BARCELONA  
Localidad: BARCELONA  
Dirección: AVD/PAU CLARIS

**Datos del Autor**

Nombre: SOLEDAD ALÉS NOVELLES  
Empresa o Institución: PROYECTO FIN DE CARRERA  
E-mail: snovelles@hotmail.com  
Teléfono: 627247945

Tipo edificio

☐ Vivienda unifamiliar  
☐ Vivienda en bloque  
☒ Edificio sector terciario

Aceptar

Fig 1.- Formulario de descripción del proyecto

El siguiente dato a introducir es la orientación del edificio respecto del norte. Identificados los ejes X e Y del edificio, se define la orientación como el ángulo que forma el norte con el eje Y positivo, medido desde el norte, y siendo positivo en el sentido de las agujas del reloj.

A continuación, debe seleccionarse el tipo de uso del edificio, entre Residencial y otros tipos de usos (intensidad alta media baja de 8, 12, 16 o 24 horas de duración); así como las condiciones higrométricas de los locales. El valor seleccionado se tomará por defecto para todos los espacios que se definan en el edificio, por lo que deberá elegirse la opción más frecuente. Posteriormente se podrán modificar las condiciones particulares de aquellos espacios en que prevalezcan condiciones diferentes.



La selección del tipo de edificio (vivienda unifamiliar, en bloque o edificio terciario) es necesaria para exportar adecuadamente la información geométrica y constructiva a los programas CALENER.

CALENER es un proyecto realizado por el Departamento de Termotecnia de la E.T.S.I.I. de Sevilla, para cumplimentar la Directiva comunitaria SAVE 76/93, cuyo objetivo primario es la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a través de una disminución del consumo de energía mediante el aumento de la eficiencia energética y en concreto siguiendo la posterior Directiva 2002/91/CE en la que se concreta las medidas a adoptar para este fin.

Por último se indicará el nivel de ventilación requerido por el edificio: en caso de tratarse de una vivienda se indicará el valor que ha de utilizarse para todo el edificio, es decir, el mismo para todos los espacios; en el caso de edificios no destinados a vivienda, se introduce un número de renovaciones por hora, a suministrar por defecto para todos los espacios que se definan.

### **2.2.2 Introducción de los Cerramientos**

Lo primero que hay que hacer para crear la envolvente del edificio, es crear los distintos cerramientos de los que se compone, para ello tendremos que realizar un análisis de los materiales y espesores a emplear, este análisis se realiza en el capítulo 3 de este proyecto.

Un paso muy importante es la elección de los materiales que componen los diferentes cerramientos opacos y semitransparentes, así como de su espesor, ya que como mencionamos anteriormente de su composición, va a depender que la transmitancia térmica de los mismos sea mayor o menor.

El concepto de transmitancia térmica no es más que la cantidad de energía que atraviesa una superficie a un determinado gradiente térmico.

El LIDER cuenta con una amplia base de datos, denominada base de datos del edificio, en la que se refleja una amplia variedad de materiales y productos, suficientes para definir la mayor parte de los elementos constructivos de cualquier edificio, con las respectivas propiedades de los mismos. El programa se alimenta de la información relativa a los materiales y productos de construcción contenida en dicha base de datos.

Lo primero a realizar es seleccionar en la librería de la base de datos del edificio, aquellos materiales que componen los cerramientos de nuestro edificio y los importamos a la base de datos del usuario.

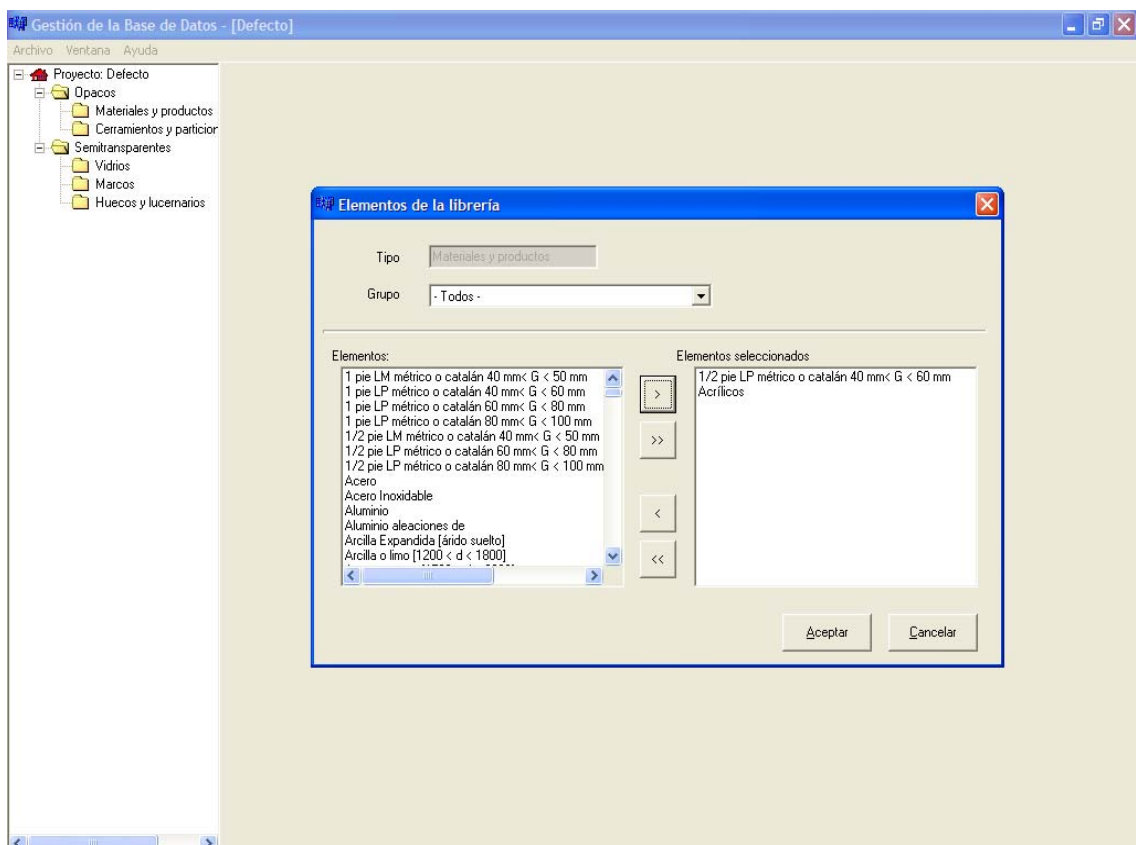
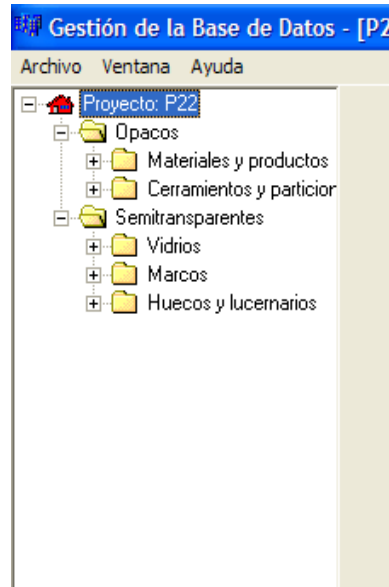


Fig 2.- Base de datos

Desplegando las ramas del árbol se muestran las clases en que se dividen los materiales y elementos constructivos del edificio: Los cerramientos se clasifican en



opacos y semitransparentes; los primeros se subdividen en materiales y cerramientos, mientras que los segundos se subdividen en vidrios, marcos y huecos



Para la crear los cerramientos verticales hay que ir añadiendo los materiales ordenados desde el exterior al interior mientras que para los cerramientos horizontales ( cubiertas y forjados) el orden es de arriba hacia abajo, introduciendo para ello el material y el espesor de las distintas capas.

La creación de los muros semitransparentes es similar, con la particularidad de que hay que introducir, el tipo de vidrio, el tipo de marco, el % del hueco ocupado por el marco y la permeabilidad.

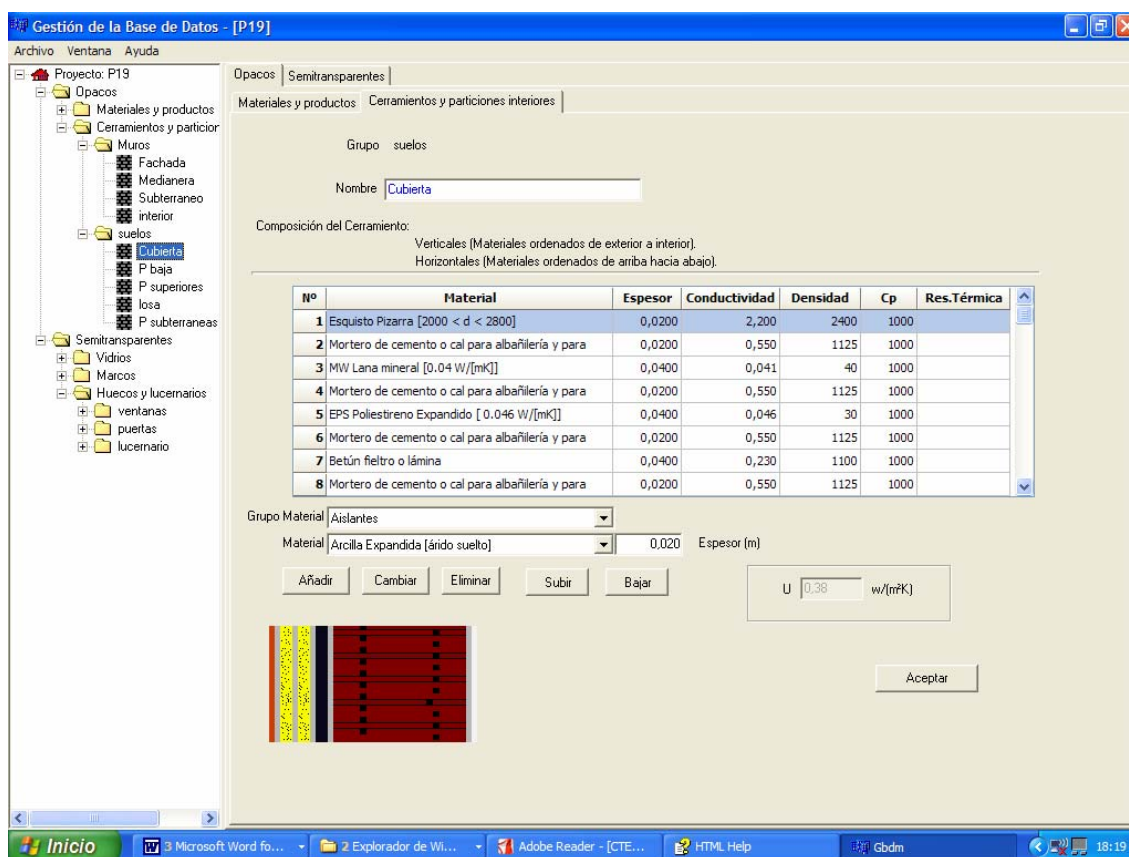


Fig 3.- Creación de un cerramiento opaco

Los cerramientos que se crean tienen la composición que les corresponde de acuerdo a la categoría a que pertenecen, la cual es determinada automáticamente por la aplicación, en función de su posición geométrica.



Las categorías aparecen descritas en el propio formulario:

**LIDER - P22 - [Opciones y Valores por Defecto]**

Espacio de Trabajo: **Construcción**

Cerramientos y particiones interiores | Puentes térmicos

**Muro:**  
Muros de fachada. Verticales y rectangulares.  
Composición tipo "Muro": Fachada

**Hueco**  
Composición tipo "hueco": Ninguno  
Altura del hueco: 1,00 m  
Anchura del hueco: 1,00 m  
Posición Y respecto al suelo: 1,00 m  
Retranqueo: 0,00 m  
Protección solar: ...

**Cerramiento horizontal en contacto con el aire exterior:**  
Cubiertas planas o suelos en contacto con el exterior.  
Composición tipo "cerramiento horizontal": Cubierta

**Cerramiento o partición interior geoméricamente singular.**  
Cubiertas inclinadas, hastiales, fachadas o particiones interiores inclinadas, etc.  
Composición tipo "cerramiento singular": ninguno

**Medianería**  
Composición tipo "medianería": Medianera

**Suelo en contacto con el terreno**  
Composición tipo "suelo en contacto con el terreno": losa  
☐ Aislamiento perimetral  
D: 0,0 m  
Pa: 0,0 m<sup>2</sup>K/W

**Muro en contacto con el terreno**  
Composición tipo "muro en contacto con el terreno": Subterráneo

**Partición interior horizontal**  
Composición tipo "partición interior horizontal": P superiores

**Partición interior vertical**  
Composición tipo "partición interior vertical": interior

Aceptar

Fig.4.- Formulario de opciones en la pestaña construcción

Cada una de las cajas de selección muestra la lista de composiciones de cerramientos, o huecos, que se han incorporado en la base de datos del edificio.

Se seleccionará para cada una de las categorías aquella que sea más frecuente, o la única si fuera el caso, en el edificio.

En el caso de los huecos, además de la construcción se especifican sus dimensiones y posición por defecto. De este modo al crear los huecos del edificio, será suficiente pulsar el ratón sobre el cerramiento que lo contenga.



En el caso de los cerramientos en contacto con el terreno, en caso de que exista un aislamiento perimetral, se activará la casilla correspondiente y se indicará la anchura y la resistencia térmica del perímetro aislado.

Si la composición típica de alguna de las categorías cambia (por ejemplo, una planta tiene los cerramientos exteriores diferentes de los definidos previamente) es posible hacer el cambio en este formulario, siendo el nuevo valor el tomado por defecto desde ese momento en adelante. Una vez creado los cerramientos, hay que asignar la composición constructiva y puentes térmicos que por defecto LIDER asignara cada uno de los mismos.

La introducción de los puentes térmicos se realiza desde el formulario de Opciones, dentro de la definición de las opciones de Construcción.

De acuerdo con la clasificación realizada en el Catálogo de elementos constructivos del Código Técnico, para cada zona climática, se dispone de una serie de detalles constructivos de cada uno de los tipos de puente térmico identificados automáticamente por el programa, con sus correspondientes valores de los parámetros característicos, conductancia térmica lineal,  $Y$ , y factor de temperatura superficial,  $f$ .

### **2.2.3 Construcción 3D del Edificio**

Una vez introducido todos los parámetros característicos, hay que introducir el edificio, para ello vamos a explicar los pasos más significativos para definir la geometría 3D del edificio.



### 2.2.3.1 Cargar Planos

La definición del edificio se facilita enormemente si se cuenta con los planos que definen su geometría. Los planos que se necesitan son las vistas en planta de las distintas plantas del edificio.

Existen dos posibilidades:

- Los planos están escaneados en formato BMP.
- Los planos están almacenados en archivos en formato DXF.

Para la introducción en 3D del edificio, el primer paso es cargar los planos de la respectivas plantas en DXF a la cota correspondiente, mediante la ventana:

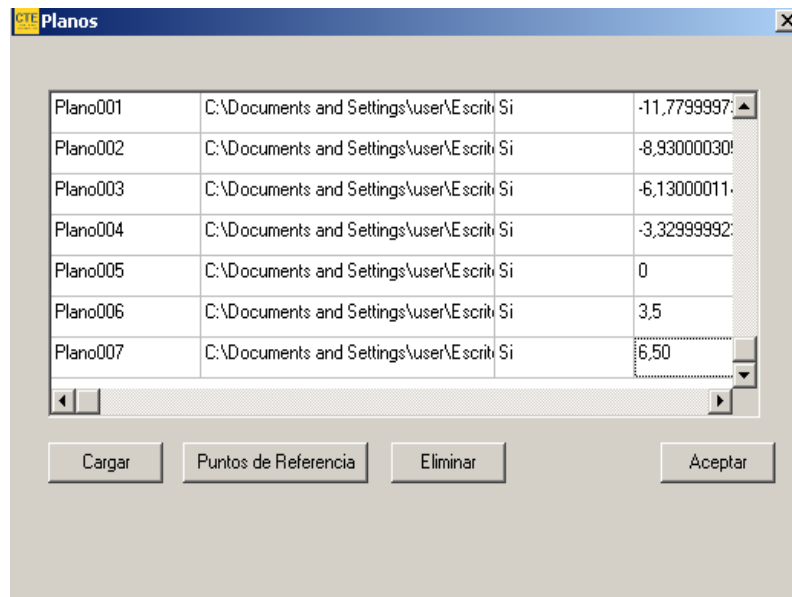


Fig 5.- Ventana para cargar planos

Una vez definida la geometría los planos no son necesarios.

### 2.2.3.2 Crear Plantas

Las plantas se definen en LIDER, como contenedores de espacios, con el único propósito de agrupar todos los espacios físicamente situados en la misma planta del edificio. Principalmente, facilitan la definición geométrica de los espacios.

Tras pulsar el botón de crear plantas aparece el siguiente formulario, en la que se puede ver y modificar: el nombre de la nueva planta, la planta anterior a la que se acaba de crear, el número de plantas iguales a la que se define, la altura de los espacios que pertenecen a esa planta y la cota de dicha planta. En caso de que la planta que se está creando sea la primera, o esté en contacto con el terreno, la planta anterior que debe seleccionarse es Ninguna. En caso contrario se indicará la planta inmediatamente inferior a la que se está creando. Al hacerlo la cota de la nueva planta se calculará automáticamente, para que quede justo por encima de la anterior.

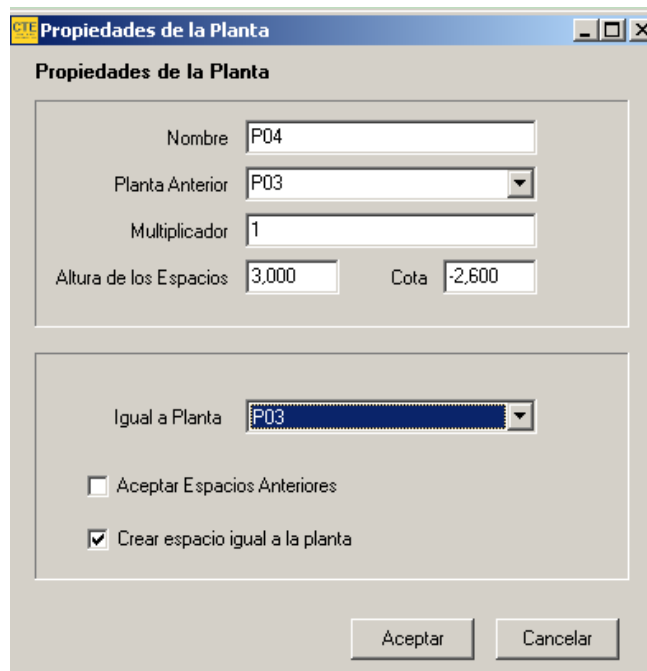


Fig 6.- Ventana de propiedades de la nueva planta

Tras aceptar las propiedades de la ventana anterior se puede pasar a definir el polígono de dicha planta, sin más que ir pulsando el botón izquierdo del ratón sobre el punto donde se quiera definir un vértice de la planta. Las operaciones de definición de puntos conviene que se realicen con la vista en planta del espacio de trabajo, y por supuesto, siempre en sentido contrario a las agujas del reloj. Debe levantarse el botón de definición de plantas (pulsando el ratón en él) al llegar al último vértice; o pulsar el botón derecho y elegir la opción Fin.

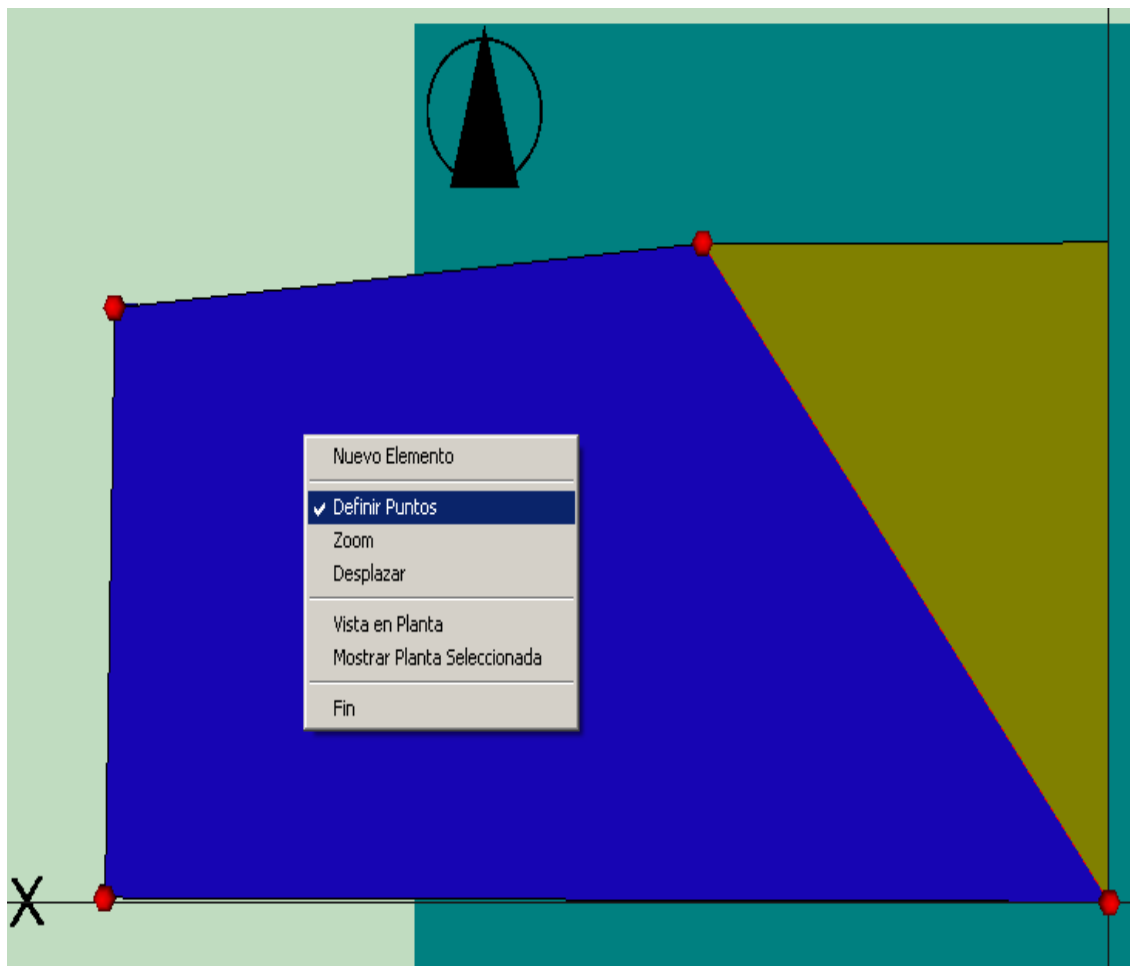


Fig 7.- Planta definida sobre el espacio de trabajo

Una vez definida la planta pueden definirse los espacios. Tras pulsar el botón de crear espacios, se pueden ir definiendo los vértices que forman el polígono sin más

que pulsar el botón izquierdo del ratón sobre los puntos previamente definidos por los vértices de la planta (también pueden utilizarse otros puntos cualesquiera). Los puntos deben ir marcándose en sentido contrario a las agujas del reloj. Los vértices de los espacios que se vayan creando quedarán marcados en verde sobre la representación. La forma del espacio se va dibujando de verde (gris cuando se mezcla con el azul de la planta) a medida que se construye.

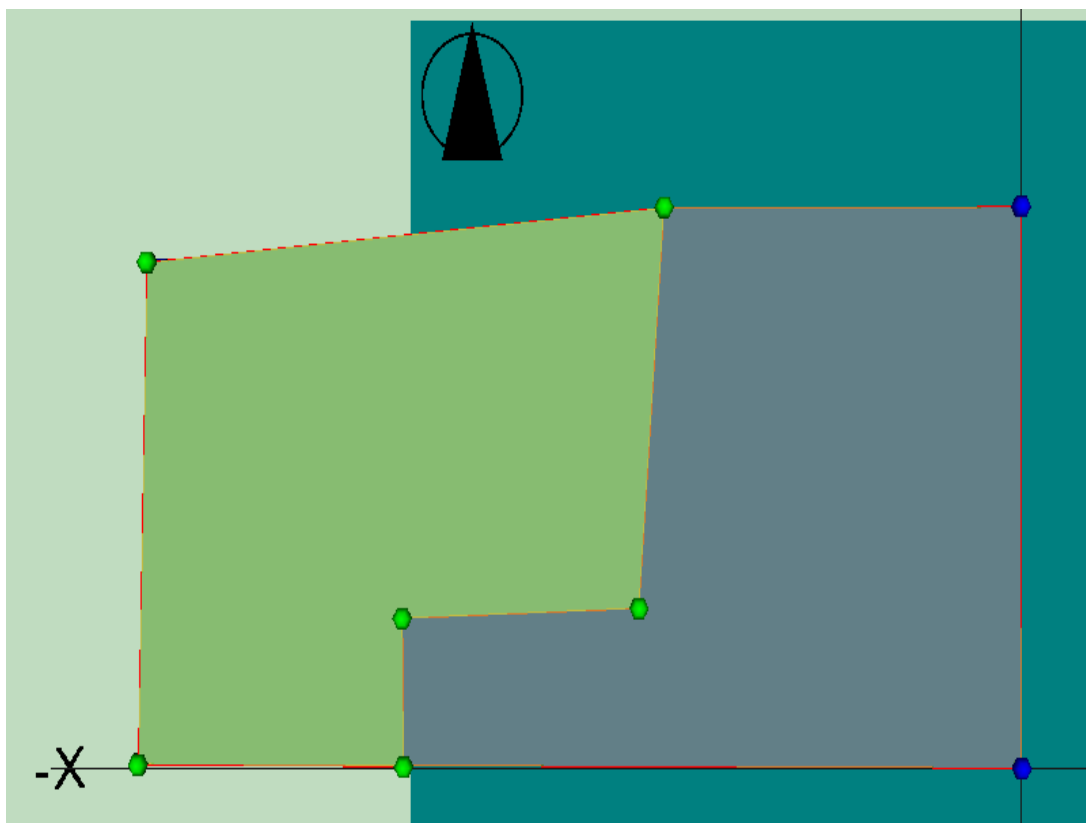
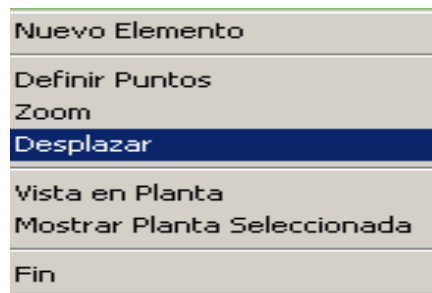


Fig 8.- Planta con un espacio creado

Una vez se han marcado todos los vértices que definen un espacio, para crear el siguiente espacio lo único que hay que hacer es pulsar el botón derecho sobre el área de visualización, con lo que aparecerá un menú emergente similar al que se describió en la definición de las plantas:



Al seleccionar la opción Nuevo Elemento, se podrá comenzar a marcar los vértices que definen el nuevo espacio. Cuando se hayan definido todos los espacios que pertenecen a una planta, se pulsará de nuevo sobre el botón de crear espacio, con lo que éste se levantará, dejando de crear nuevos espacios, o bien desde el menú emergente, se seleccionara la opción Fin.

Para seleccionar un espacio previamente creado se pulsará el botón izquierdo del ratón en el interior del mismo espacio. Al seleccionar un espacio éste quedará marcado en color rojo en la representación gráfica (violeta, al mezclarse con el color azul de la planta). Si se pulsa el botón derecho, aparece el menú emergente que se muestra, desde el que pueden definirse las condiciones operacionales:

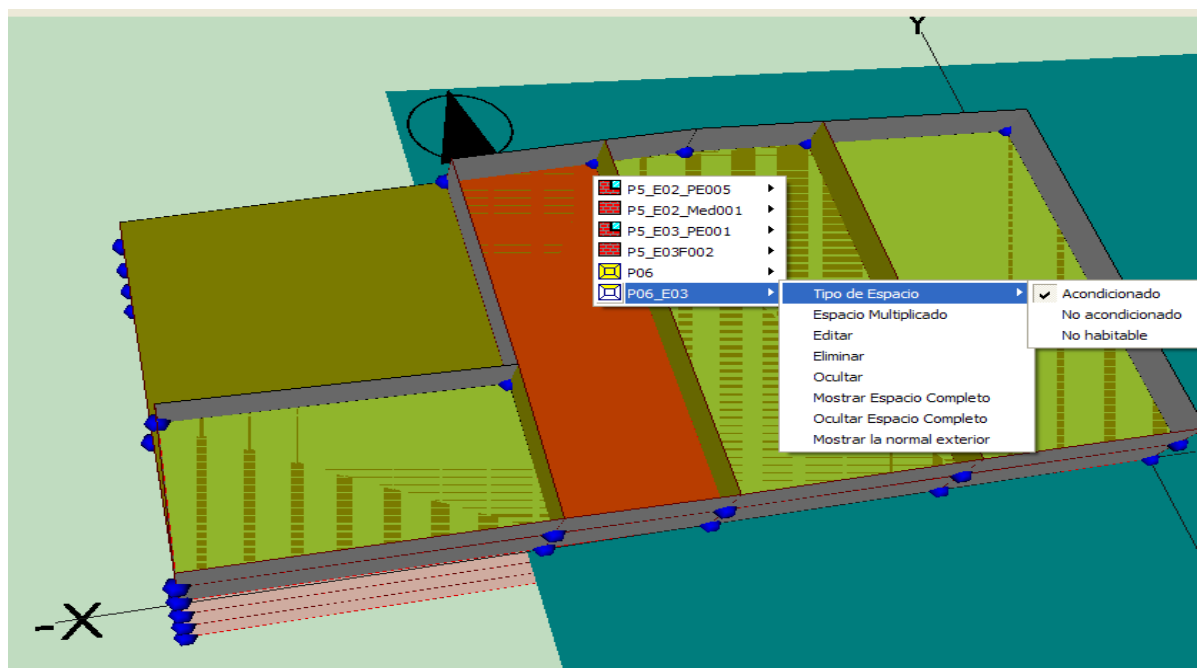


Fig 9.- Definición de condiciones operacionales

o editar las propiedades del espacio:

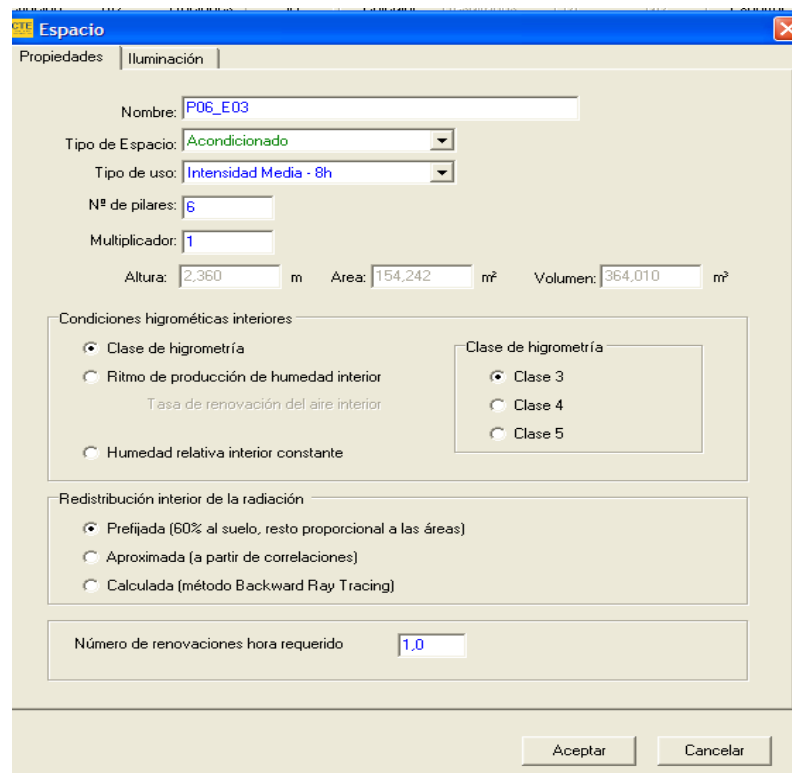


Fig 10.- Edición de propiedades del espacio

Además del nombre, las propiedades del espacio son las siguientes:

### Tipo de Espacio:

Esta propiedad permite definir si el espacio se encuentra acondicionado, no acondicionado o es no habitable.

Las posibilidades dependen del tipo del edificio: en el caso de edificios destinados a viviendas, las posibilidades son:

➤ Acondicionado: El espacio va a disponer de un sistema de refrigeración y/o calefacción.



- NO HABITABLE: Se usa en espacios no habitados, como desvanes o vacíos sanitarios.

En el caso de edificios terciarios las posibilidades son:

- Acondicionado: El espacio va a disponer de un sistema de refrigeración y/o calefacción.

- NO Acondicionado: El espacio no va a disponer de un sistema de acondicionamiento.

- NO HABITABLE: Se usa en espacios no habitados, como desvanes o vacíos sanitarios.

### **Tipo de Uso:**

Para cada espacio se debe elegir el tipo de uso asignado de entre la lista desplegable ofrecida por el programa, la misma que en la definición de los datos del edificio:

Para los edificios destinados a vivienda, el único caso posible es:

- Residencial.

En el caso de ser un edificio terciario, además del uso residencial, se puede elegir uno de los siguientes usos:

- Intensidad Baja - 8h
- Intensidad Baja -12h
- Intensidad Baja -16h
- Intensidad Baja - 24h
- Intensidad Media - 8h
- Intensidad Media -12h
- Intensidad Media -16h



- Intensidad Media - 24h
- Intensidad Alta - 8h
- Intensidad Alta -12h
- Intensidad Alta -16h
- Intensidad Alta - 24h

### **Número de Pilares**

Se introduce el número de pilares que contiene el espacio que se está definiendo, en los cerramientos que lo separan del exterior. El efecto de los pilares es añadir a los elementos del espacio una conductancia lineal, del valor suministrado en la definición de los puentes térmicos de este tipo, multiplicada por la altura de la planta y el número de pilares introducido aquí.

### **Condiciones Higrotérmicas Interiores**

Se definen las condiciones higrométricas interiores, si son diferentes de las indicadas en las opciones generales. Dichas condiciones pueden definirse por la clase de higrometría, por la tasa de producción de humedad (se suministra el ritmo de producción de humedad del espacio y la tasa de renovación de aire) o por la humedad relativa que se supone mantenida constante. En los dos últimos casos habrá que aportar documentación justificativa de los valores utilizados.

### **Redistribución Interior de la Radiación**

Por defecto, la aplicación considera que el 60% de la radiación que alcanza el interior del espacio va al suelo, y el resto se distribuye proporcionalmente a las áreas de las paredes. Sin embargo, si el espacio contiene masas acumuladoras de la radiación absorbida, que deseen estudiarse con cuidado, es posible utilizar dos alternativas sucesivamente más refinadas (asociadas a mayores tiempos de cálculo). En la primera se utilizan unas correlaciones dependientes del número de





ventanas del espacio y de la relación de aspecto del mismo. En la segunda se realiza un cálculo detallado de la distribución de la radiación durante todo el año, mediante un método basado en el seguimiento de la trayectoria de los rayos.

### **Número de Renovaciones hora requerido**

Para el caso de edificios destinados a vivienda, el programa muestra, pero no permite modificar, el valor especificado para todo el edificio. En el caso de edificios terciarios, es posible corregir el valor suministrado por defecto a partir del indicado en el formulario Descripción.

### **2.2.3.3 Generación automática de los Cerramientos Verticales**

Una vez creados y definidos todos los espacios que forman parte de una planta, se pueden crear los cerramientos verticales que delimitan los espacios de esa planta. Al pulsar el botón de crear cerramientos se generan automáticamente todos los cerramientos exteriores de la planta, así como las particiones interiores.

El cálculo del comportamiento de los cerramientos puede hacerse suponiendo que son estándar o adiabáticos. Los primeros son todos los cerramientos que limitan con el exterior u otros espacios del edificio. Se considera el tipo adiabático para las medianerías, que separan el edificio objeto de otro edificio o local, con el que linda, pero cuyas condiciones de acondicionamiento no son conocidas. Un cerramiento adiabático no transfiere calor a su través, pero sí afecta a la inercia térmica del edificio por ser capaz de almacenar energía.



Para los cerramientos verticales el tipo que se asigna por defecto es Cerramiento Exterior para aquellos muros que se encuentren a cotas mayores o iguales a 0 m. Si un espacio se encuentra semienterrado, cada cerramiento exterior se dividirá en dos: una primera parte, la inferior, que será de tipo Cerramiento en Contacto con el Terreno, que llegará hasta la cota 0 m; y una segunda parte que será del tipo Cerramiento Exterior, que partirá de la cota 0 m y llegará hasta el final del espacio.

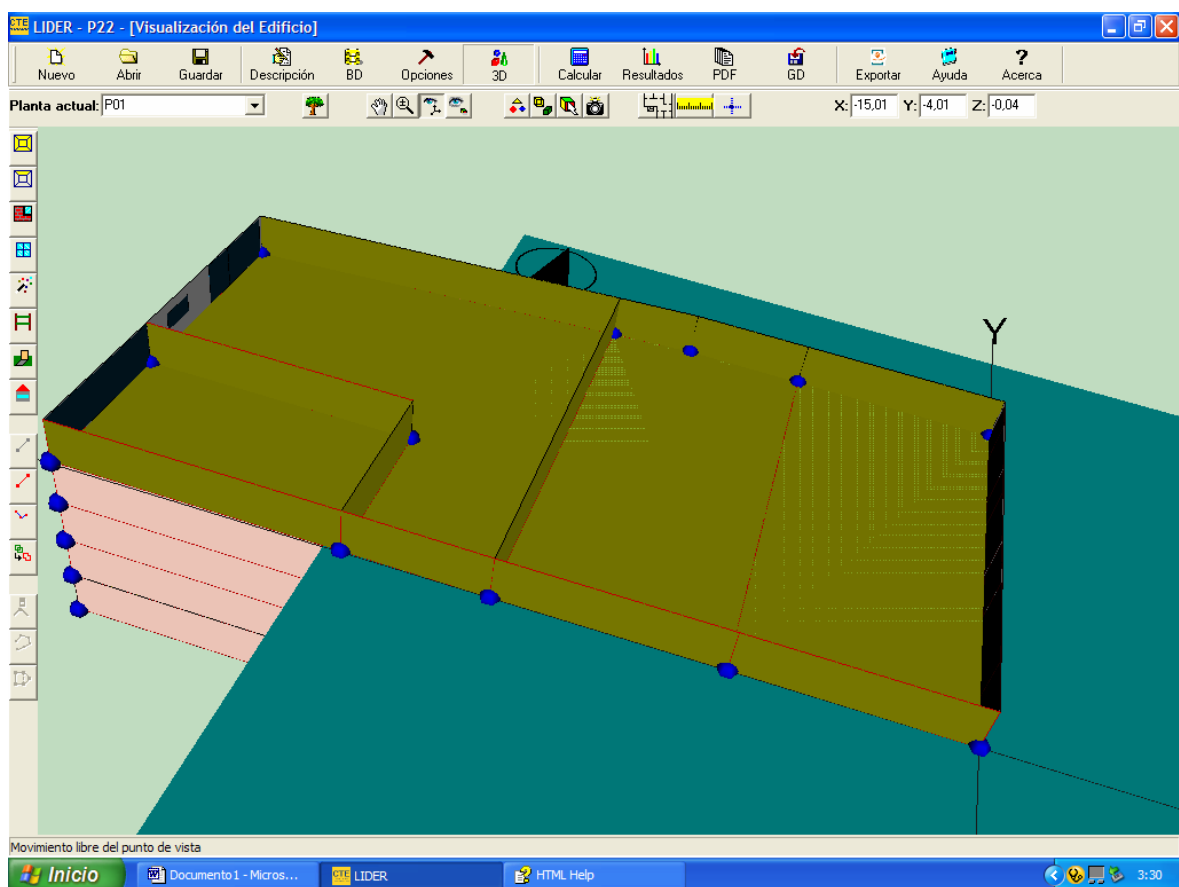


Fig 11.- Cerramientos verticales generados automáticamente

Para acceder a las propiedades de alguno de los cerramientos se hará doble clic sobre el mismo, con lo que aparecerá un menú emergente con los nombres de los elementos que se encuentran bajo el puntero. Al seleccionar alguno de ellos se

marcará en rojo, y se desplegará otro menú en el que podrá editarse, ocultarse, eliminarse, o ser cambiado a otro tipo diferente.

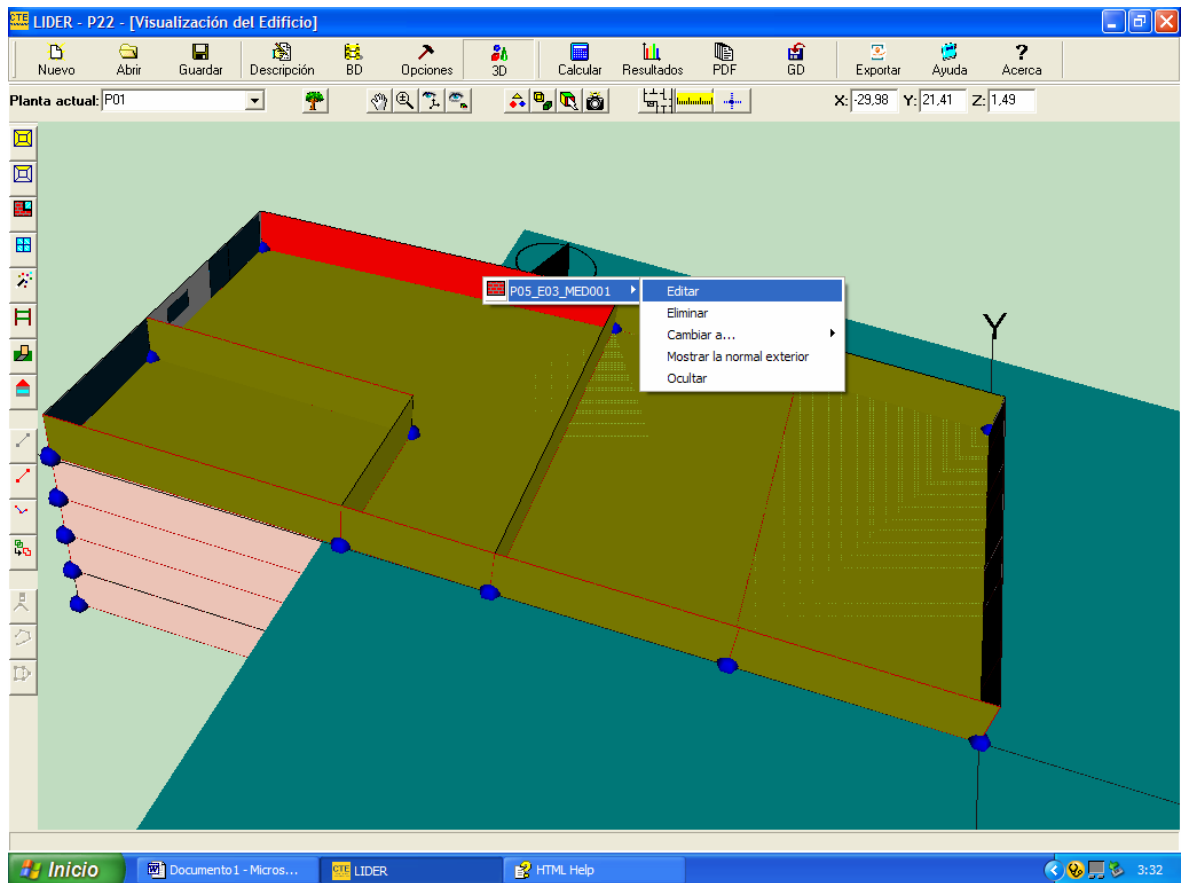


Fig 12.- Selección de un muro

En ocasiones, el tipo de cerramiento creado no es adecuado; por ejemplo, las medianeras que limitan con otro edificio son creadas como exteriores. La opción Cambiar a permite seleccionar el tipo adecuado, como se muestra en la figura siguiente:

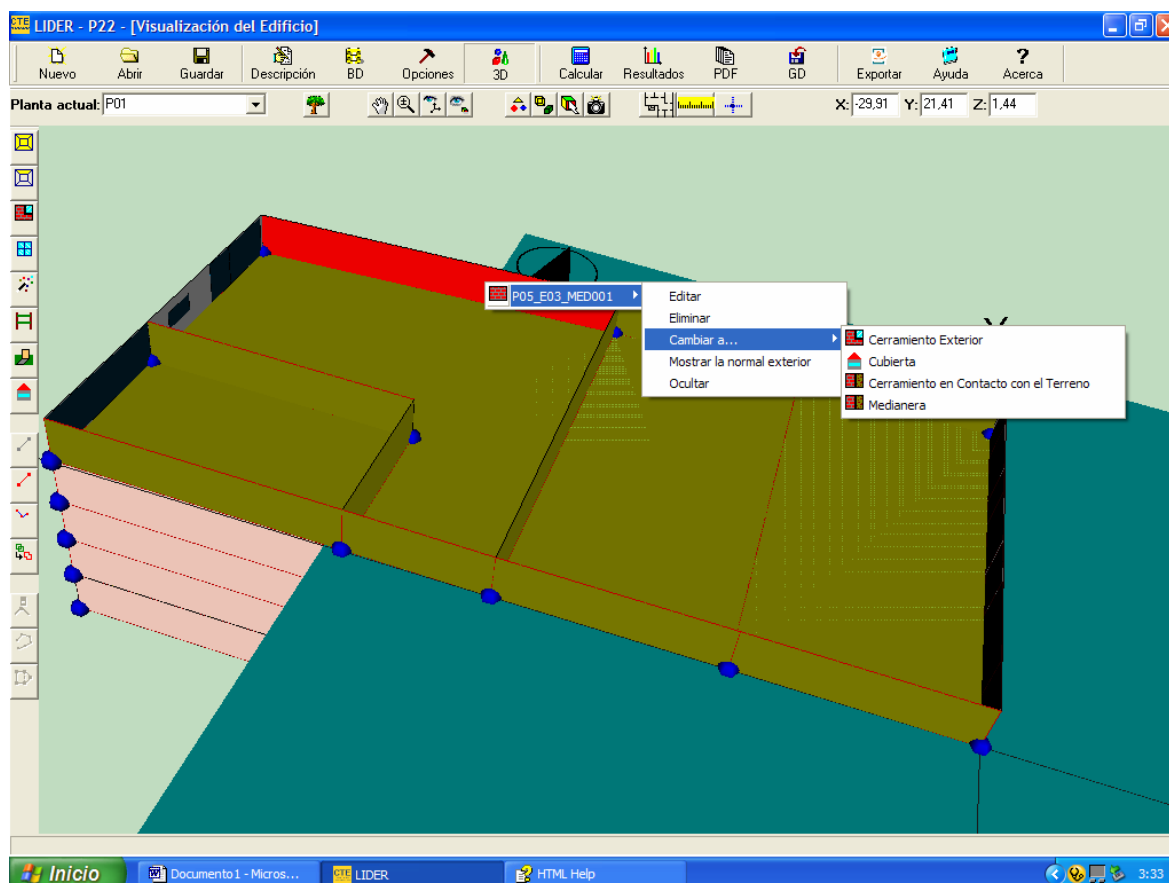


Fig 13.- Cambio del tipo de un cerramiento

Eligiendo la opción Editar, se accede a las propiedades del cerramiento; puede cambiarse la composición del cerramiento, o añadir o modificar sus huecos.

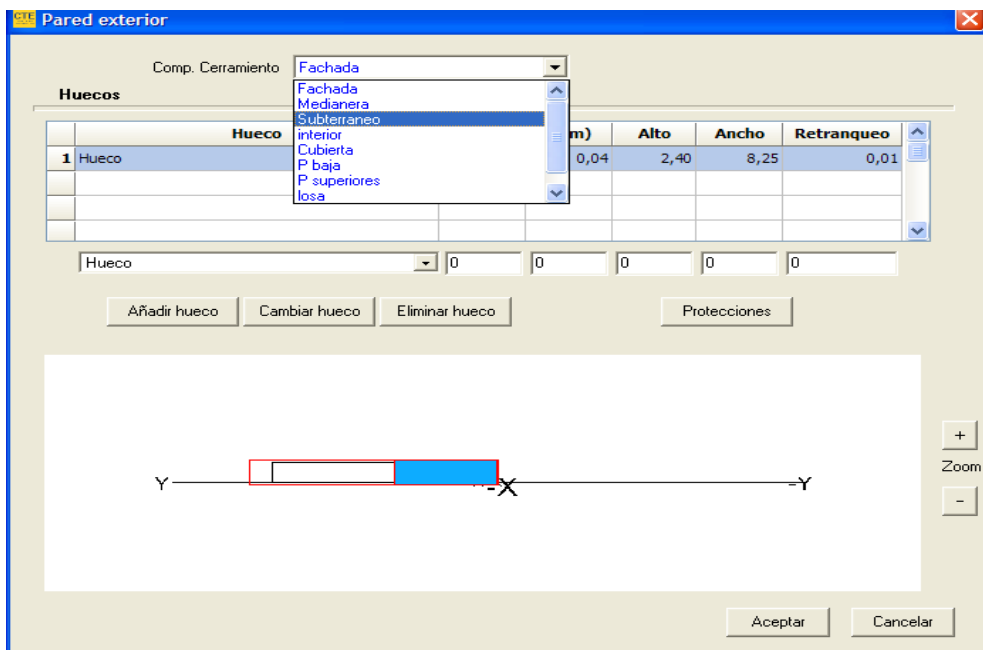


Fig 14.- Edición de las propiedades de un cerramiento

### 2.3.3.4 Particiones Horizontales

Para definir las particiones horizontales, o suelos o cubiertas, de las distintas plantas hay que seleccionar el tipo de cerramiento horizontal que se va a definir, utilizando el menú emergente que aparecerá al pulsar el botón derecho del ratón sobre la representación gráfica.



Fig 15.- Menú para las particiones interiores horizontales



Se puede utilizar la generación automática de particiones horizontales cuando se quiera definir de forma automática todas las particiones que separan los espacios pertenecientes a dos plantas consecutivas: se seleccionará la planta superior y se pulsará el botón crear forjados, o bien se seleccionará la opción Forjado Automático del menú emergente anterior. Al hacerlo, se crearán muros interiores en todos los suelos de los espacios de la planta superior que estén sobre espacios de la planta inferior, muros exteriores en todos los suelos de espacios de la planta superior que no estén sobre ningún espacio de la planta inferior y finalmente se crearán muros exteriores en los techos de espacios de la planta inferior que no tengan ningún espacio de la planta superior encima. Si se utiliza la opción de forjados automáticos en la primera planta, en contacto con el terreno, se crearán cerramientos en contacto con el terreno.

Pueden distinguirse los forjados interiores, en color marrón, y los exteriores, de color gris:

Si se desea definir los forjados uno a uno, puede hacerlo a través del menú emergente anteriormente descrito, que aparece al pulsar el botón derecho del ratón sobre el espacio de trabajo, tras pulsar el botón crear forjados.

La primera operación a realizar será definir el tipo de elemento que se va a definir: suelo o techo, y más concretamente el tipo de cerramiento que será: cerramiento en contacto con el terreno, cerramiento exterior o cerramiento interior.

Una vez se ha seleccionado el tipo de elemento se puede pasar a la definición de los elementos.



Hay que distinguir dos casos a la hora de definir los suelos de los espacios: que el espacio en el que creará el suelo dé a un único espacio en la planta anterior, con lo que sólo habrá que definir un suelo en el espacio; y un segundo caso, cuando bajo el espacio haya varios espacios, con lo que habrá que definir tantos suelos como sea necesario, de manera que cada uno de los suelos que se definan conecte el espacio actual con un único espacio de la planta anterior.

El primero de los casos anteriormente descritos se definirá marcando la opción Igual al Espacio, en el menú emergente. Para definir el elemento simplemente habrá que pulsar el botón izquierdo del ratón sobre el espacio en el que se quiera crearlo.

El segundo de los casos conlleva un proceso más complicado, pues para definir cada uno de los elementos habrá que ir marcando en sentido contrario a las agujas del reloj cada uno de los vértices que van a formar parte del mismo. Los vértices que se podrán marcar son las esferas que aparecen en la representación. Cada vez que se definan todos los vértices de un elemento habrá que volver a seleccionar el tipo del próximo elemento, para indicar que se ha terminado de definir el elemento y se va a crear el siguiente. Para terminar el último elemento se utilizará el botón fin del menú emergente.

Los elementos que se definen tienen que pertenecer a un espacio. Para poder asignar el espacio al que pertenece el elemento que se define se sigue el siguiente procedimiento: si la esfera que se marca pertenece a un único espacio, éste será el que se asigne al elemento de forma automática; pero si pertenece a varios espacios aparecerá un menú emergente en el que habrá que indicar el espacio al que pertenece. Para ayudar a identificar dicho espacio al situar el puntero sobre el nombre de un espacio éste cambiará su color en la representación gráfica.



### **2.3.3.5 Crear Ventanas**

La definición de ventanas se realiza utilizando el botón Crear ventanas. Con este botón pulsado se pueden definir las ventanas en el área de dibujo: se pulsa el botón izquierdo del ratón sobre el lado del polígono del espacio donde queremos situar la ventana, y, manteniéndolo pulsado, se desplaza el puntero hasta alcanzar la anchura de la ventana; o bien, simplemente se pulsa el botón izquierdo en la posición del lado izquierdo de la ventana si tiene la anchura definida por defecto. El contorno de las ventanas que se van creando se visualiza en la representación de color azul claro.

Las ventanas que existan en las cubiertas deben definirse mediante la opción de edición de las propiedades del cerramiento.

Si se sitúa la ventana sobre un cerramiento exterior no será necesario definir éste antes de situar la ventana, ya que automáticamente, al crear la ventana se crea el muro, si no existe.

Una vez definida una ventana se pueden editar sus propiedades, seleccionándola en la vista 3D, o en el árbol, y eligiendo la opción editar. Se obtiene el formulario



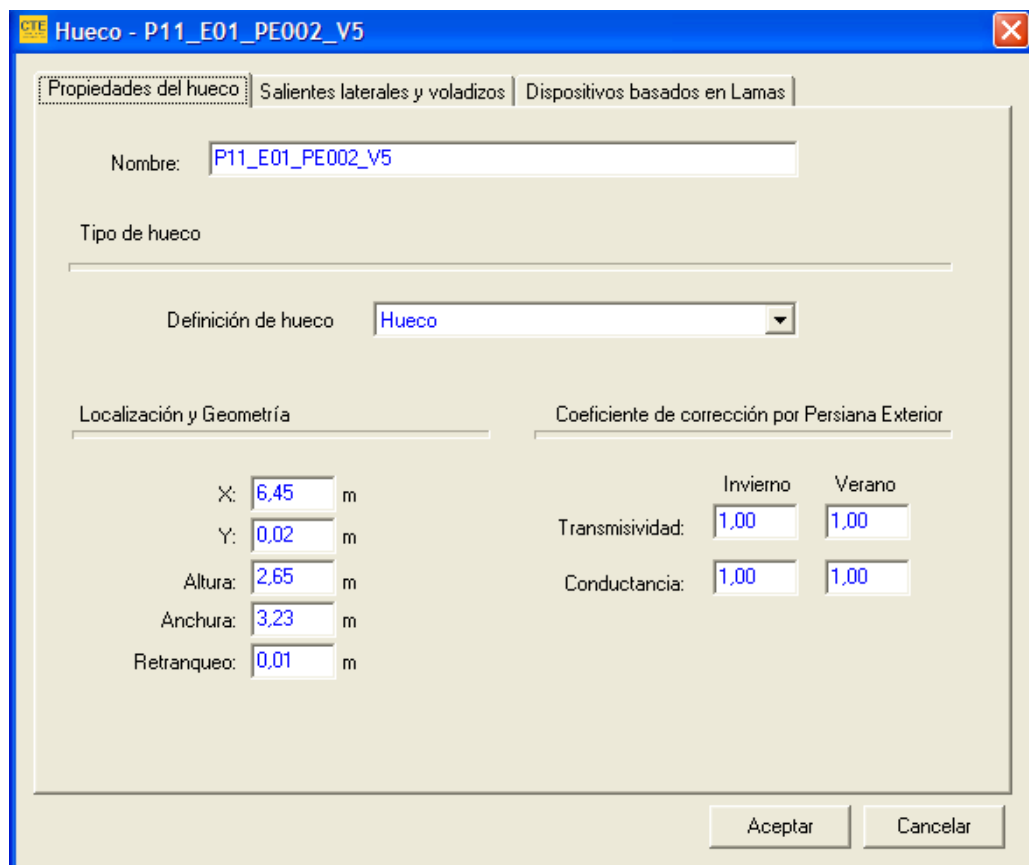


Fig16.- Edición de ventanas de los formularios de cerramientos

Se puede cambiar tanto su posición como sus dimensiones. También es posible acceder a los formularios de definición de las protecciones solares de la ventana, seleccionando las pestañas correspondientes.

Las propiedades que definen la ventana son, además del nombre, las que se indican a continuación:

➤ **X**

Distancia (m) del borde izquierdo de la ventana al borde izquierdo del cerramiento que la contiene, mirando al cerramiento desde fuera.



➤ **Y**

Distancia (m) del borde inferior de la ventana al borde inferior del cerramiento que la contiene, mirando al cerramiento desde fuera.

➤ **ALTURA**

Altura (m) del hueco de la ventana.

➤ **ANCHURA**

Anchura (m) del hueco de la ventana.

➤ **RETRANQUEO**

Distancia (m) desde el plano de la ventana al plano exterior del cerramiento que la contiene .

### **2.2.3.6 Crear Cubiertas**

Las cubiertas horizontales, se definen como otras particiones horizontales, sin más que indicar que están en contacto con el exterior.

En caso de no ser horizontales, se definen utilizando los cerramientos singulares como paso intermedio. Para ello, se necesita definir antes una serie de líneas auxiliares. Estas líneas auxiliares, denominadas Líneas 3D, servirán para definir las cumbreras de la cubierta. El proceso de definición de estas líneas auxiliares es pulsar sobre el botón izquierdo en el primer vértice de la línea y mover el cursor hasta el segundo vértice. Cada vez que se define una línea aparece una ventana que pregunta la cota absoluta de los extremos de la línea

Una vez definidas las líneas auxiliares de la cubierta, se pueden definir los distintos cerramientos que la componen. Para ello se pulsa el botón crear cerramientos



singulares, lo que hará que aparezcan en la visualización las esferas necesarias para definir los vértices de los elementos: aparecerán las esferas correspondientes a la coronación de los cerramientos, o no, en función de la opción elegida en las opciones generales de la aplicación.

Tras pulsar el botón de definición de cubiertas se irá pulsando el botón izquierdo del ratón sobre las esferas que formarán los vértices del elemento que queremos definir. La esfera sobre la que se pulse el ratón cambiará su color a verde. Los vértices deben marcarse en sentido contrario a las agujas del reloj, y la primera esfera que se marque deberá ser azul, para poder asignar el espacio al que pertenece el elemento de cubierta que se está definiendo. Si la esfera que se marca pertenece a un único espacio, éste será al que se asigne el elemento de forma automática; pero si pertenece a varios espacios aparecerá un pop-up en el que habrá que indicar el espacio al que pertenece. Para ayudar a identificar dicho espacio, al situar el puntero sobre el nombre de un espacio éste cambiará su color en la representación gráfica.

Una vez se han marcados todos los vértices del elemento, se pulsará el botón derecho del ratón, con lo que aparecerá un menú emergente (el mismo que en otros elementos): en el que se podrá iniciar la creación de un nuevo elemento o terminar el proceso utilizando la opción Fin

En las cubiertas se pueden colocar huecos (lucernarios) como en cualquier otro cerramiento exterior.



### **3. Descripción del Edificio**

A lo largo de todo este capítulo se va a realizar una descripción exhaustiva del edificio objeto de este proyecto según los distintos criterios que puedan estar relacionados con el análisis y cálculo energético que se va a desarrollar en éste.

Primero, nos centraremos en el análisis del edificio describiendo su localización y emplazamiento, zonificación y una ligera descripción del edificio y en segundo lugar la geometría del edificio a estudiar, en esta descripción incluimos tanto las características geométricas propiamente dichas, como la forma de distribución y clase de los espacios por sus diferentes usos.

Posteriormente, definiremos la envolvente térmica del edificio, factor que es muy importante a la hora de realizar el cálculo energético.

Para finalizar el capítulo, describiremos las características ocupacionales y funcionales del edificio.

#### **3.1 Análisis del Edificio**

El edificio objeto de este proyecto es de nueva construcción, por lo que entra en el ámbito de aplicación de esta sección.

##### **3.1.1 Localización y Emplazamiento**

El edificio objeto del proyecto se construirá en la provincia de Barcelona, en la Avda/Pau Claris nº 99-101. La parcela cuenta con una superficie total de 1.025 m<sup>2</sup>, de forma aproximadamente rectangular de 23,65 m x 43,32 m. La topografía del mismo es prácticamente plana.

El solar limita al norte con la parcela nº 103 de Pau Clarís, al sur con la parcela nº 97, al este con la avenida Pau Clarís, y al oeste con la explanada de Passeig de Gràcia.

Hasta este emplazamiento llegan las líneas de abastecimiento de energía eléctrica, suministro de agua, red de saneamiento y telefonía, facilitando con ello la conexión de las respectivas instalaciones del edificio objeto de este proyecto.

En la figura 17 se muestra la fachada norte del edificio, situada en la Avd/ Pau Claris, en ella podemos apreciar los edificios colidantes, así como el aspecto físico que tendrá la misma.

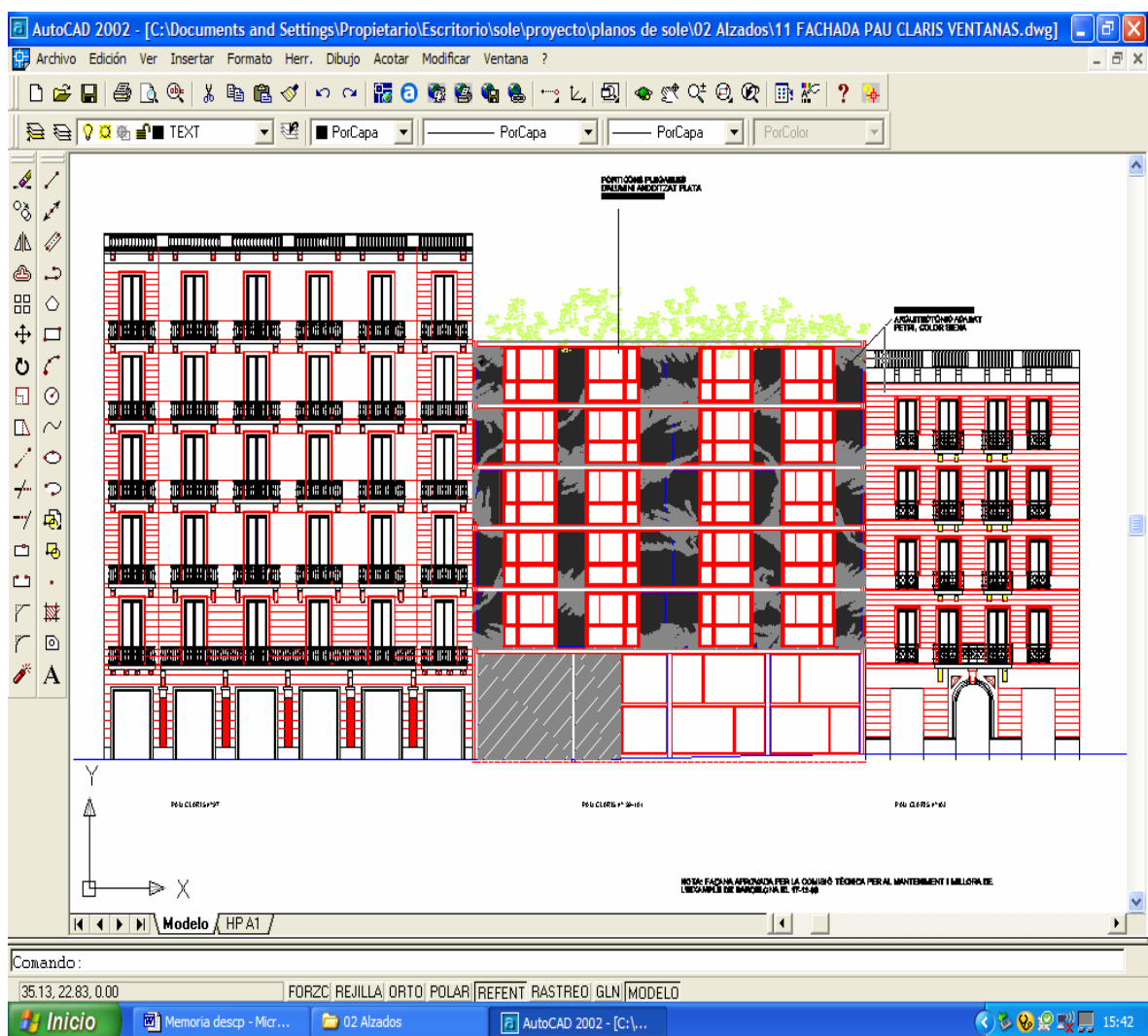


Fig 17.- Fachada norte

En la figura 18 se aprecia la fachada sur, situada en el Paisaje de Gracia

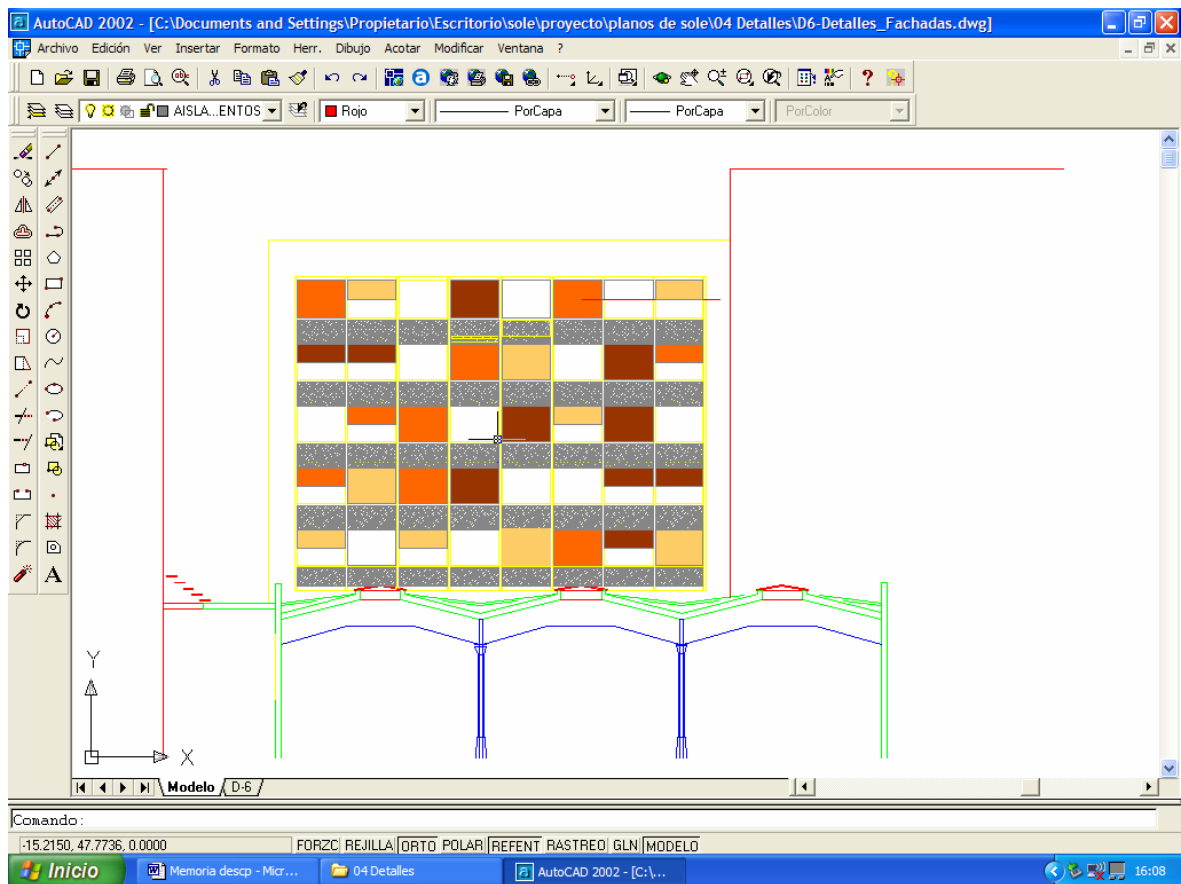


Fig 18.- Fachada sur

La vegetación colocada en elementos verticales absorbe la radiación solar y sombrea los cerramientos. Al mismo tiempo refresca el aire que circunda la envolvente, mediante la transpiración del vapor de agua.

En algunos casos los elementos estructurales y/o volumétricos tales como balcones, techos, galerías, atrios, corredores, pantallas y columnas pueden concebirse para actuar adicionalmente como protectores solares, al proyectar sombra sobre las fachadas, pero estos datos no han sido introducidos para no aminorar la demanda energética de edificio objeto.

### 3.1.2 Geometría del Edificio



El presente proyecto plantea la construcción de un edificio de nueva construcción entre medianeras, denominada FASE A de una actuación que también afecta a la edificación de un centro comercial en la explanada de Passeig de Gràcia, que se llevará acabo en una segunda fase denominada FASE B, la cual no es objeto de este proyecto.

Para situarnos en la distribución del complejo, sólo decir que se prevé la construcción de un pasaje que comunique el acceso que se encuentra en la fachada de Passeig de Gràcia con el centro comercial, el cual se construirá en un futuro, en la figura 19 puede apreciarse la FASE B, así como el detalle del pasaje.

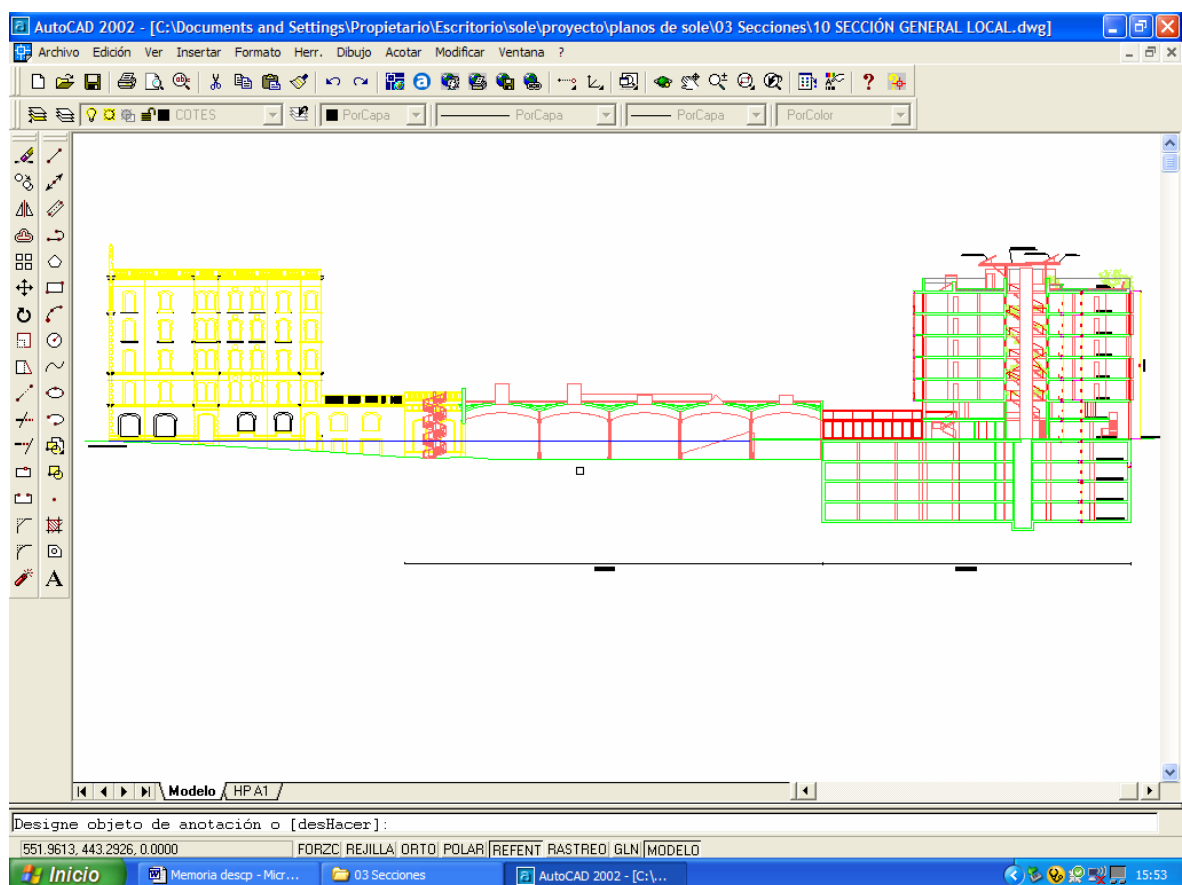


Fig 19.- Detalle del pasaje

Se trata de un bloque de once plantas, de las cuales las cuatro primeras son subterráneas y destinadas a plazas de garajes con de aproximadamente 98 plazas.



Las restantes se dividen de la siguiente manera, en la primera se sitúa el vestíbulo de acceso a las viviendas, al parking y al local comercial y la portería, en la segunda oficinas y las cinco últimas plantas están destinadas a uso residencial.

Hay pisos de 1,2 y 3 dormitorios .En todos ellos planteamos espacios delimitados por carpintería y conectadas las unas con las otras mediante puertas correderas. La cocina ,sala de estar y comedor forman un todo para coseguir conexiones visuales y funcionales entre los diferentes ámbitos.

La cubierta es plana y en ella se ubicaran los tendederos, trasteros y la maquinaria de las instalaciones.

El vestibulo de acceso tendrá luz directa del exterior a traves de un lucenario.

El edificio tiene dos accesos, el principal se encuentra en la fachada Pau Claris con una entrada para coches y motos y otra para peatones, el secundario se encuentra en la fachada de Passeig de Gràcia que será sólo para peatones.



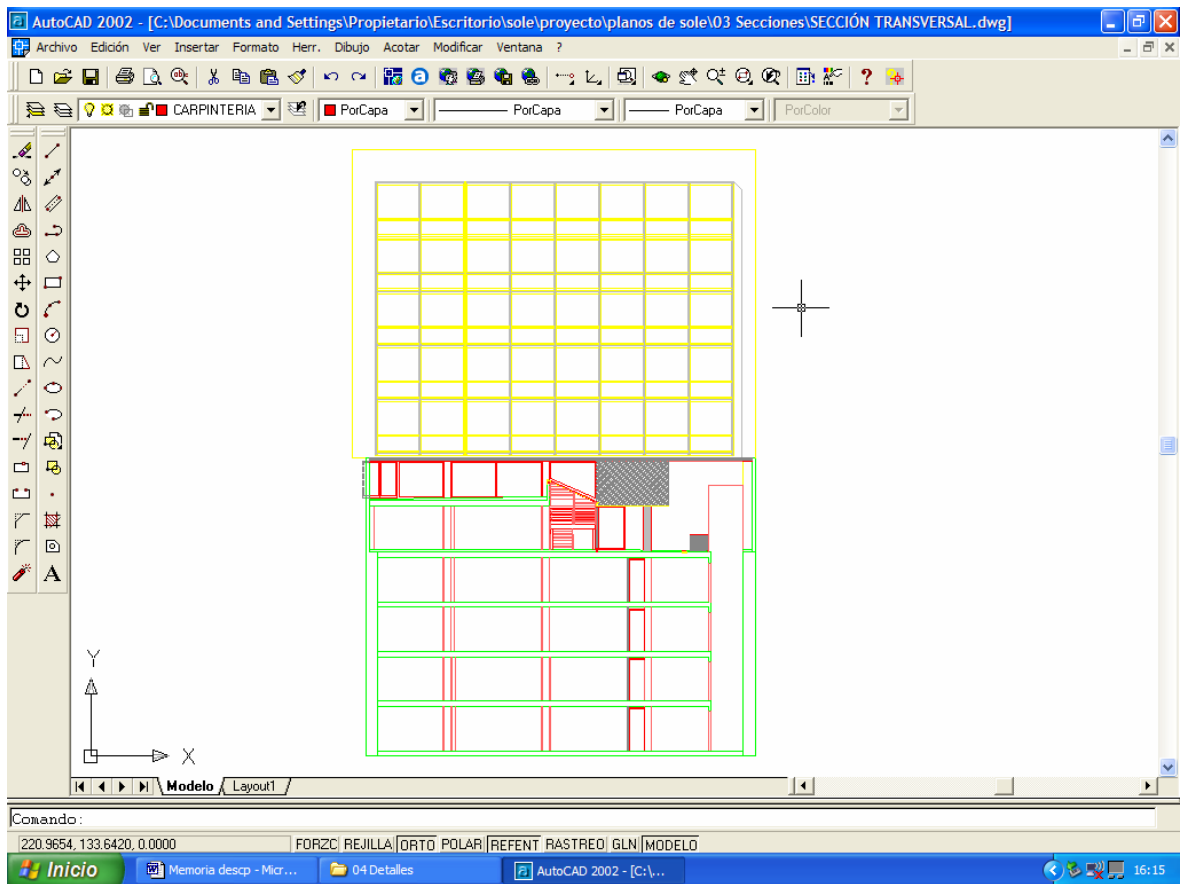


Fig 20.- Sección transversal

### 3.1.3 Zonificación

En la herramienta de calificación energética LIDER, se determinarán las zonas climáticas de las localidades mediante las severidades climáticas de invierno y verano de las mismas, es decir, a través de sus registros climáticos. La severidad climática de una localidad combina los grados – día y la radiación solar de la localidad y es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En la reglamentación se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y una para invierno.



La zona climática del edificio en estudio por estar ubicado en Barcelona es C2, según el apéndice D del CTE.

### **3.1.4 División de Espacios**

Para definir la geometría del edificio es necesario introducir tantos espacios como sean necesarios para la zona climática, orientación del edificio, sombras. Dicho de otro modo, es la zona climática y por tanto la asignación de los espacios, la que define el nivel de detalle necesario en la entrada de la geometría, por lo que no debe definirse un edificio si previamente no se conoce los datos mencionados anteriormente.

La división en espacios del edificio se ha realizado atendiendo fundamentalmente a la clasificación por usos de las diferentes zonas existentes, la cual ha sido proporcionada por el proyecto real del que se dispone. Cada una de estas zonas funcionales está provista de unos valores de acondicionamiento y horarios de funcionamiento diferentes en función de su uso.

La clasificación de los espacios según el apartado 3.1.2 del CTE, es la siguiente:

#### **➤ Habitables/ no habitables**

Las cuatro plantas subterráneas, destinadas a plazas de garajes se considera como espacios no habitables, debido a que por su uso no permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas.

La planta baja destinada a una portería y a zonas comunes de circulación en el interior del edificio, se considera como espacio habitable.



La planta altillo destinada a oficinas, se considera como espacio habitable, ya que por la densidad de ocupación de personas y por el alto tiempo de estancia se exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas.

Las cinco plantas superiores destinadas a viviendas, se consideran como espacios habitables, por su alto tiempo de permanencia en ellas.

A efectos de cálculo de la demanda energética:

- Alta/ baja carga interna.

Las cinco plantas superiores y la planta baja, se consideraran como espacios de baja carga interna, ya que en ellos se disipa poco calor.

La planta denominada altillo se considera como espacio de alta carga interna, ya que en ellos se genera gran cantidad de calor por causa de alta ocupación e iluminación.

A efectos de comprobación de limitación de condensaciones:

- Clase de higrometría.

Los espacios habitables mencionados anteriormente, de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788:2002, se consideran con clase de higrometría 3, por que no se prevé una alta producción de humedad.

La clasificación de las distintas plantas por espacios se a de realizar en función de, las distintas cargas térmicas, las distintas formas de climatización y los distintos horarios de climatización.

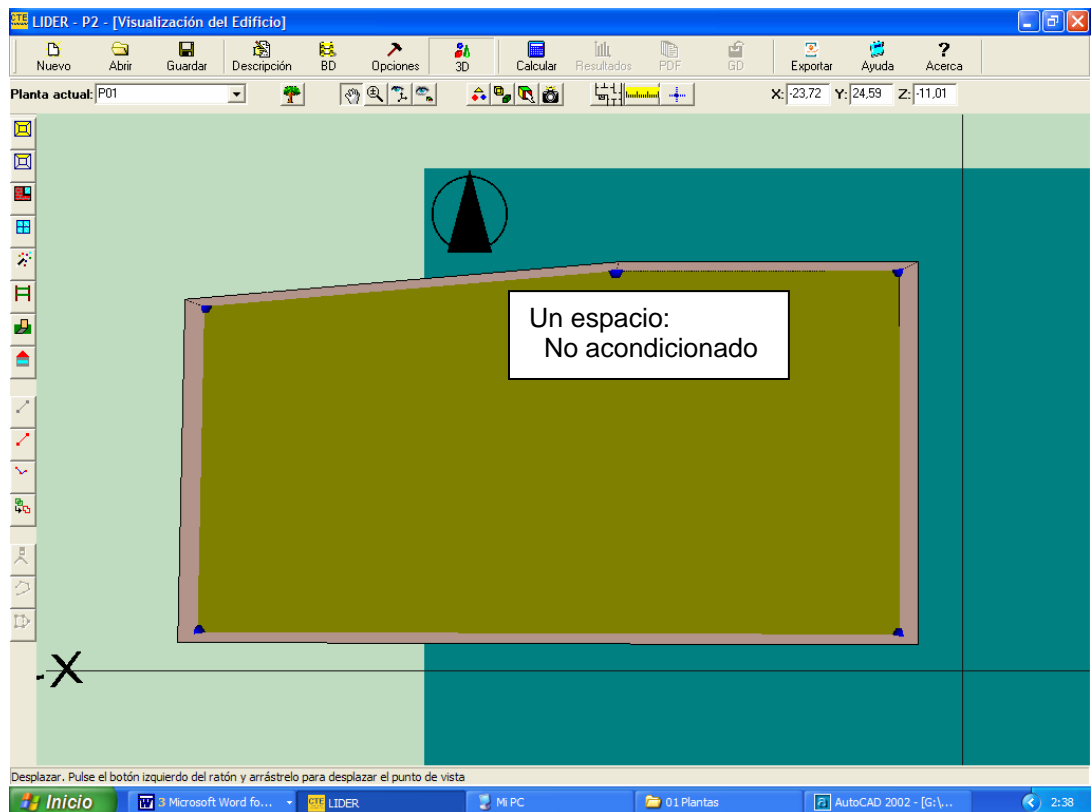
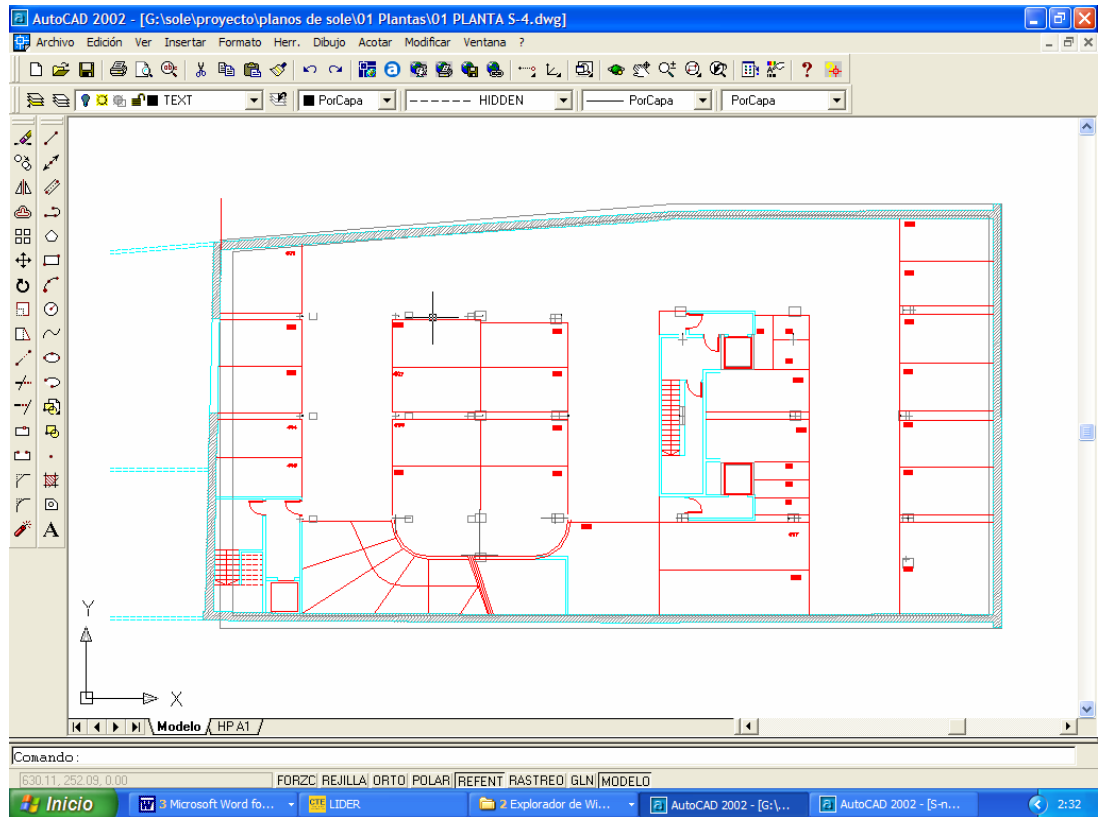


Siendo la división por el calculo tradicional de cargas térmicas el más válido, se agrupan los espacios con idénticas características funcionales que son abastecidos por el mismo sistema de acondicionamiento.

A continuación, vamos a mostrar la zonificación que se ha realizado en el edificio que estamos estudiando, para ello se van a adjuntar los planos de cada una de las plantas.

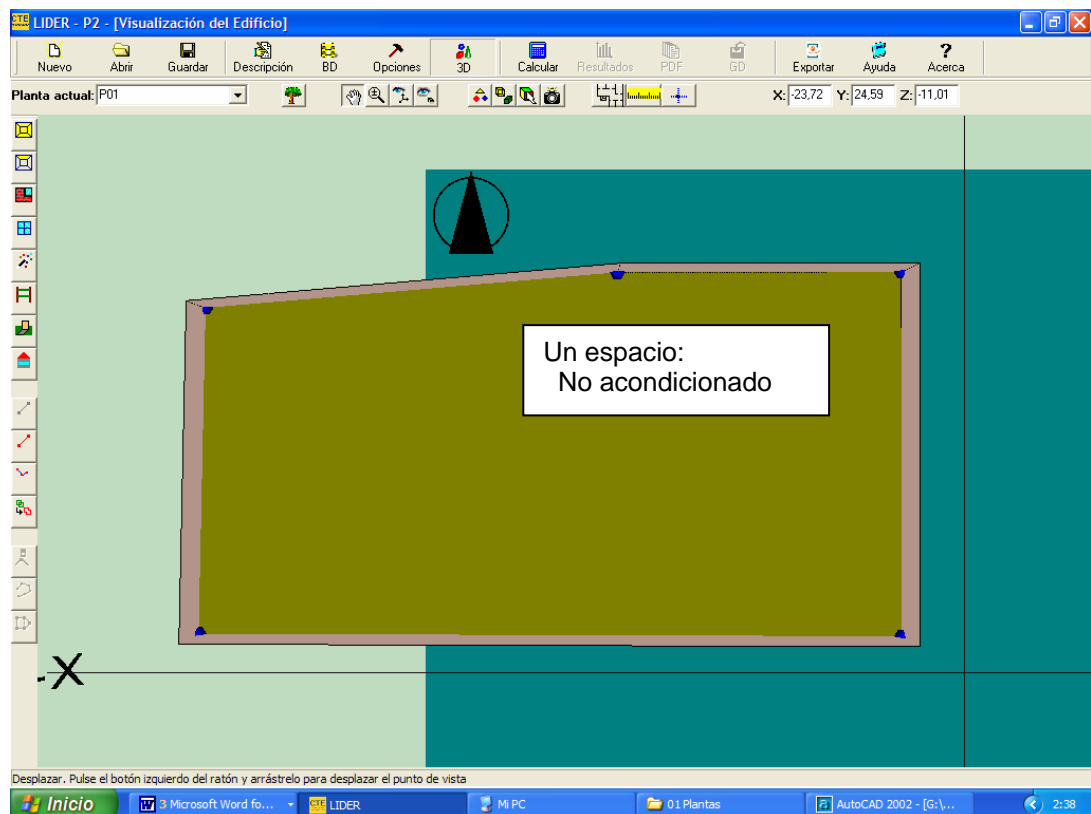
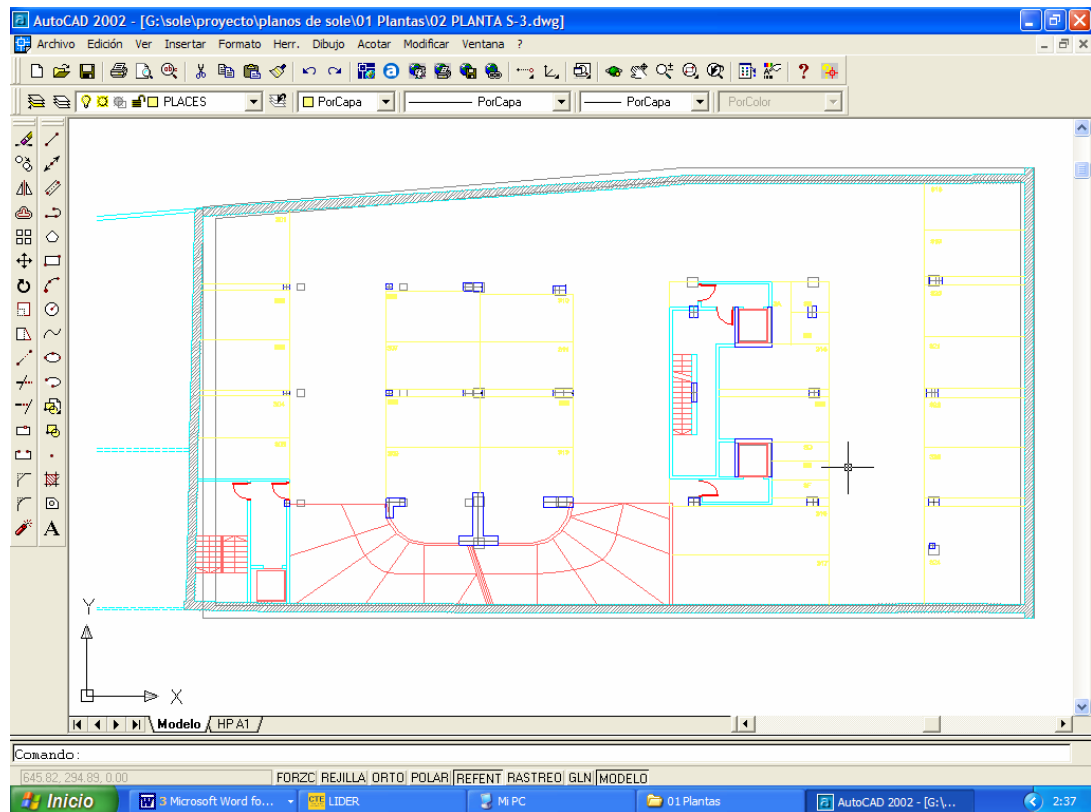


## PLANTA SUBTERRÁNEA S-4



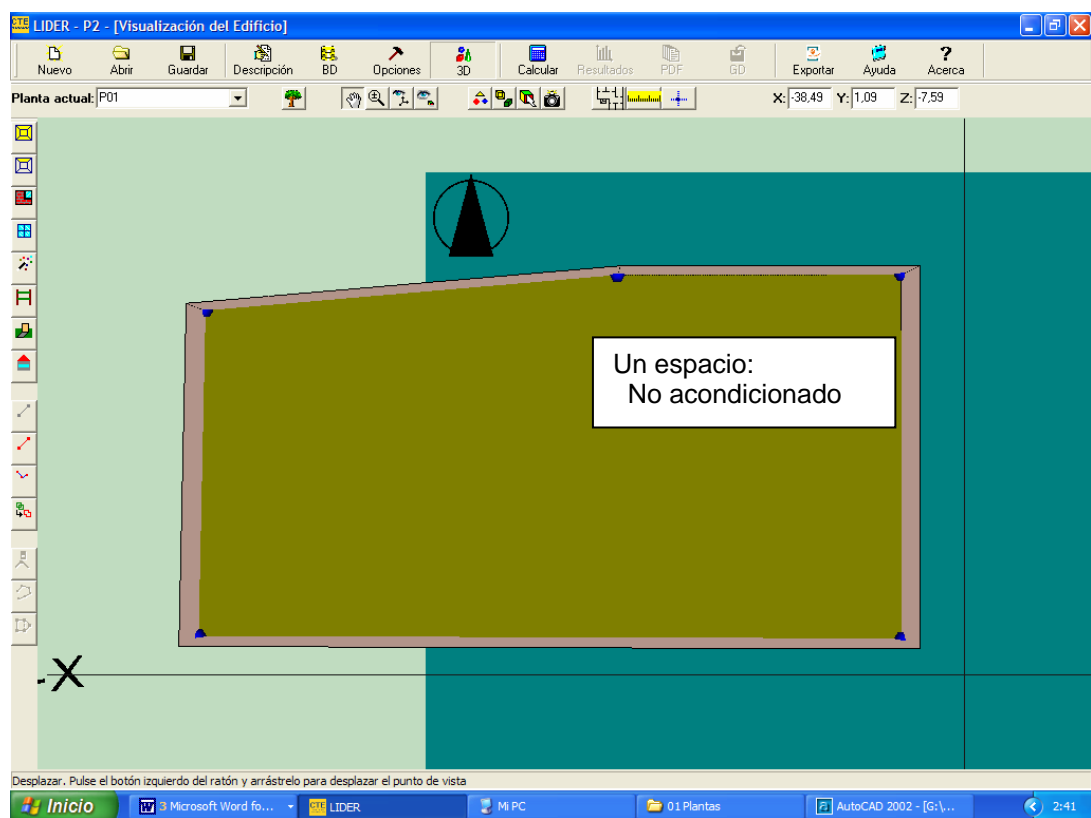
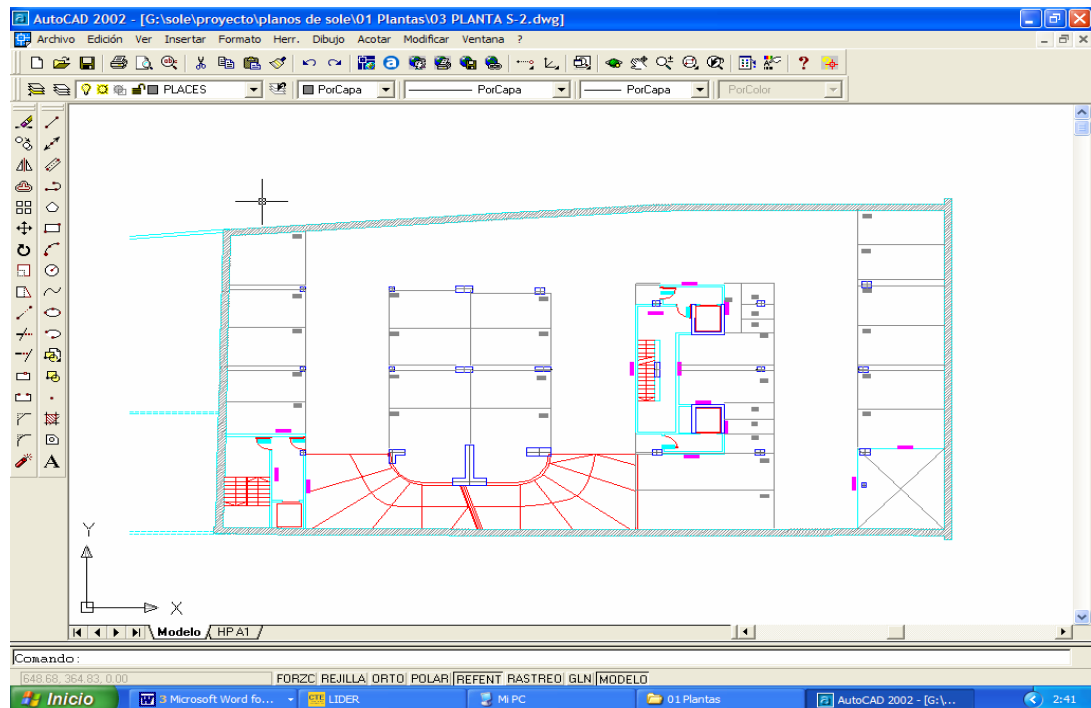


## PLANTA SUBTERRÁNEA S-3



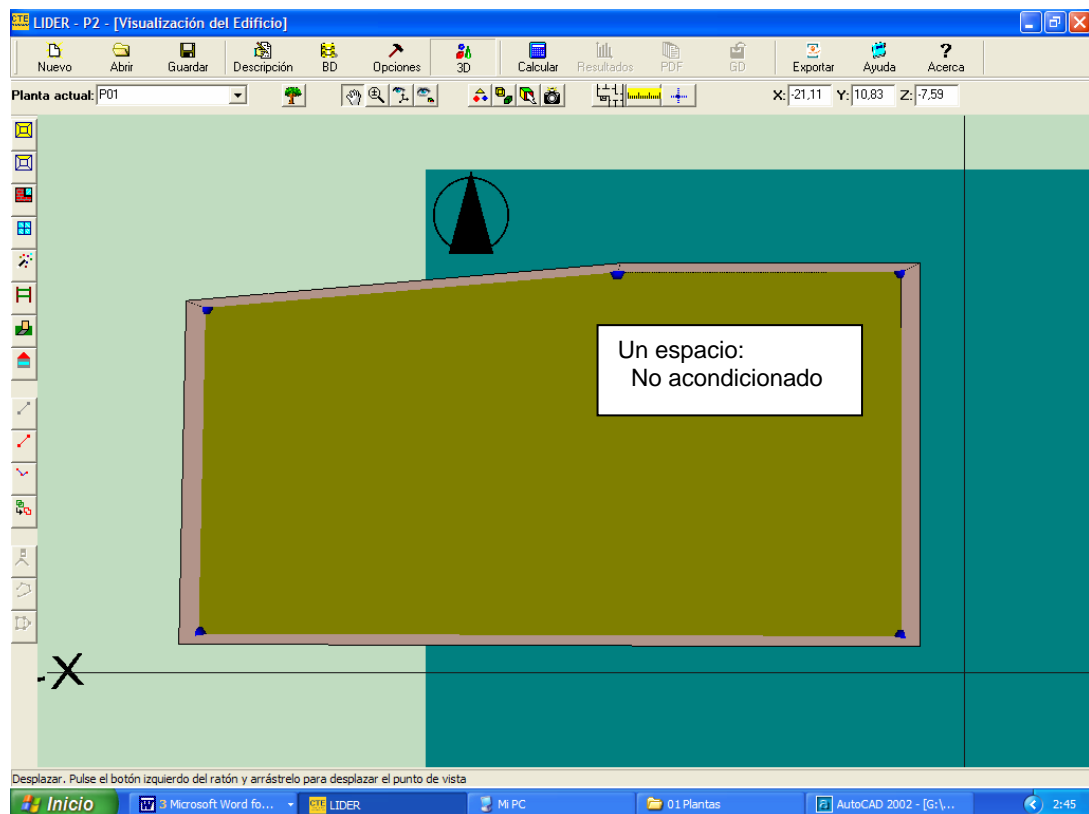
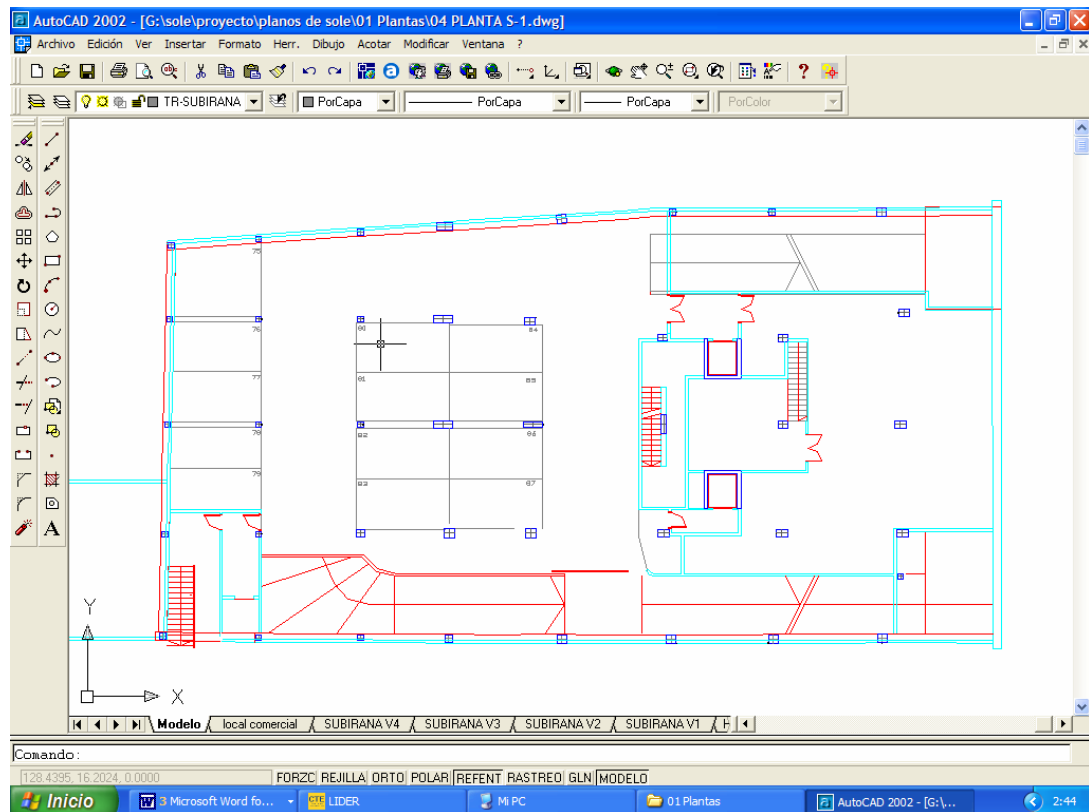


## PLANTA SUBTERRÁNEA S-2





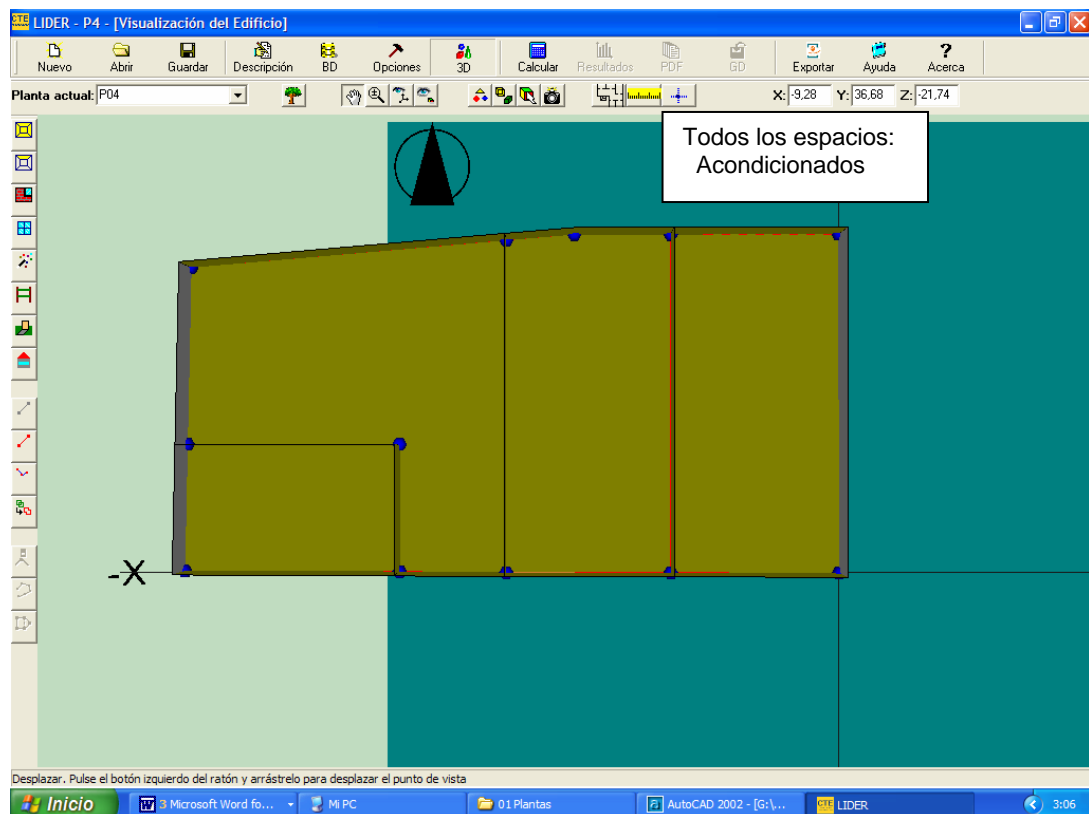
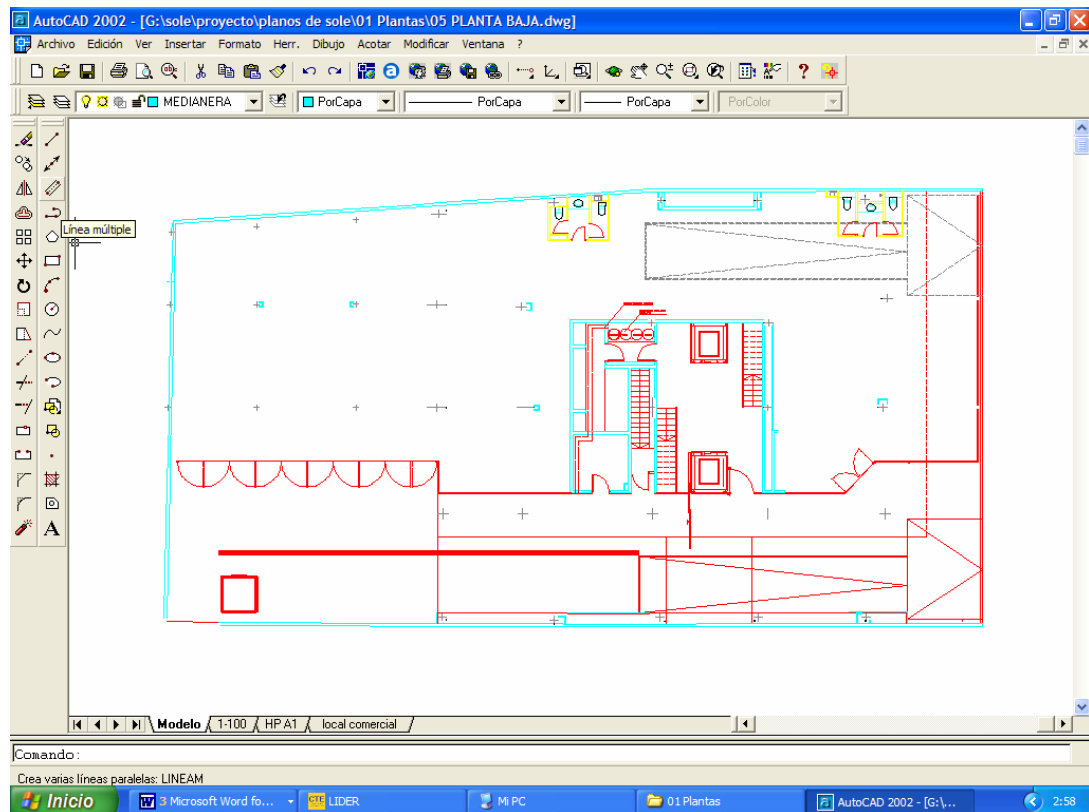
## PLANTA SUBTERRÁNEA S-1





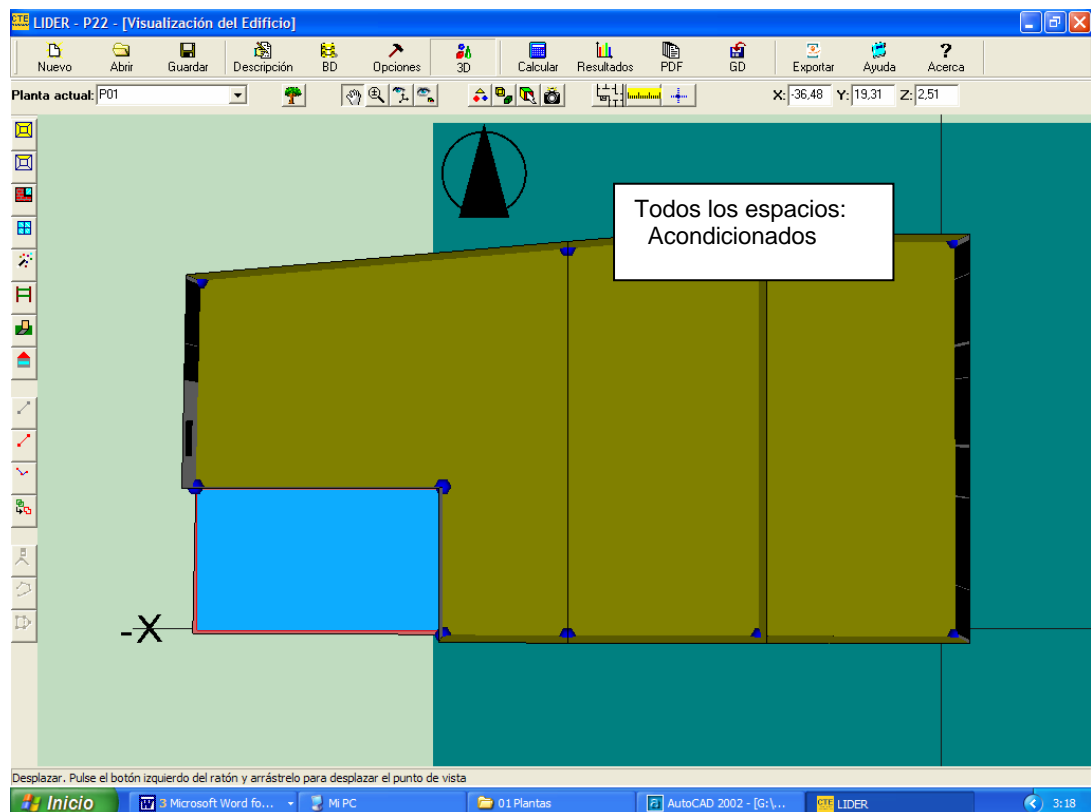
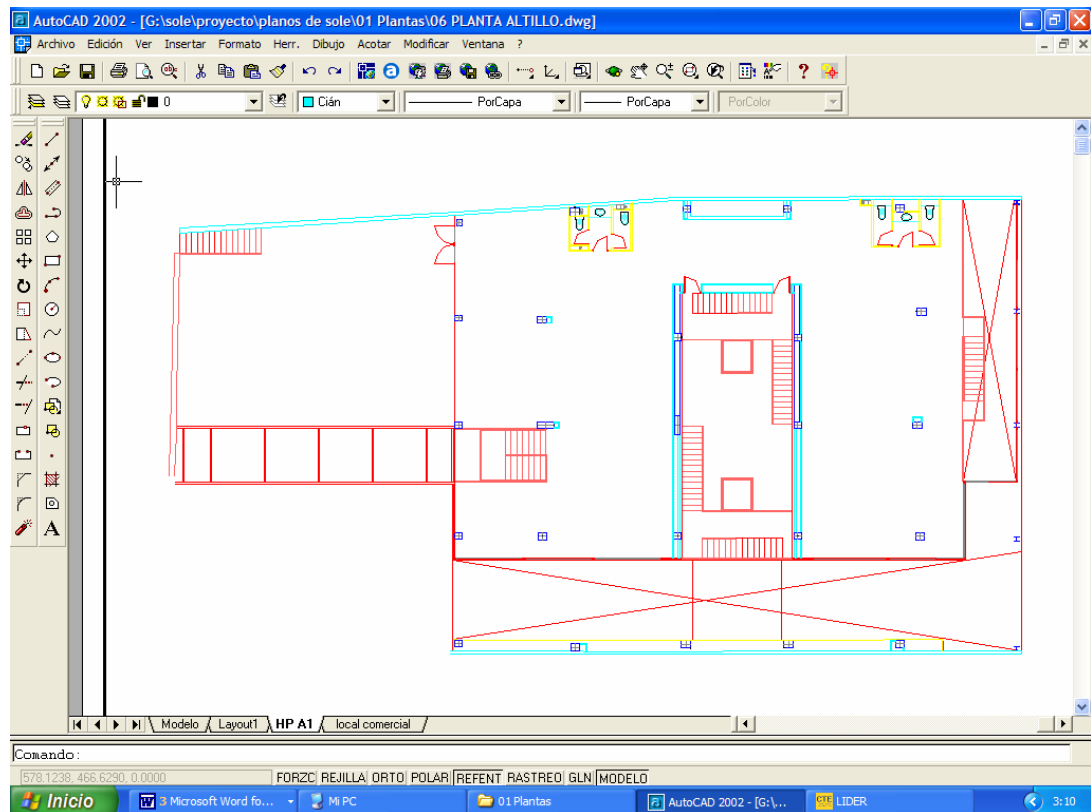


## PLANTA BAJA



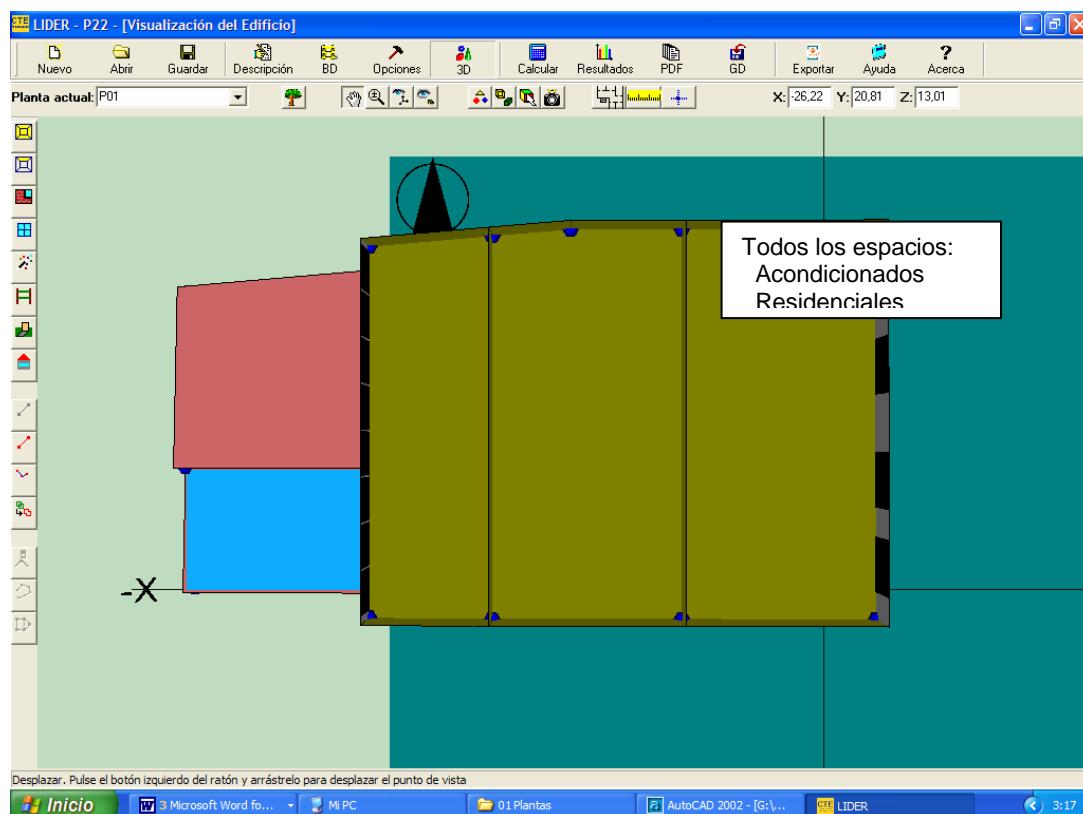
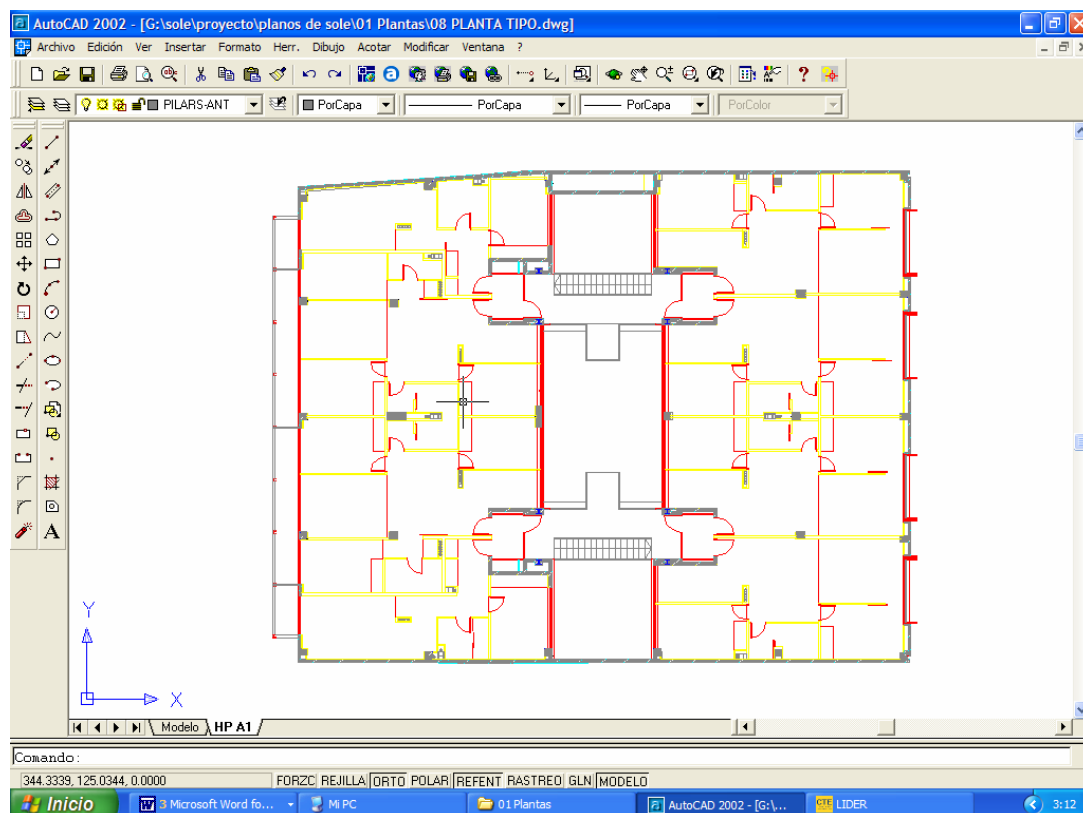


## PLANTA ALTILLO





## CINCO PLANTAS RESIDENCIALES





Veamos a continuación en la siguiente tabla, proporcionada por el documento generado por LIDER, los diferentes espacios que componen este edificio.:

Nombre	Planta	Habitabilidad	Uso	Clase Higrométrica	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E01	P1	No habitable	Nivel de estanqueidad 1	3	939,61	2,51
P02_E01	P2	No habitable	Nivel de estanqueidad 1	3	939,61	2,51
P03_E02	P3	No habitable	Nivel de estanqueidad 1	3	939,61	2,51
P04_E03	P4	No habitable	Nivel de estanqueidad 1	3	939,61	2,60
P05_E01	P5	Habitable	Intensidad Media - 8h	3	244,27	2,50
P05_E02	P5	Habitable	Intensidad Media - 8h	3	250,84	2,50
P05_E03	P5	Habitable	Intensidad Media - 8h	3	326,15	2,50
P05_E04	P5	Habitable	Intensidad Media - 8h	3	119,22	2,50
P06_E01	P6	Habitable	Intensidad Media - 8h	3	250,84	2,36
P06_E02	P6	Habitable	Intensidad Media - 8h	3	244,27	2,36
P06_E03	P6	Habitable	Intensidad Media - 8h	3	326,15	2,36
P07_E01	P7	Habitable	Residencial	3	250,79	2,70
P07_E02	P7	Habitable	Residencial	3	244,27	2,70
P07_E03	P7	Habitable	Residencial	3	153,95	2,70
P08_E01	P8	Habitable	Residencial	3	250,79	2,70
P08_E02	P8	Habitable	Residencial	3	244,27	2,70
P08_E03	P8	Habitable	Residencial	3	153,95	2,70
P09_E01	P9	Habitable	Residencial	3	250,79	2,70
P09_E02	P9	Habitable	Residencial	3	244,27	2,70
P09_E03	P9	Habitable	Residencial	3	153,95	2,70
P10_E01	P10	Habitable	Residencial	3	250,79	2,70
P10_E02	P10	Habitable	Residencial	3	244,27	2,70
P10_E03	P10	Habitable	Residencial	3	153,95	2,70
P11_E01	P11	Habitable	Residencial	3	250,79	2,70
P11_E02	P11	Habitable	Residencial	3	244,27	2,70
P11_E03	P11	Habitable	Residencial	3	153,95	2,70



El nivel de estanqueidad elegido para las plantas subterráneas es 1, por que sus componentes están perfectamente sellados y poseen pequeñas aberturas de ventilación, según el CTE.

## **3.2 Geometría**

### **3.2.1 Envolverte Edificatoria**

Para comenzar este apartado lo primero es explicar la diferencia entre envolverte edificatoria y envolverte térmica, la primera se compone de todos los cerramientos del edificio y la segunda de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

En este apartado, describiremos tanto los elementos que forman parte de las fachadas y cubiertas como de las divisiones interiores y de los forjados que, a efectos del LIDER, se consideran cerramientos exteriores los primeros y cerramientos interiores los segundos.

En primer lugar, comentaremos los cerramientos opacos y posteriormente seguiremos con los cerramientos semitransparentes. Para poder definir estos cerramientos es necesario conocer algunas de las características importantes de los materiales que lo forman: el calor específico, la conductividad, la densidad y por supuesto el espesor. Siendo sólo necesario en la opción general como parámetro característico el espesor.

A partir del conocimiento de las características de los materiales se realiza la elección de la composición de los cerramientos y con ello se calcula la transmitancia térmica que va a tener ese cerramiento. Este dato es muy importante



a la hora de calificar energéticamente el edificio, ya que de él va a depender en gran medida la influencia que el ambiente exterior va a ejercer sobre el edificio.

El concepto de transmitancia térmica no es más que la cantidad de energía que atraviesa una superficie a un determinado gradiente térmico.

### 3.2.2 Materiales

Los materiales empleados en nuestro edificio para los cerramientos opacos son:

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/Kg)
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	1,04	2170,00	1000,00	-	10
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,60	1020,00	1000,00	-	10
Betún fieltro o lámina	0,23	1100,00	1000,00	-	50000
Butadieno	0,25	980,00	1000,00	-	100000
Cámara de aire ligeramente ventilada vertical	-	-	-	0,09	-
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,57	1150,00	1000,00	-	6
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	0,30	750,00	1000,00	-	6
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,05	30,00	1000,00	-	20
Esquisto Pizarra [2000 < d < 2800]	2,20	2400,00	1000,00	-	800
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Cant	1,79	1645,00	1000,00	-	6
FR Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1,92	1740,00	1000,00	-	10
FR Entrevigado de hormigón -Canto 400 mm	2,00	1570,00	1000,00	-	10
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,30	2400,00	1000,00	-	80
Hormigón armado d > 2500	2,50	2600,00	1000,00	-	80
Mármol [2600 < d < 2800]	3,50	2700,00	1000,00	-	10000
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,41	900,00	1000,00		10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,55	1125,00	1000,00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1,80	2100,00	1000,00	-	10
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,03	40,00	1000,00	-	1
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,04	40,00	1000,00	-	1
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,25	825,00	1000,00	-	4



Polietileno baja densidad [LDPE]	0,33	920,00	2200,00	-	100000
Silex [2600 < d < 2800]	2,60	2700,00	1000,00	-	10000
Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 m	0,22	670,00	1000,00	-	10

Los materiales empleados en nuestro edificio para los cerramientos semitransparentes son:

<b>VIDRIOS</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Coef. global (W/m²K)</b>	<b>Factor solar</b>	<b>Just.</b>
Horizontal_DB1_4-12-331	4+12+6	2,60	0,70	SI
Vertical_DB2_4-12-331	4+12+6	1,80	0,70	SI
Vertical_DC_4-12-331	4+12+6	2,80	0,75	SI

Denominamos Factor Solar al cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

<b>MARCOS</b>	<b>Coef. global (W/m²K)</b>
Horizontal _ con rotura de puente térmico mayor de 12 mm	3,50
Vertical _ con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	4,00

Siendo el coeficiente global de transferencia, la transmitancia térmica del marco.



### 3.2.3 Composición de los Cerramientos

#### 3.2.3.1 Cerramientos Opacos

Los cerramientos opacos son elementos de ganancia directa ya que actúan como colectores y sus funciones en este sentido son :

- Captación de la radiación solar
- Acumulación y desfase de la energía térmica
- Transferencia del calor al interior de la vivienda.

En la captación de la radiación solar hay que considerar la latitud, orientación e inclinación del muro, pero ante todo hay que considerar el coeficiente de absorción o absorptancia de la superficie expuesta a la radiación solar, la que cuanto mayor sea esta, mayor será la cantidad de energía absorbida por el muro.

En lo referente a la acumulación y desfase de la energía térmica, hay que tener en cuenta el espesor del muro y los materiales constructivos empleados con sus características, sobre todo la conductividad térmica de cada tipo de material.

En cuanto a la transferencia de calor, aunque esta siempre se realice por los métodos normales de conducción, convección y radiación, la que tiene más importancia es la convección.

A continuación se relacionan los distintos cerramientos exteriores de los que se compone el edificio.

**Muro exterior.** Este es un tipo de cerramiento que lo poseerán todas las paredes verticales que estén en contacto directo con el ambiente exterior . El valor del coeficiente global de transferencia (U) es de  $0,56 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .





	U (W/m <sup>2</sup> K)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Material	Espesor (m)
<b>FACHADA</b>	0,56	0,00	Mortero de cemento o cal para albañilería 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 /[mK]] Cámara de aire ligeramente ventilada vertical Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 m Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020 0,260 0,020 0,020 0,000 0,120 0,020

**Medianera.** Este cerramiento lo poseerán todas las paredes verticales que estén en contacto con los cerramientos de los edificios colindantes. El valor del coeficiente global de transferencia (U) es de 0,63 W/m<sup>2</sup>°C.

	U (W/m <sup>2</sup> K)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Material	Espesor (m)
<b>Medianera</b>	0,63	0,00	Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900 Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,020 0,020



			1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0,175
			EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,040
			1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0,175
			Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,020
			Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020

**Muro en contacto con el terreno.** Corresponde a las paredes verticales en contacto directo con el terreno . El valor del coeficiente global de transferencia (U) es de 2,29 W/m<sup>2</sup>°C.

	U (W/m <sup>2</sup> K)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Material	Espesor (m)
<b>Subterráneo</b>	2,29	0,00	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020
			Hormigón armado 2300<d<2500	0,450
			Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020

**Tabaquería interior.** Este tipo de cerramiento corresponde a todas aquellas paredes interiores verticales que determinan cómo se distribuyen las diferentes zonas del edificio en el plano vertical, por lo que no está en contacto con el ambiente exterior. El valor del coeficiente global de transferencia (U) es de 1,45 W/m<sup>2</sup>°C.



	U (W/m²K)	Peso (kg/m²)	Material	Espesor (m)
<b>Interior</b>	1,45	0,00	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020
			Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 m]	0,100
			Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020

**Suelo en contacto con el terreno.** Cerramiento que corresponde al suelo de la última planta subterránea que está en contacto directo con el terreno . El valor del coeficiente global de transferencia (U) es de 2,79 W/m²°C.

	U (W/m²K)	Peso (kg/m²)	Material	Espesor (m)
<b>Losa</b>	2,79	0,00	Hormigón armado d>2500	0,300
			Polietileno baja densidad [LDPE]	0,020
			Silex [2600<d<2800]	0,020

**Suelos interiores.** Estos cerramientos hacen referencia al suelo de unas zonas que unen éstas con otras, por lo que no está en contacto directo con el ambiente exterior . El valor del coeficiente global de transferencia está indicado en las distintas tablas:

	U (W/m²K)	Peso (kg/m²)	Material	Espesor (m)
<b>P subterráneas</b>	2,63	0,00	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020
			FR Entrevigado de hormigón aligerado Cant	0,250



			Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020
--	--	--	----------------------------------	-------

	U (W/m²K)	Peso (kg/m²)	Material	Espesor (m)
<b>P baja</b>	0,47	0,00	Mármol [2600 < d < 2800]	0,020
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,020
			FR Entrevigado de hormigón aligerado Cant	0,250

	U (W/m²K )	Peso (kg/m²)	Material	Espesor (m)
<b>P superior</b>	2,02	0,00	Mármol [2600 < d < 2800]	0,020
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,030
			FR Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,030
			Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020

**Suelos en contacto con el exterior.** Este tipo de cerramiento se encuentra situado en la cubierta de nuestro edificio, por lo que hace referencia a todos los techos en contacto con el ambiente. El valor del coeficiente global de transferencia (U) es de 0,37 W/m²°C.



	U (W/m²K)	Peso (kg/m²)	Material	Espesor (m)
<b>Cubierta</b>	0,37	0,00	Esquisto Pizarra [2000 < d < 2800]	0,020
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,020
			MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,040
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,020
			EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,040
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,020
			Betún fieltro o lámina	0,040
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,020
			FR Entrevigado de hormigón -Canto 400 mm	0,400
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,020
			Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020

### 3.2.3.2. Cerramientos Semitransparentes

Los cerramientos semitransparentes son los elementos más característico de ganancia directa ya que permite a la radiación solar incidir directamente en el espacio que se quiere calentar.



También es un medio para intercambiar calor con el exterior, produciéndose el intercambio en ambos sentidos, aunque siempre es mayor la ganancia que las pérdidas, ya que el vidrio es transparente a la radiación solar y opaco a la radiación térmica, por lo que parte de esta energía solo se pierde por radiación al exterior pero no por transmisión directa.

Los factores que mas influyen en la cerramientos semitransparentes son:

- El medio ambiente exterior, que impone la duración real del sol que incide en el interior del edificio.
- La orientación que, además de determinar la duración del sol, determina también la distribución anual y diurna de la radiación incidente,
- El tipo de acristalamiento, que determina la fracción de energía solar incidente que es transmitida al interior.
- La arquitectura del edificio que contiene la ventana, es decir, si existen voladizos o balcones que, entre otras cosas, sirven para regular la entrada del sol a lo largo del año, tamaño de la ventana según orientación del edificio...

El edificio objeto tiene la peculiaridad de tener en sus fachadas numerosos ventanales, lo cual plantea un problema en la optimización ya que debido al gran tamaño de la ventanas se producen unas determinadas ganancias y/o pérdidas térmicas en invierno y/o verano lo que incide en los consumos de energía en climatización y/o refrigeración.

Para LIDER tiene consideración de hueco cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

A continuación se muestran los diferentes tipos de huecos existentes en el edificio, mostrando su composición ( vidrio y marco utilizado), el porcentaje de hueco usado por el marco, que no es mas que la fracción del área total de la ventana ocupada por el marco, así como su permeabilidad, propiedad que nos indica la capacidad de dejar pasar al aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial.



HUECOS	Vidrio	Marco	% Hueco	Permeabilidad m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> a 100Pa)
Ventanas (Hueco)	Vertical_DB2_4-12-331	Vertical_Con rotura de puente térmico	10,00	27,00
Lucernario (Hueco_1)	Horizontal_DB1_4-12-331	Horizontal_Con rotura de puente térmico	10,00	27,00

La permeabilidad de los cerramientos semitransparentes se limita en función del clima de la localidad en que se ubican, como el edificio objeto se encuentra en la ciudad de Barcelona, zona climática C, la permeabilidad de los mismos es de 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, según el CTE.

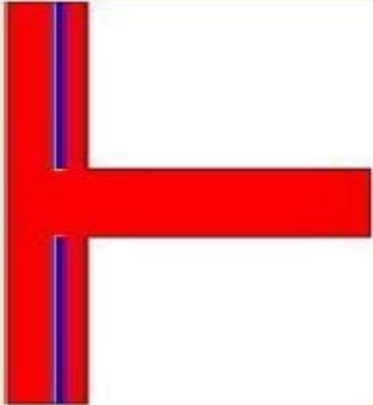
### 3.2.3.3 Puentes Térmicos

Otro parámetro característico a introducir son los puentes térmicos, zonas de la envolvente térmica del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio de espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con distinta conductividad, etc, lo que conlleva a una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos.

Los puentes térmicos seleccionados para nuestro edificio se muestran a continuación:

## Puentes térmicos de los forjados

**Forjado**

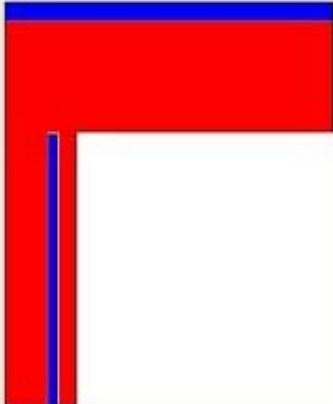


Nombre

$\Psi$   W/(mK)

f

**Esquina horizontal saliente**

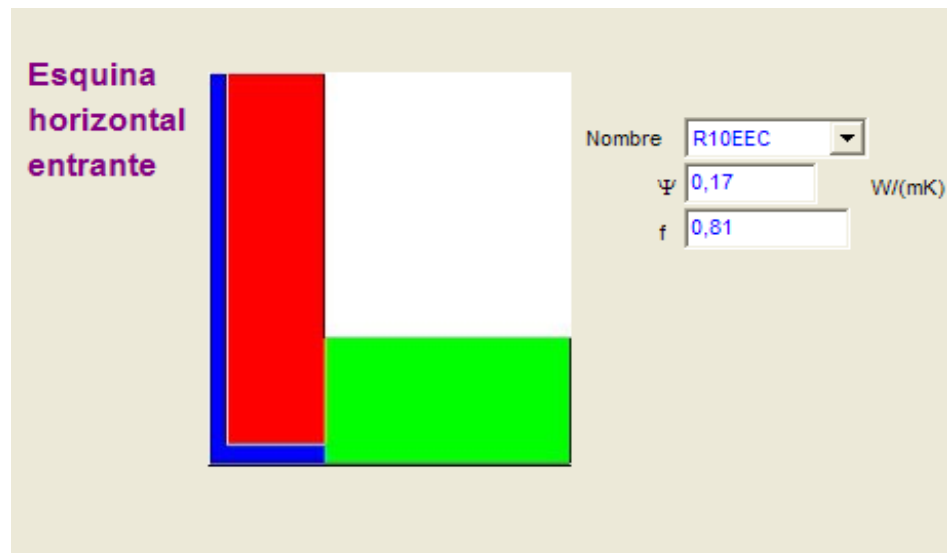


Nombre

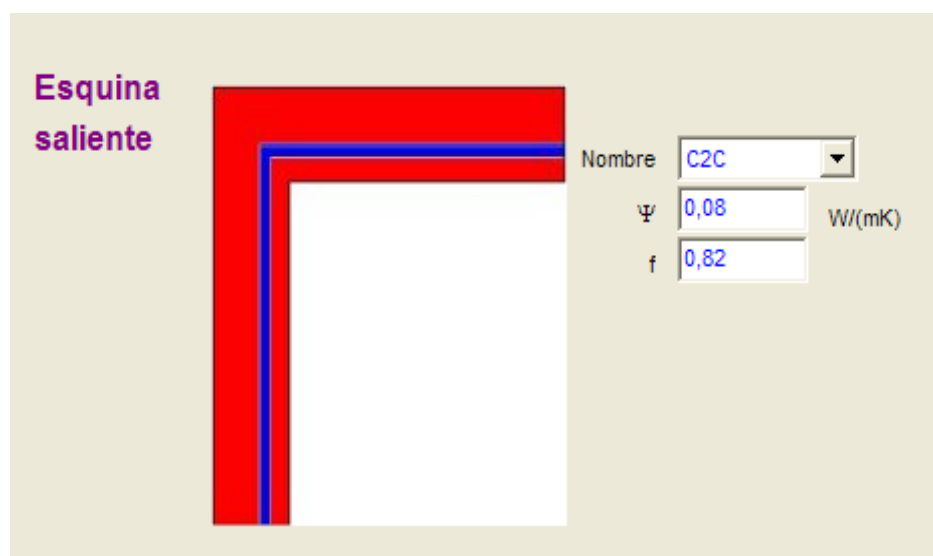
$\Psi$   W/(mK)

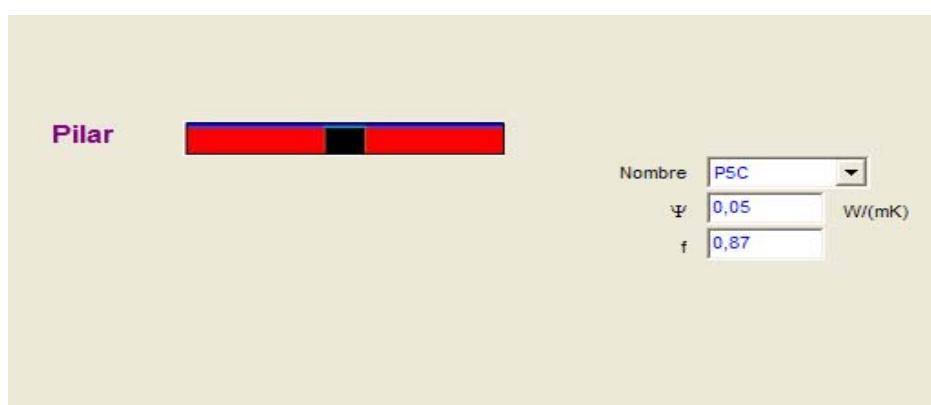
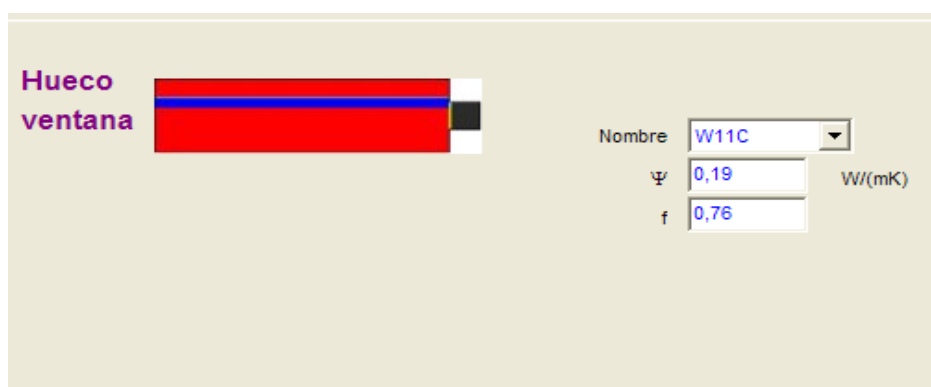
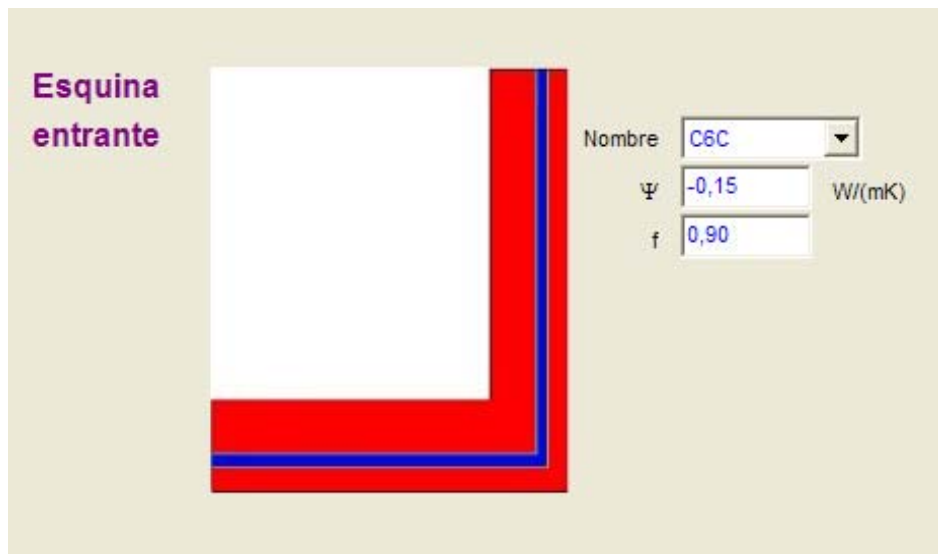
f



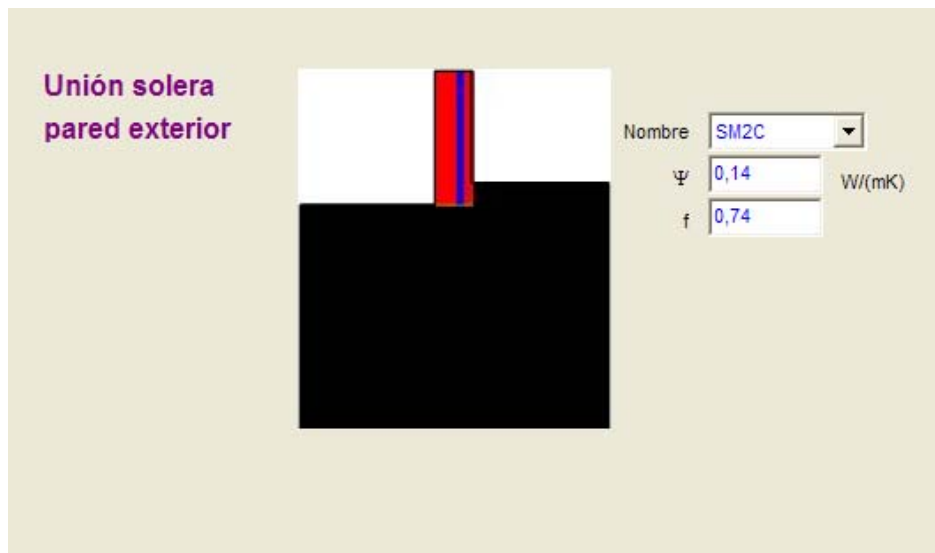


### Puentes Térmicos de los Cerramientos Verticales





## Puentes Térmicos de los muros en Contacto con el Terreno



Una vez introducido todos los parámetros característicos y realizada la geometría 3D edificio, el ultimo paso consiste en calcular, el cual explicaremos en el capítulo anterior por su interés.

### 3.3 Verificación de la Exigencia

Una vez introducido el edificio, pulsando en el botón Cálculo de la barra de herramientas, se procede al cálculo del edificio. Se inicia el motor de cálculo de la demanda energética para el edificio objeto y el de referencia. Al finalizar el proceso se muestra una pantalla como la reproducida en la siguiente figura:

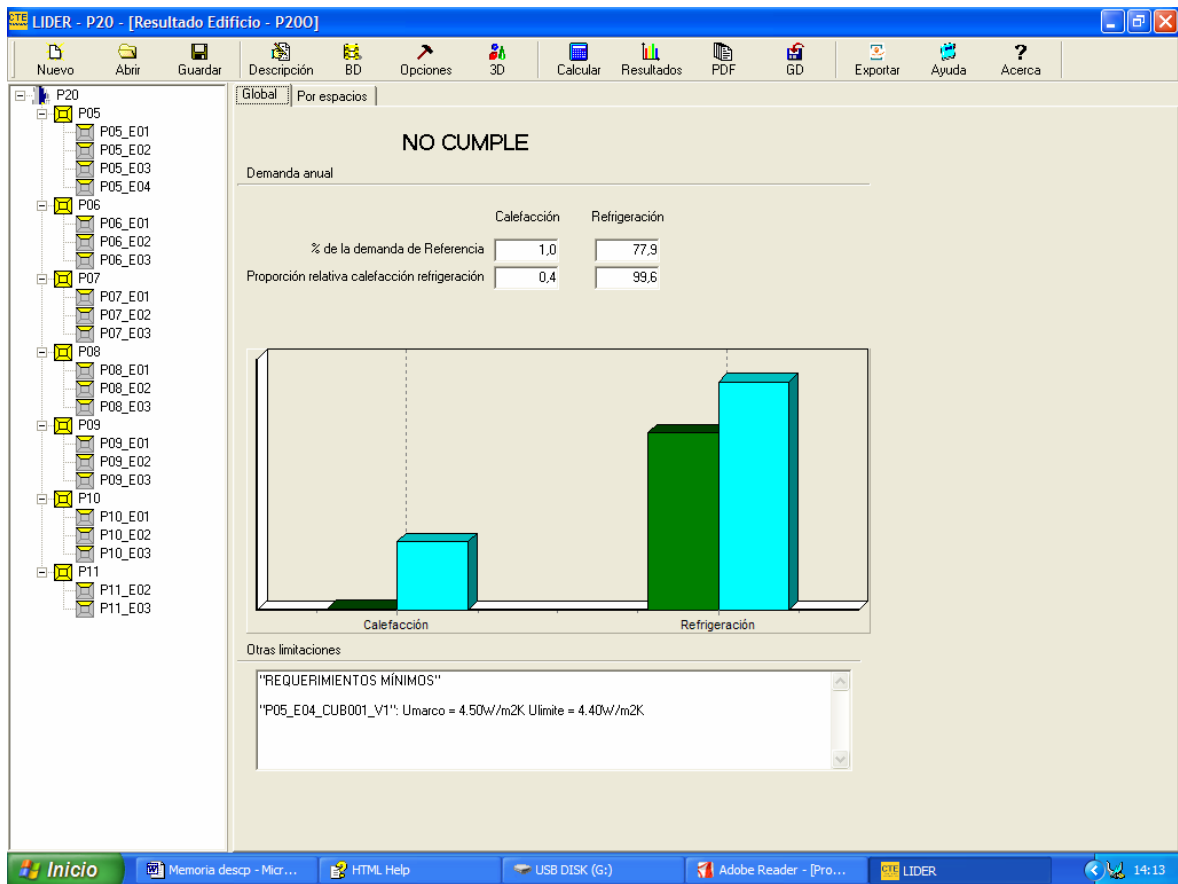


Fig 21.- Resultado Global

Tras calcular el edificio, se muestra la comparación entre la demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto con el de referencia, en porcentaje y en un diagrama de barras. En el ejemplo que se ilustra, se comprueba que ambas demandas de calefacción y refrigeración son menores que las del edificio de referencia, luego el ejemplo, en principio, cumpliría la normativa. La barra es de color azul para el edificio de referencia, y para el edificio objeto es de color verde si su demanda es menor que la del edificio de referencia o de color rojo si es mayor.

Además se muestra la importancia relativa de la calefacción y la refrigeración, de forma que la suma es 100. Si una de las demandas fuese inferior al 10% de la otra no se tendría en cuenta para la verificación de la normativa.

En la parte inferior del formulario, si procede, aparecen otras limitaciones impuestas por el CTE-HE1, que no se cumplen en el edificio objeto. En este caso hay



problemas en los valores máximos de las transmitancias térmicas de los cerramientos que se listan en el cuadro de texto; por tanto, a pesar de tener una demanda inferior a la de referencia, el edificio no cumpliría con el CTE-HE1.

También decir que la pestaña denominada por espacios nos ofrece información detallada sobre los resultados para cada espacio del edificio, esta pestaña tiene especial interés si el edificio no cumpliera con la normativa.

Espacios	m²	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P05_E01	363,5	1	0,0	0,0	12,2	174,4
P05_E04	119,2	1	100,0	0,6	21,0	14,4
P06_E01	821,3	1	0,0	0,0	20,4	109,7
P07_E01	649,0	1	0,0	0,0	21,0	113,3
P08_E01	649,0	1	0,0	0,0	26,6	113,7
P09_E01	649,0	1	0,0	0,0	22,3	118,7
P10_E01	649,0	1	0,0	0,0	0,0	174,3
<b>Total</b>	<b>3900,0</b>	<b>1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>41,8</b>	<b>106,8</b>

Fig 22.-. Resultado por espacios

Además de la superficie de cada espacio y el número de veces que se repite (caso de haber utilizado multiplicadores en las plantas) se muestran, tanto para calefacción como para refrigeración:

El porcentaje del máximo valor hallado entre todos los espacios. El espacio con mayor demanda aparece con el número 100; el resto con el porcentaje respecto al



valor máximo. Esta columna ayuda a localizar los espacios que mayor contribución tienen a la demanda.

El porcentaje de la demanda respecto a la de referencia. Como para el edificio completo, un valor superior a 100 indica una demanda superior a la de referencia.

### **3.3.1. Visionado del Informe e Impresión de Resultados**

Una vez obtenidos los resultados, puede verse el informe de la verificación del cumplimiento de la normativa pulsando el botón PDF de la barra de herramientas. Se inicia el Acrobat Reader y se muestra en pantalla el informe que servirá como justificación administrativa del cumplimiento de la normativa.

El informe contiene en cada una de sus páginas un número de control único para cada informe que se emite, con la idea de impedir que se impriman páginas sueltas para sustituir otras de una versión anterior.

La autoridad encargada de la verificación administrativa, dispondrá de un programa que compruebe que el código se corresponde con el contenido del archivo del informe.

## 4. Análisis Energético

En este apartado que se muestra a continuación, se va a exponer tres de los resultados que se han obtenido mediante el LIDER, una vez introducido el edificio objeto de estudio, que en nuestro caso se trata de un edificio multifuncional, el cual ya hemos descrito en el capítulo anterior.

En primer lugar se va a mostrar los resultados de la introducción de la definición geométrica realizada planta a planta y de abajo a arriba. Posteriormente se va a mostrar los resultados obtenidos mediante el proceso unión de espacios y finalmente los obtenidos por la opción de multiplicador de espacios.

A continuación se muestra la geometría 3D resultante de la introducción en el LIDER del edificio objeto.

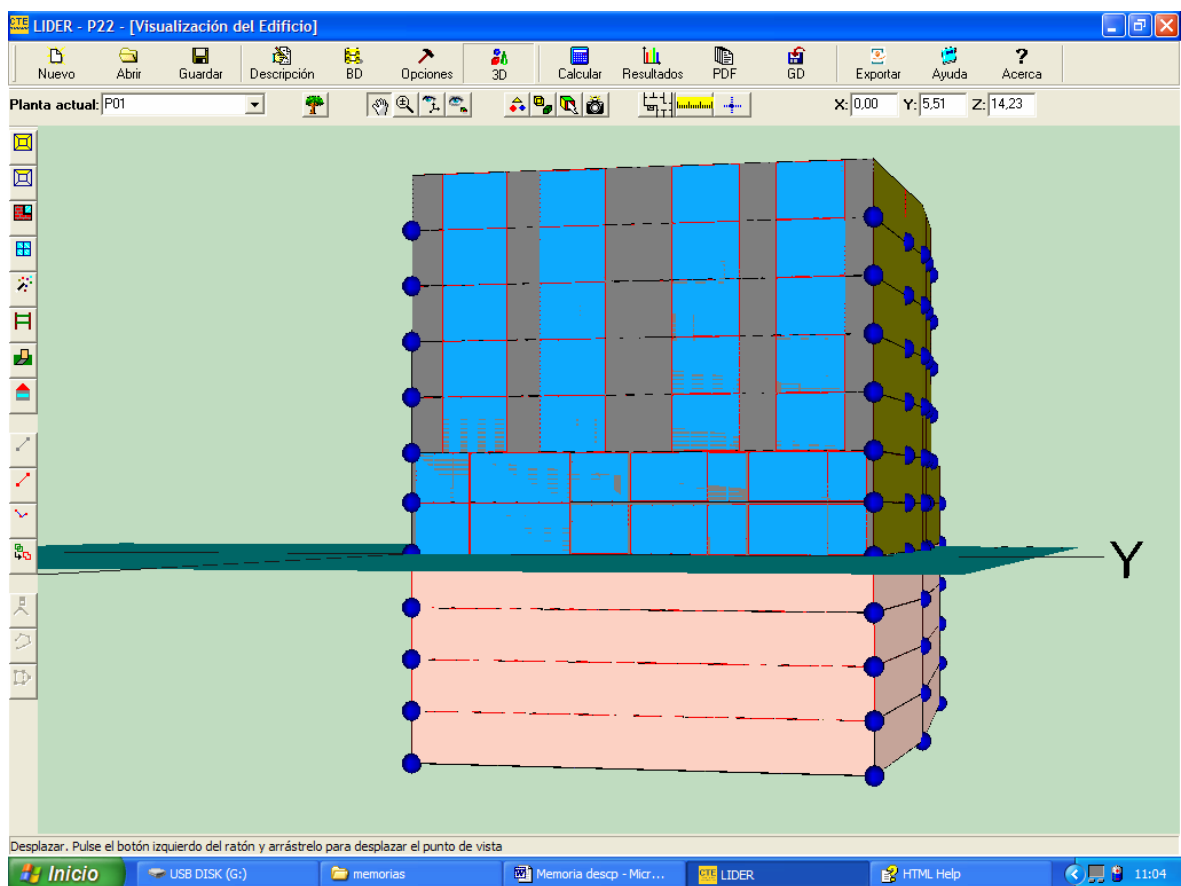


Fig 23.- Fachada norte

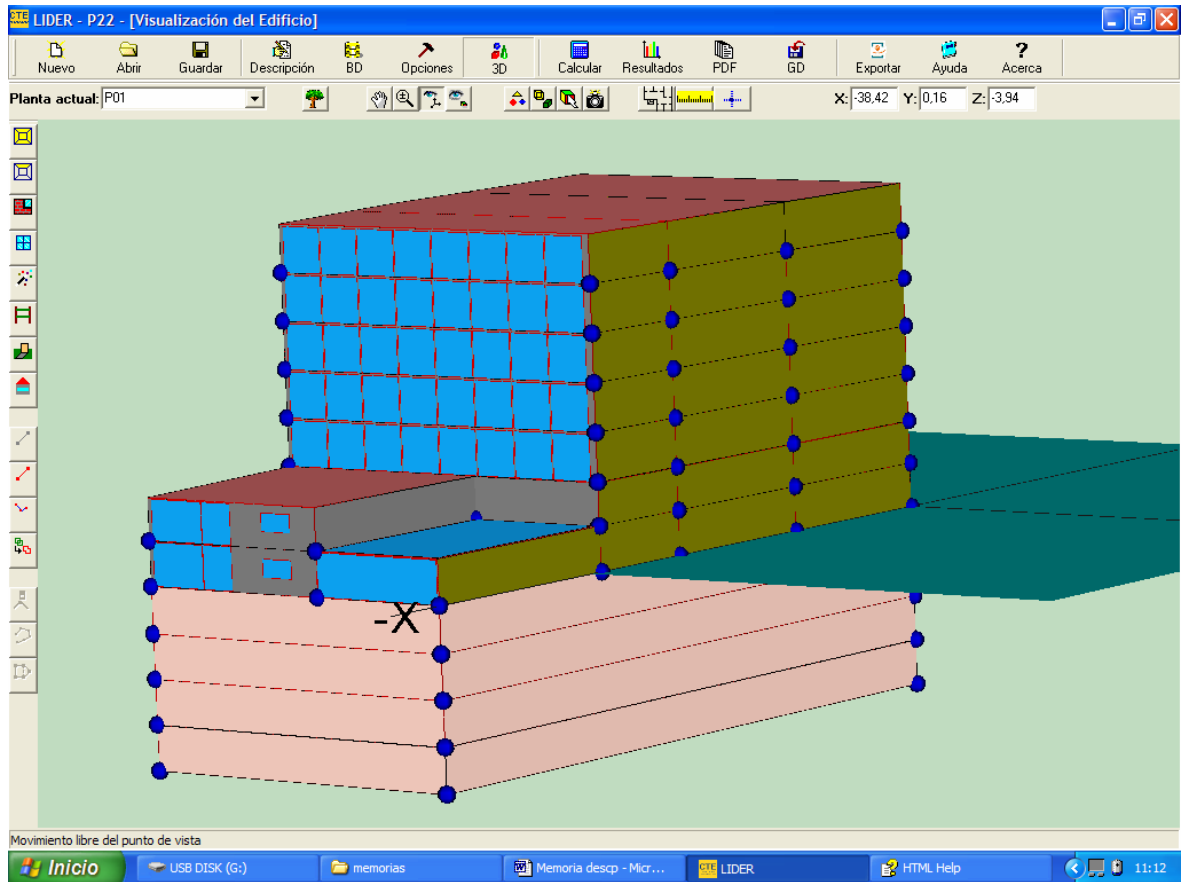


Fig 24.- Fachada sur

## 4.1 Planta a Planta

La introducción del edificio mediante el procedimiento planta a planta se expone en el capítulo dos "Sistemática de Verificación "

El resultado global es el siguiente:

Ambas demandas de calefacción y refrigeración son menores que las del edificio de referencia, luego el edificio, en principio, cumplirá la normativa.



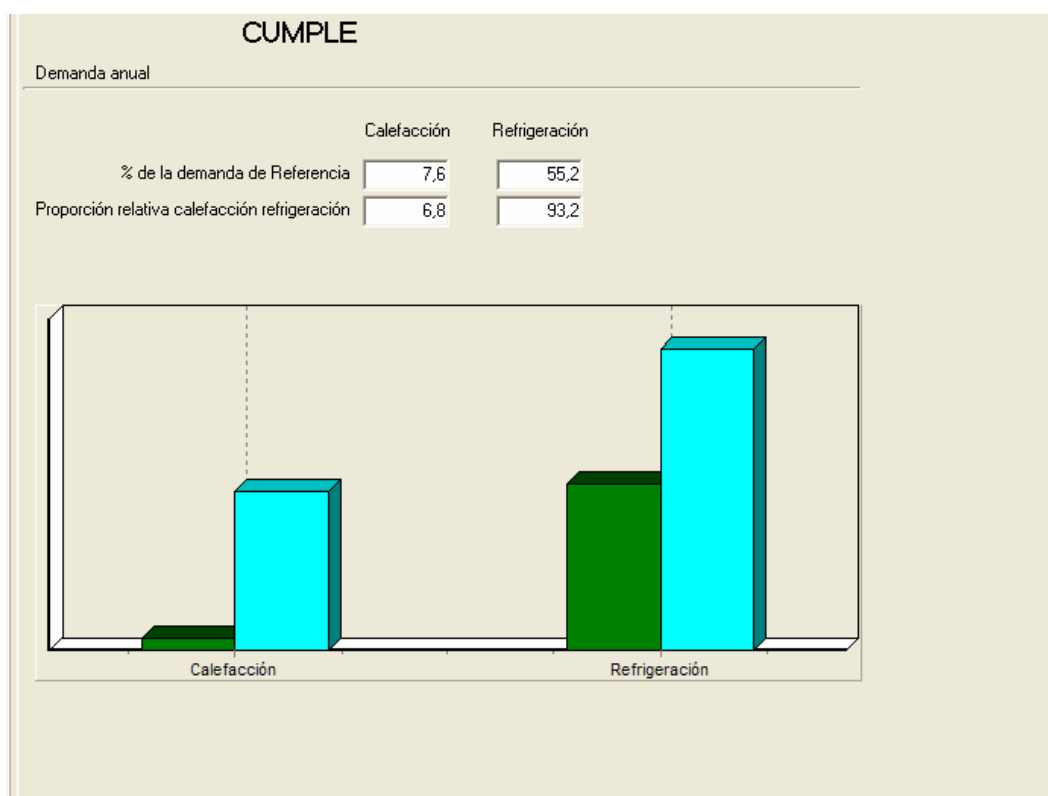


Fig 25.- Resultado global

Mientras el resultado obtenido por espacios muestra que el espacio con mayor demanda se encuentra en la planta 5 y se denomina P05\_04, por lo que dicho espacio es el que más contribuye en la demanda del edificio.



Global Por espacios						
Espacios	m <sup>2</sup>	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P05_E01	244,3	1	0,0	0,0	11,5	138,1
P05_E02	250,8	1	0,0	0,0	100,0	143,9
P05_E03	326,2	1	0,0	0,0	18,7	159,3
P05_E04	119,2	1	100,0	0,7	13,7	17,3
P06_E01	250,8	1	0,0	0,0	10,2	120,5
P06_E02	244,3	1	0,0	0,0	19,9	110,7
P06_E03	326,2	1	0,0	0,0	12,4	121,5
P07_E01	250,8	1	0,0	0,0	41,8	106,8
P07_E02	244,3	1	0,0	0,0	20,1	103,3
P07_E03	154,0	1	0,0	0,0	12,5	125,2
P08_E01	250,8	1	0,0	0,0	40,7	105,6
P08_E02	244,3	1	0,0	0,0	20,8	102,7
P08_E03	154,0	1	0,0	0,0	11,8	128,8

Fig 26.- Resultado por espacios

A continuación se muestra el informe de la verificación del cumplimiento de la normativa emitido en Acrobat Reader, y que nos servirá como justificación administrativa del cumplimiento de la normativa.



## **4.2.- Unión de Espacios**

La unión de espacios se ha realizado para realizar una comparativa de cómo varía la demanda energética del edificio objeto al convertir los espacios de las plantas anteriores en un solo espacio

La unión de espacios es un proceso por el cual dos espacios definidos independientemente pasan a ser un único espacio.

Para unir espacios hay que haberlos definido completamente; es decir, tienen que tener definidos los muros verticales y las particiones horizontales, ya que una vez unidos los espacios no será posible definir muros en los espacios que han sido eliminados por la unión.

Para realizar la unión de los espacios aparece sobre la representación gráfica una ventana en la que se distinguen dos partes:

La parte izquierda, en la que aparece un árbol en el que se muestran todos los espacios que forman parte del edificio.

La parte derecha en la que se muestran los nombres de los espacios que van a unirse. El primero de ellos se considera el espacio base, que será el espacio que quede en el edificio después de la unión.

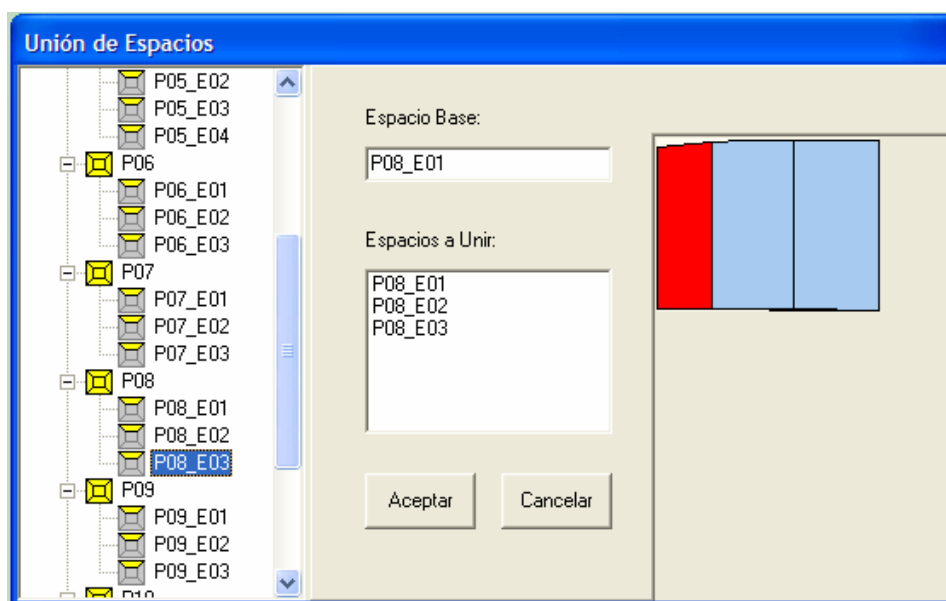


Fig 27.- Ventana unión de espacios

El resultado global muestra que, la demanda de refrigeración del edificio objeto es mayor que la del edificio de referencia, por lo que no cumple la normativa.

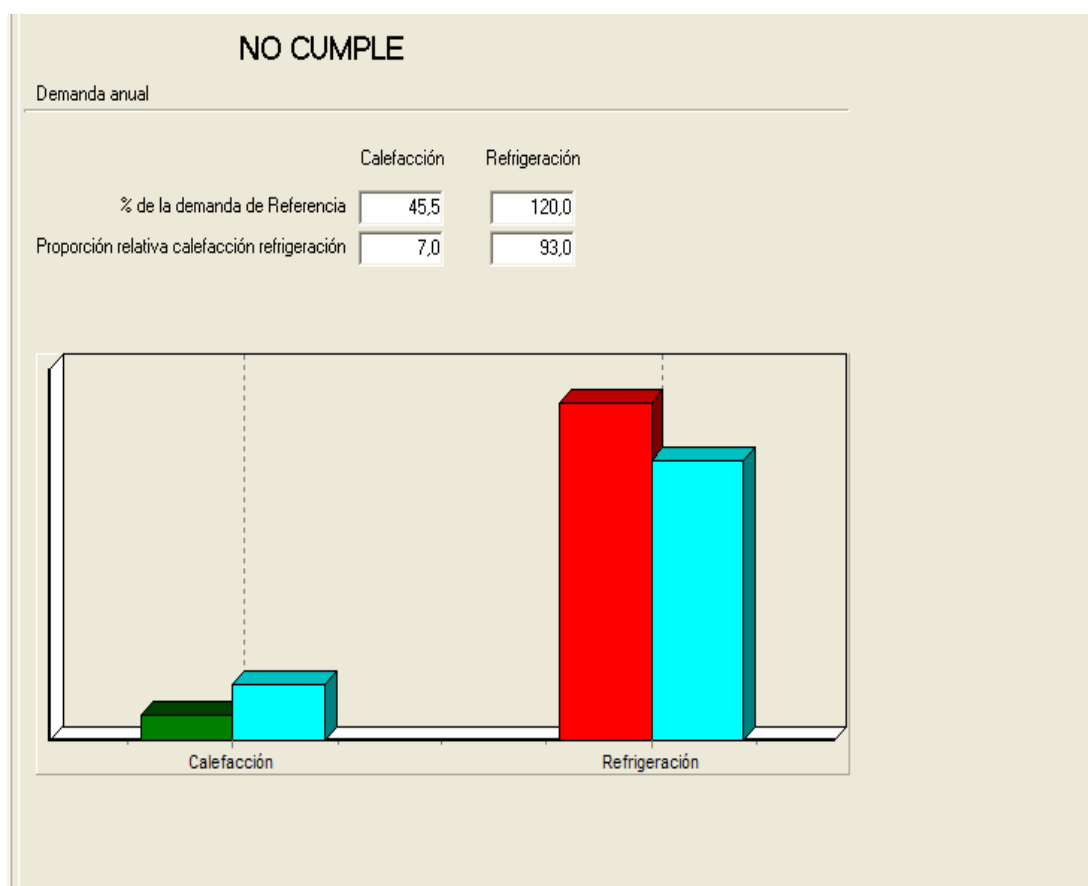


Fig 28.- Resultado global

Mientras el resultado obtenido por espacios muestra que el espacio que mas contribuye a la demanda energética es el mismo que en el ejemplo anterior, P05\_04.



Global <b>Por espacios</b>						
Espacios	m <sup>2</sup>	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P05_E01	363,5	1	0,0	0,0	12,2	174,4
P05_E04	119,2	1	100,0	0,6	21,0	14,4
P06_E01	821,3	1	0,0	0,0	20,4	109,7
P07_E01	649,0	1	0,0	0,0	21,0	113,3
P08_E01	649,0	1	0,0	0,0	26,6	113,7
P09_E01	649,0	1	0,0	0,0	22,3	118,7
P10_E01	649,0	1	0,0	0,0	0,0	174,3
<b>Total</b>	<b>3900,0</b>					

Fig 29.- Resultado por espacios

El proceso de unión de espacios es irreversible, por lo que se recomienda guardar una copia del proyecto antes de realizar la unión. Además ésta no debe realizarse nada más que cuando sea estrictamente necesario, debiendo pensar bien la división en espacios a realizar en el edificio.

Un caso típico en el que se necesita unir espacios es cuando un espacio cubre varias alturas de otros espacios. Ello es muy común en los hall de entrada a grandes edificios o en patios interiores.

A continuación se muestra el informe de la verificación del cumplimiento de la normativa emitido en Acrobat Reader.



### 4.3 Multiplicadores

La propiedad multiplicador permite especificar el número de plantas idénticas que existen. La utilidad de esta propiedad se debe a la reducción de la cantidad de datos a especificar; pero el programa no simula todas las plantas, sino que calcula las demandas energéticas de los espacios de la planta definida y multiplica estos resultados por el número de plantas iguales.

El uso de multiplicadores en plantas es posible cuando las plantas son idénticas geométrica, constructiva y operacionalmente. Así, por ejemplo, en el caso de un edificio en el que todas las plantas fuesen iguales, habría que definir tres: la baja, una intermedia y la planta alta. Serían cuatro si hay una planta baja sobre un sótano en contacto con el terreno.

En la parte inferior de la ventana aparecen dos opciones que permiten asignar el polígono de una planta previamente definida a la nueva planta que se está creando, Igual a Planta, y asignar los mismos espacios y elementos que contenía la planta indicada, a la nueva planta, Aceptar Espacios Anteriores. Así si se seleccionan las dos opciones, el resultado será una nueva planta idéntica a la que se haya indicado en el cuadro despegable Igual a planta, pero situada a una cota diferente.



Fig 30.- Ventana de propiedades de la nueva planta

Es imprescindible definir los cerramientos que cierran las plantas en dirección vertical como adiabáticos. El programa los define así automáticamente.

La posición de la planta que se repite es irrelevante. El cálculo automático de puentes térmicos tiene específicamente en cuenta esta circunstancia.

En la siguiente figura se muestra la geometría 3D del edificio introducida mediante la opción multiplicadores.



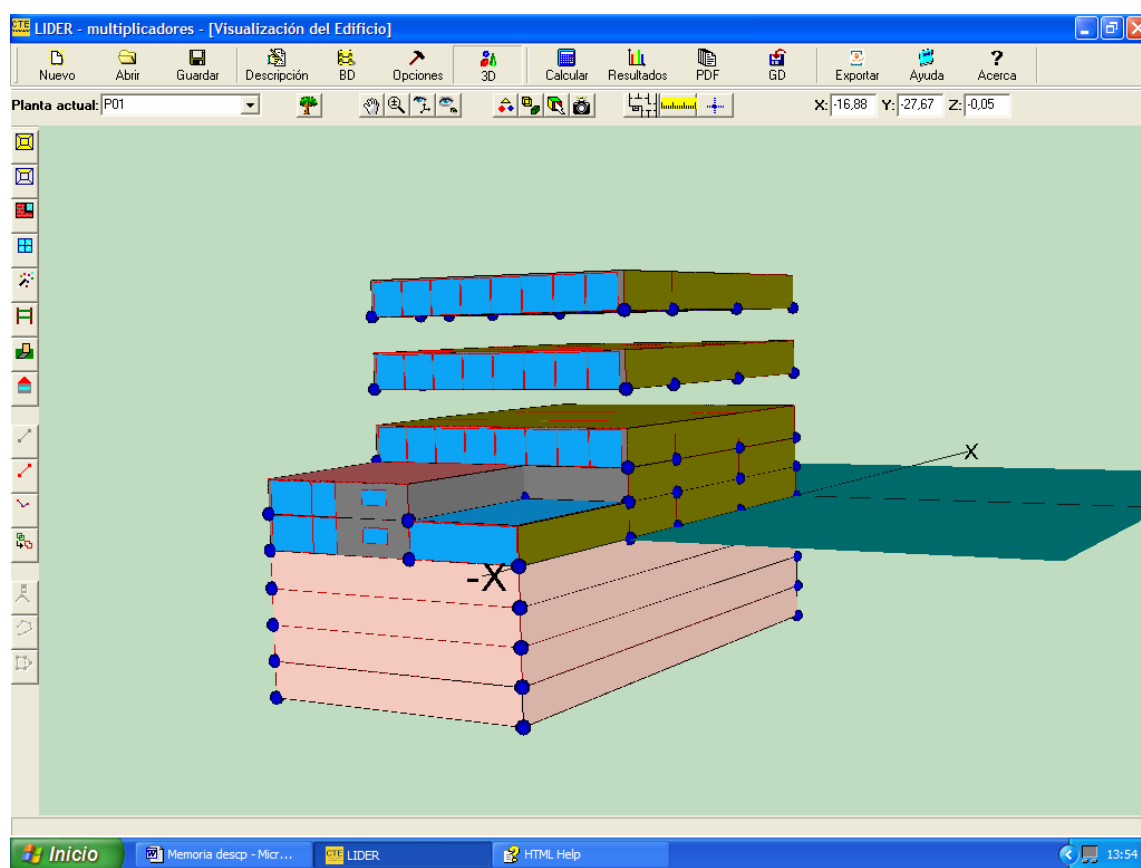
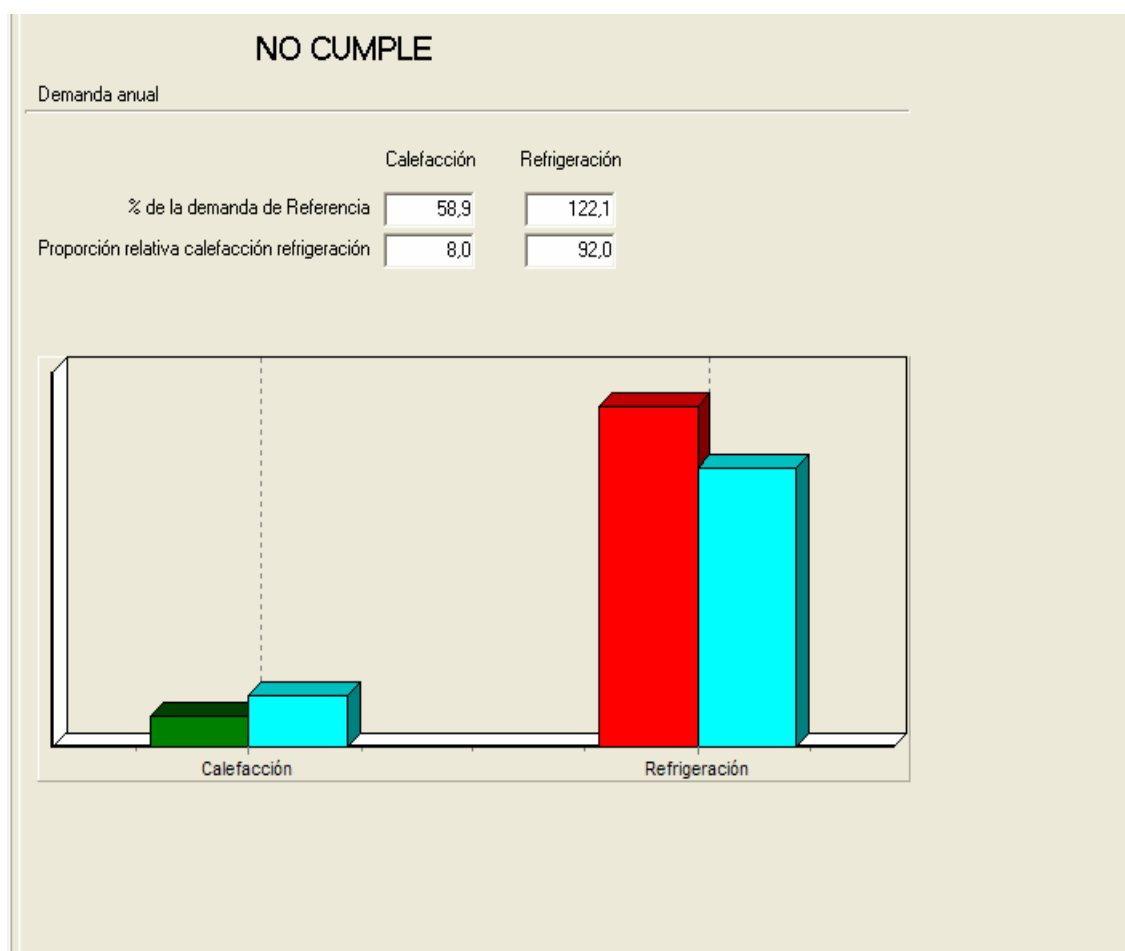


Fig 31.- Edificio 3D introducido por multiplicadores

El resultado global muestra que, la demanda de refrigeración del edificio objeto es mayor que la del edificio de referencia por lo que no cumple la normativa.

Se puede observar como la demanda de calefacción ha aumentado un cierto porcentaje respecto al edificio introducido planta a planta.



**Fig 32.- Resultado global**

Mientras el resultado obtenido por espacios muestra que el espacio que mas contribuye a la demanda energética es el mismo que en el ejemplo anterior, P09\_04.



LIDER - multiplicadores - [Resultado Edificio - multiplicadores0]

Nuevo Abrir Guardar Descripción BD Opciones 3D Calcular Resultados PDF GD Exportar Ayuda Acerca

Global Por espacios

Espacios	m²	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P05_E04	119,2	1	73,9	248,2	10,5	102,0
P06_E01	250,8	1	0,0	0,0	8,4	127,5
P06_E02	244,3	1	0,0	0,0	9,6	99,2
P06_E03	326,2	1	0,0	0,0	1,2	113,1
P07_E01	250,8	2	14,6	20,3	28,4	122,4
P07_E02	244,3	2	0,0	0,0	9,0	94,1
P07_E03	153,9	2	37,6	27,8	1,2	134,7
P08_E01	250,8	2	76,5	69,4	26,4	133,8
P08_E02	244,3	2	54,0	84,1	8,3	94,8
P08_E03	153,9	2	43,5	50,0	1,2	144,3
P09_E04	250,8	1	100,0	56,7	22,7	125,4
P09_E05	244,3	1	77,0	63,5	12,8	92,4

Inicio Memoria descp - Micr... LIDER HTML Help 14:10

Fig 33.- Resultado por espacios

A continuación se muestra el informe de la verificación del cumplimiento de la normativa emitido en Acrobat Reader.



## 5 Conclusiones y Desarrollo Futuro

### 5.1 Conclusiones

Una vez analizado y comprobado que los resultados anteriores son coherentes, podemos afirmar que es posible realizar la optimización de la epidermis del edificio.

La conclusión más importante que obtenemos es que, partiendo de un edificio que cumple la exigencia de limitación de demanda del código Técnico de Edificación, es posible que no se cumpla la misma al introducir mismo edificio objeto mediante la opción de unión de espacios y la opción multiplicadores.

La unión de espacios nos plantea que, mientras en más espacios se divida una planta mejor será su demanda energética, por lo que no sería necesario mejorar las propiedades térmicas de los materiales para que el edificio objeto cumpla la normativa, es decir, utilizar mejores materiales o espesores, que es lo que realmente encarece la construcción, sino simplemente hacer una buena elección de los espacios en los que se va a dividir el edificio.

La opción multiplicador nos plantea que es más conveniente hacer la opción planta a planta, ya que esta opción no tiene en cuenta las plantas reales, sino que multiplica el valor obtenido en la planta introducida por el número de plantas simuladas mediante el multiplicador. Por lo que lo conveniente para edificios grandes es introducir el edificio mediante multiplicadores y sino cumpliera la normativa, introducirlo planta a planta.

Que el edificio objeto introducido planta a planta cumpla la normativa nos indica que el CTE no es muy exigente y por lo tanto fácil de cumplir, con la ventaja de que contribuimos al ahorro de energía en edificios mejorando el diseño de la envuelta edificatoria.



## 5.2 Desarrollo Futuro

Lo que se pretende es proporcionar confort térmico y a la vez conseguir ahorro energético en los edificios tanto para calefacción como para refrigeración utilizando las condiciones naturales y climatológicas del lugar donde este construido el edificio, el futuro de esta nueva rama de la edificación es cada vez más prometedor, se intenta que todas las realizaciones que se hagan en estos tiempos tengan en cuenta todas las modas actuales de la arquitectura, el introducir el tema energético en los diseños desde los primeros pasos del mismo, y luego el intentar que la calidad en el acabado de la construcción sea lo mejor posible para que se pueda igualar a lo conseguido en otros países europeos, ya que actualmente el acabado de la construcción en España deja mucho que desear.

Para intentar que las edificaciones siguiendo las técnicas de ahorro energético sean cada vez más hay que contar con la concienciación del arquitecto, primero, ya que es el artífice de los diseños de los edificios, y después de todos los técnicos involucrados en la edificación hasta llegar al propio usuario que será quien utilice todas las mejoras, tanto de confort como de ahorro convencional, que al final repercutirá en una mejora para todos los españoles al depender menos de la energía convencional, que España es deficitaria y depende de la importación de la misma.

Las acciones futuras de ahorro energético, que partiendo de la situación actual, podrían realizarse:

- Crear una base de datos que, en función de la zona climática en la que se encuentre el edificio, nos indique que tipo de cerramientos son los más apropiados, así como los espesores de las distintas capas que forman el mismo.



- Estudio de la influencia sobre la demanda energética de posibles variaciones de la epidermis sobre un edificio de las características estudiado, la cual nos puede aportar importantes datos sobre la mejora que podría suponer en fase de prediseño la elección de una epidermis frente a otra.
- Estudio de la influencia en la demanda energética de la variación de los parámetros característicos.
- Estudiar los efectos sobre la demanda energética de la elección de distintos tipos de luminarias.