

# Análisis y ejecución del estudio térmico en un obra en construcción

## Proyecto de fin de carrera

06/2011

Jean-Guillaume Prate



Departamento: Ingeniería de la construcción

Director del proyecto : Antoine Hiault

Ponente del proyecto : Carlos Monne

# Análisis y ejecución del estudio térmico en un obra en construcción

## RESUMEN

He empezado mi proyecto al fin de febrero en la empresa BOUYGUES CONSTRUCTION. He llegado al principio de la obra en construcción, y fue en un equipo con Diane Pereira para los edificios ABC, tres edificios juntos con un parking al centro. Había 194 viviendas en esta obra y entre marzo y junio, 3 niveles de los edificios E (E1,E2,E3,E4) han sido construidos y 2 niveles de los edificios A,B y C.

El 15 de marzo, recibimos un nuevo estudio térmico. Había un estudio térmico inicial pero no era la versión final. Cuando la índice B del estudio térmico ha llegado, fue responsable de comprender rápidamente las diferencias con la índice A. He analizado los estudios y después he dicho los diferencias a los jefes de obra para que mandan los materiales y que realizan lo que es explicado en la índice B.

He trabajado sobre dos problemáticas que voy a describir con más detalle en la introducción. He analizado los cambios del nuevo estudio térmico, y en cuales medidas van a influir estos cambios. He trabajado sobre los consumos energéticos de los edificios, sobre los materiales , en particular de ruptores térmicos, que estaban numerosos en primera índice, y era indispensable conocer su cantidad, para hacer los pedidos. He analizado también el elección de los materiales de aislamiento.

Además, fue responsable de numerosas tareas en la obra: Seguimiento de los edificios A,B y C, controles de calidad de los redes de saneamiento, controles de la buen ejecución de los losas o pantallas de hormigón, controles de seguridad. En la tercera parte de mi proyecto, voy a tratar de estas tareas importantes, que corresponden a momentos en el terreno con los obreros o los jefes de obras, y aprendió mucho con estas tareas.

# Índice

|  |    |
|--|----|
| Introducción :   | 4  |
| I. Comparación de ambos estudios: que aportó el cambio de división de zonas? ..... | 5  |
| 1. La obra .....   | 5  |
| a. BOUYGUES CONSTRUCTION .....   | 5  |
| b. Identificación de obra .....  | 8  |
| c. Datos técnicos .....  | 8  |
| 2. La Reglamentación Térmica 2005 .....  | 11 |
| a. Los puestos energéticos .....   | 11 |
| b. Calculo de perdidas energéticas y calculo de consumo total .....                | 12 |
| c. Valores de referencia / Etiquetas .....   | 13 |
| 3. Los cambios .....   | 15 |
| a. El nuevo recorte .....  | 15 |
| b. Influencia sobre los resultados energéticos .....                               | 16 |
| c. Cantidad de ruptores .....  | 19 |
| II. Aislante sobre o bajo la losa de hormigón ? .....                              | 21 |
| 1. Estudio de las diferentes técnicas .....  | 21 |
| a. Que es el “Fibra Xtherm” ? .....  | 21 |
| b. Que es una capa sobre aislante grueso ? .....                                   | 22 |
| c. Comparaciones de las dos soluciones .....                                       | 22 |
| 2. Calculo de $U_{bat}$ para el edificio D .....                                   | 23 |
| a- Situación .....   | 23 |
| b- Calculo de $U_{bat_{réf}}$ .....  | 25 |
| c- Calculo de $U_{bat}$ .....  | 26 |
| III. Otras misiones: Comprobaciones en la obra .....                               | 28 |
| 1. Comprobaciones de Seguridad y de limpieza .....                                 | 28 |
| a. Las acciones .....  | 28 |
| b. El etiqueta Ecosite : Respeto del entorno .....                                 | 29 |
| 2. Comprobaciones de las redes de saneamiento .....                                | 30 |
| 3. Comprobaciones del hormigón .....   | 32 |
| Conclusión: .....  | 33 |

## Introducción :

He empezado mi proyecto de fin de carrera en obras al fin de febrero. He llegado al principio de la obra civil, y fue en un equipo con Diane Pereira para los edificios ABC, tres edificios juntos con un parking al centro.

Al otro lado de mi papel de control de calidad relativo a la seguridad, a los redes de saneamiento, al respeto de los tolerancias de los paredes y suelos, una de mi mayor misión fue comprobar el nuevo estudio térmico. En efecto, la primera versión no estaba validado y un segundo estudio llega cuando la obra en construcción había ya empezado.

Las diferencias entre los dos estudios sean importantes y estaba muy importante conocer los materiales importantes para la obra en construcción. Por ejemplo, el nombre de interruptor térmico disminuí en el nuevo estudio, mientras que la cantidad de capas sobre aislante grueso aumenta.

Debía pues verificar que este estudio estaba conforme, ver cuales problemas habían aparecido y cómo resolverlos. Esto pues me condujo hacia mi problemática principal: cuales son los cambios del nuevo estudio térmico, y en cuales medidas van a influir estos cambios en obras tanto en término de pedidos de materiales, como en término de costes y de ejecución.

Pues efectué primeramente un comparativo entre ambos índices, al nivel de los consumos energéticos y al nivel de la utilización de materiales, en particular de ruptores térmicos, que estaban numerosos en primera índice, y era indispensable conocer su cantidad, para hacer los pedidos porque los primeros muros fueron hundidos y los ruptores comenzaban desde el suelo alto del Piso bajo. Además, esto era necesario también para ver a cuales economías iban a conducirnos este disminución del número de ruptores.

En segundo lugar, después del estudio de ambos índices, calculé que la cantidad del aislante “fibra Xtherm” que habíamos pedido era demasiado importante respecto al nuevo estudio térmico. La pregunta que desarrollaré es pues saber si en sustitución de las capas sobre aislantes gruesos podríamos poner el material « fibra Xtherm » que es un aislador bajo enlosado.

En la tercera parte, daré parte de tareas importantes cuya responsabilidad en materia de seguridad, en materia de precisión de ejecución del hormigón y de los redes de saneamiento.

## I. Comparación de ambos estudios: que aportó el cambio de división de zonas?

La diferencia entre ambos estudios térmicos es el división de las zonas (distribución de las habitaciones entre categorías). Ha sido modificado para respetar la elección de la dirección de obra.

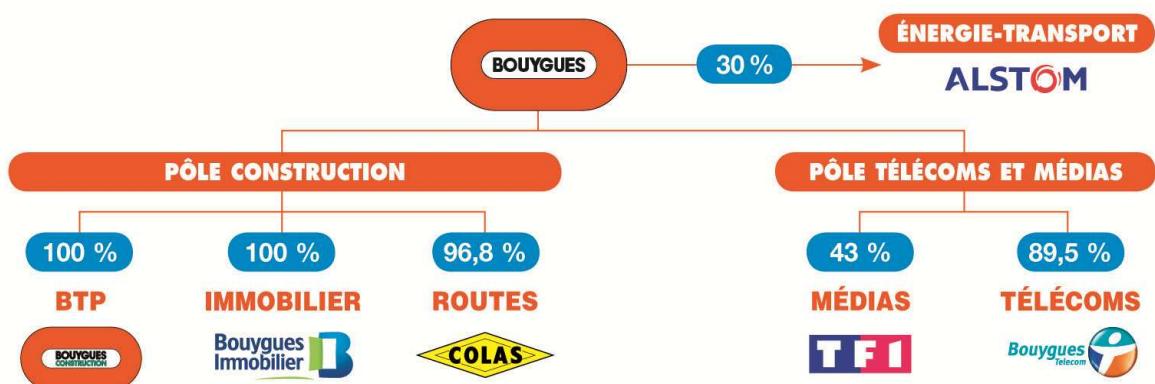
Veremos pues en esta parte lo que motivó esta elección, y cuáles son los cambios que intervinieron después de esta elección, en términos de consumos energéticos, de etiquetas, de elección de materiales y de costes.

Veremos primero cómo se compone la obra y sus alrededores, veremos luego los fundamentos del RT2005 que es el reglamento térmico en Francia. La RT2005 es la base de ambos estudios. Veremos luego las diferencias a los varios niveles.

### 1. La obra

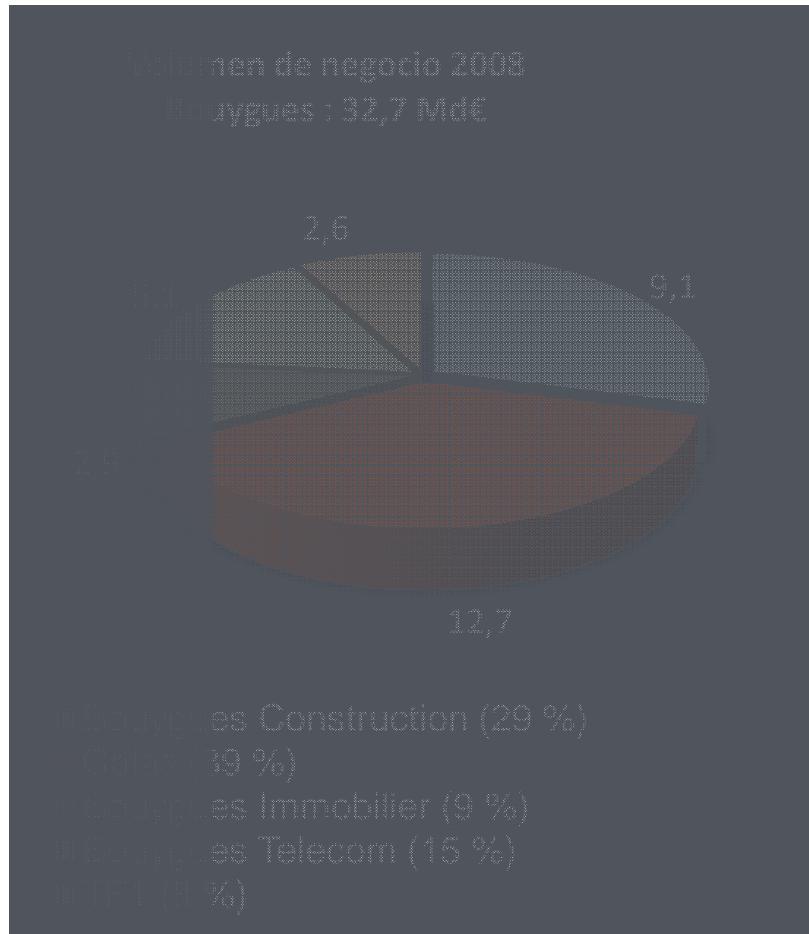
#### a. BOUYGUES CONSTRUCTION

El Grupo BOUYGUES está presente en numerosos sectores y contiene numerosas filiales. Los principales polos son el polo Construcción, el polo Telecomunicaciones y medios de comunicación y el polo Energía Transporta. El organigrama abajo presente las diferentes ramas de la empresa.



Cuadro 1: Organigrama de BOUYGUES

Anotemos que el volumen de negocios fue de 32,7 millones de euros en 2008, y aunque las cifras de 2009 y 2010 no están muy bueno con la crisis, la tendencia está de nuevo en la subida.



Cuadro 2 : Volumen de negocio de BOUYGUES

Hay 150 000 colaboradores y más de 50000 en BOUYGUES CONSTRUCCIÓN.

- **Volumen de negocio de BOUYGUES CONSTRUCTION : 9,5 Md€**
- **Volumen de negocio internacional : 4,1 Md€**
- 43 % del volumen de negocio total
- Presencia en 79 países
- **Resultado neto del grupo : 297 M€**



Cuadro 3 : Organigrama de BOUYGUES CONSTRUCTION

En BOUYGUES BÂTIMENT ILE-DE-FRANCE, el volumen de negocios es 1 661 M€ con 2,245 M€ de tomas de pedidos. Las cuotas de mercado son de más del 12 % y hay más de 5000 colaboradores. Las realizaciones son muy variadas, viviendas y oficinas, rascacielos y obras de ingeniería civil.

En « Habitación Social », podemos dar cifras indicativas

- **Resultado neto :** 300M€
- 75 obras en ejecución de 2M€ hasta 30M€
- 2900 pisos per años
- 100 000 pisos realizados desde 1952
- 850 Colaboradores

## b. Identificación de obra

- ✓ Obra de 194 pisos repartidos en 8 edificios sobre 3 plataformas : ABC, D y E.



Cuadro 4 : Vista de los edificios ABC

No hay infraestructura, los aparcamientos de las viviendas están situados a planta baja y en primer piso. 9 viviendas individuales con tejados separados tienen que realizar sobre los edificios A, B, E1 y E4.

- ✓ Fecha de lanzamiento de la construcción : Febrero 2011
- ✓ Fecha de entrega : Julio 2012 y Agosto 2012
- ✓ Dirección de la obra en construcción : ZAC de la Ballastière – Limeil-Brévannes
- ✓ 3 direcciones de obra :
  - Comercio : SODES
  - Pisos : SCCV de la place Carrée
  - SCCV de la Ballastière
- ✓ Arquitecto : International d'architecture
- ✓ 126 pisos repartidos en las plataformas ABC et D son en venta social
- ✓ 68 pisos repartidos en la plataforma E son en venta

## c. Datos técnicos

- ✓ Departamento seleccionado : VAL-DE-MARNE Número : 94
- ✓ Ribete de mar : Zona interior Altura : 65m
- ✓ Zona climática : H1a\*
- ✓ Exposición a los ruidos : BR3

- ✓ Especificidades según el lado de la energía y según el plan de la comodidad

Etiqueta HPE para las casas individuales o asimilados. Exigencias que respetan el RT2005 para los colectivos.

- ✓ Principales exigencias

Integración en el sitio: el entorno es suburbano. Hay 13 grúas que deben funcionar en buena armonía y en la seguridad (sin desconectar el sistema que impide la interferencia de las grúas).

La seguridad es un punto fuerte de la obra porque la obra es aislado. Anotemos sin embargo la presencia de gitanos en las cercanías, y había robos que se efectuaron en otros obras de la zona. La obra pues colocó una guardia de noche lo que añade una coste.

Edificio ABC :

- ✓ Número de pisos : 80
- ✓ Numero de niveles : R+3 et R+7
- ✓ Número de edificios: 3
- ✓ Numero de escaleras: 3

Edificio D :

- ✓ Número de pisos : 46 (2 T1, 15 T2, 24 T3, 4 T4, 1 T5)
- ✓ Numero de niveles : R+3 et R+6
- ✓ Numero de escaleras : 2

Edificio E :

- ✓ Número de pisos : 68
- ✓ Numero de niveles : R+3 et R+6
- ✓ Número de edificios: 4
- ✓ Numero de escaleras: 4

Uso de tecnologías de energías renovables :

- ✓ Paneles solares térmicos para el agua caliente sanitaria :

Edificio A/B : 51 captadores VITOSOL 200F SV2 Viessmann.  
almacenaje con 2 calentadores de 3000L  
1 calentador de agua de 750L en complemento

Edificio C : 27 captadores VITOSOL 200F SV2 Viessmann.  
Almacenaje con 1 calentador de 1500L  
1 calentador de agua de 500L en complemento

Edificio D : 42 captadores VITOSOL 200F SV2 Viessmann.  
Almacenaje con 2 calentadores de 2500L  
1 calentador de agua de 750L en complemento

Edificio E : 59 captadores VITOSOL 200F SV2 Viessmann.  
Almacenaje con 2 calentadores de 3000L y 1 calentador de 1000L  
1 calentador de agua de 1500L en complemento

✓ Paneles solares :

Edificio A : 144m<sup>2</sup> de captadores mono-cristalino inclinados de 30°C orientados en el sudoeste.

Edificio D2 : 125m<sup>2</sup> de captadores mono-cristalino inclinados de 30° et orientados en el sudoeste.

Edificio E : 113m<sup>2</sup> de captadores mono-cristalino inclinados de 30° et orientados en el Sud.



Ilustración 5 : Plano de los diferentes edificios con sus niveles

Balance económico :

✓ Importe del mercado : 16 290 000 € HT

\*ver glosario

- ✓ Superficie habitable : 11007 m<sup>2</sup>
- ✓ Superficie habitable media : 56,7 m<sup>2</sup>
- ✓ Numero de parkings : 3 parkings sobre 2 niveles
- ✓ Sótano : 0
- ✓ Otros superficies útiles : 410 m<sup>2</sup> de comercios

## 2. La Reglamentación Térmica 2005

En Francia, es la RT2005 que guió la realización de ambos estudios térmicos. Es importante de conocer las bases para poder analizar las diferencias.

La Reglamentación térmica RT2005 expone las normas para construir una habitación correctamente aislado y también expone también software para calcular.

En primer lugar, veamos los puestos energéticos que son abordados en el RT2005 :

### a. Los puestos energéticos

Distinguimos en primer lugar los puestos de consumo :

Numerosos puestos son fuentes de consumos energéticos. Son comunes para todos los edificios cualquiera que sea su utilización.

- ✓ calefacción
- ✓ ventilación
- ✓ climatización
- ✓ agua caliente sanitaria
- ✓ Iluminación artificial
- ✓ Electrodomésticos
- ✓ multimedios / ofimática

Podemos anotar que los usos de la energía y los consumos son muy variables de un trabajo al otro. Esencialmente dependen del tipo de edificio. Las oficinas serán mucho más consumidoras de energía para los productos multimedios que una vivienda residencial. En cambio, el consumo de energía para el agua caliente sanitaria evidentemente será más elevado en viviendas.

Por otro lado, los regímenes de utilización de los edificios (intermitencia) tienen enormes consecuencias en el consumo.

Por fin, el reparto del consumo energético en una vivienda también va a evolucionar. El puesto “calefacción” fue el más importante. En los edificios a consumo débil o muy débil, su influencia será ampliamente reducida con relación a puestos que estuvieron considerados como pequeños en el consumo global del edificio.

Anotamos que hay también puestos energéticos que permiten reducir el consumo energético:

- ✓ Internos
  - ❖ Paneles solares térmicos activos y pasivos
  - ❖ Iluminación natural
  - ❖ Recuperación (aire, agua)
  - ❖ Personas y equipos (Lámparas, ordenadores)
- ✓ Sistemas de producción de energía eléctrica o calorífica
  - ❖ Bombas de calor, Caldera de vapor
  - ❖ Precaleamiento, pozo canadiense
  - ❖ Paneles solares fotovoltaicos
  - ❖ Energía de la biomasa
  - ❖ Cogeneración
  - ❖ Eólicas, micro-hidráulica.

La elección adaptada del tipo de calefacción es importante para obtener un consumo débil y general. Pero primero, hay que elegir materiales para aislar correctamente el edificio.

#### **b. Calculo de perdidas energéticas y calculo de consumo total**

La RT2005 da el método para calcular las pérdidas de calor en los edificios. Las pérdidas por los cristales son cada vez más grande en porcentaje respecto a los mejoramientos en los aislamientos al nivel de las paredes y del suelo.

- ❖ 2 coeficientes a calcular para nuestro edificio :
  - ✓ Las pérdidas con  $U_{bat}^*$  : Es lo que da las pérdidas máximas a través de los muros, el techo, el suelo, las puertas, y este coeficiente toma en cuenta la orientación del edificio.
  - ✓  $C_{ep}$  que es el consumo del edificio en energía primaria (calefacción, ventilación, climatización, producción de agua caliente sanitaria, iluminación de los habitaciones).

Para resumir, la RT 2005, es :

- Un objetivo de mejora de las resultados energéticos de los edificios nuevos, al menos 15% respecto a la RT 2000 (40% en 2020)
- Un objetivo de reducción del recurso a la climatización
- La idea es de comparar nuestro edificio a un edificio de referencia :
  - ❖ El edificio de referencia es ficticio
  - ❖ Con la misma geometría que en el proyecto
  - ❖ Pero las características térmicas de los componentes y equipos utilizados son fijados a valores de referencia.
- Las principales exigencias son:
  - ❖ La economía de energía : límite del consumo energético del edificio.
  - ❖ La comodidad en verano : Límite de la temperatura alcanzado en verano en el edificio (sin climatización)
  - ❖ las características térmicas mínimas : Exigencia de resultados térmicas mínimas para un serie de componentes y equipos

### c. Valores de referencia / Etiquetas

Los valores a respetar dependen de las zonas climáticas. Francia se recorta según 8 zonas climáticas diferentes respecto a temperaturas y insolación. Hay 3 zonas para el invierno y 4 zonas a, b, c, d para el verano, como se puede verlo sobre la mapa 6.

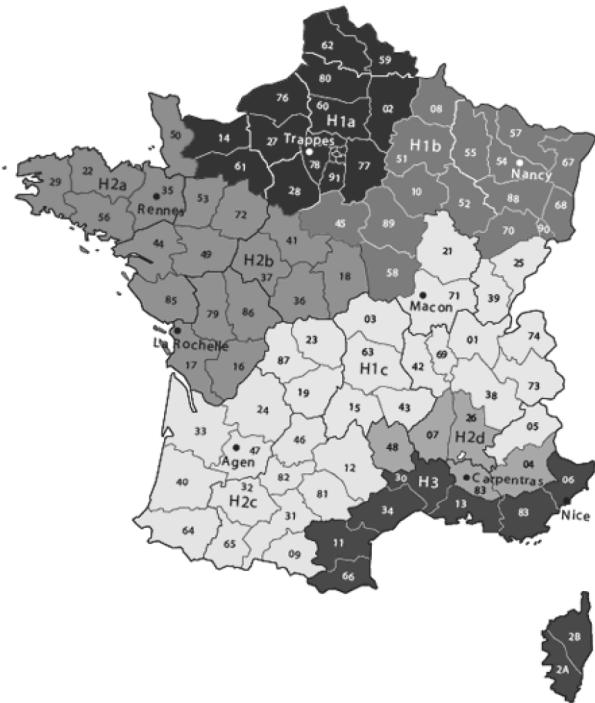


Ilustración 6 : Mapa de las diferentes zonas climáticas

El consumo de energía de su edificio, exprimido en  $\text{KWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2/\text{an}$  para la calefacción, el agua caliente sanitaria, el enfriamiento, los auxiliares (así como la iluminación en residencial) debe ser inferior al del edificio de referencia:  $\text{Cep} \leq \text{Cep réf}$

Para las viviendas: el consumo de energía de su edificio para la calefacción, el enfriamiento y el agua caliente sanitaria debe ser inferior al consumo máximo:  $\text{Cep} \leq \text{Cep}_{\text{max}}$

La temperatura alcanzada en verano en su edificio (sin climatización) debe ser inferior a la temperatura alcanzada en verano en el edificio de referencia:  $\text{Tic} \leq \text{Tic réf}$

En la construcción de habitaciones, resultados mínimas son requeridas para una serie de componentes y equipos, particularmente para el aislamiento, para el sistema de calefacción, para una agua caliente sanitaria, para un dispositivo de control de los consumos. La tabla 7 siguiente muestra las valores máximas de consumo las cuales dependen de las zonas climáticas:

| <b>Tipo de calefacción</b>                      | <b>Zona climática</b> | <b>Consumo normal para la calefacción, el enfriamiento y la producción de agua caliente sanitaria en <math>\text{kWh}</math> primario / <math>\text{m}^2/\text{ano}</math></b> |
|---|-----------------------|--|
| <b>Combustibles fósiles</b>                     | H1                    | 130  |
|   | H2                    | 110  |
|   | H3                    | 80   |
| <b>Calefacción eléctrica (y bomba de calor)</b> | H1                    | 250  |
|   | H2                    | 190  |
|   | H3                    | 130  |

*Ilustración 7:Consumo máximo (en energía primaria) para consumos de calefacción, enfriamiento y producción de agua caliente sanitaria*

Para valorizar los edificios que obtienen un nivel de resultados energéticas superior al nivel reglamentario, existen etiquetas:

- ✓ Etiqueta alta resultado energética :  $\text{C} < \text{Créf} - 10\%$
- ✓ Etiqueta muy alto resultado energética :  $\text{C} < \text{Créf} - 20\%$
- ✓ Etiqueta muy bajo consumo
- ✓ Etiqueta energía renovable

### 3. Los cambios

Diferentes estudios térmicos han sido hechos. La oficina de proyectos de BOUYGUES realizó dos. El segundo ha sido difundido en marzo. Mi papel fue analizar los cambios con relación al estudio precedente en términos de realizaciones energéticas, de costes y de elección de materiales.

#### a. El nuevo recorte

El nuevo estudio térmico ha sido realizado según un nuevo recorte pedido por la dirección de obra. La obra comprende 3 tipos de viviendas :

- Viviendas colectivas
- Viviendas individuales bajo colectivos, cuales son dúplex situados bajo los colectivos
- Viviendas individuales, pequeñas casas con techos propios.

Lo que ha cambiado son las viviendas individuales bajo los colectivos, que habían sido integrado con los colectivos, y que han sido separados en los cálculos del nuevo estudio. Las exigencias son:

- 1-  $C_{ep}$  calefacción para cada vivienda colectiva  $\leq 35 \text{ kWh}/\text{ep}/\text{m}^2/\text{año}$
- 2-  $C_{ep}$  proyecto (total) para cada vivienda colectiva  $\leq 78 \text{ kWh}/\text{ep}/\text{m}^2/\text{año}$
- 3- Nivel HPE (Alto nivel energético) para las viviendas individuales.

En el primer estudio térmico, las viviendas colectivas no respetaban la exigencia 1 como podemos verlo sobre el cuadro 8 siguiente:

| nb de logts                   |   | BAT 1<br>901/A<br>1<br>MI | BAT 2<br>A<br>21<br>COL |
|-------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Sha                           | $\text{m}^2$  | 68,7                      | 1208,3                  |
| SDO                           | $\text{m}^2$  | 84,19                     | 1480,81                 |
| Shon                          | $\text{m}^2$  | 80,91                     | 1423,09                 |
| Ubat                          | $\text{W}/\text{C}.\text{m}^2$                          | 0,466                     | 0,618                   |
| Ubatréf                       | $\text{W}/\text{C}.\text{m}^2$                          | 0,591                     | 0,673                   |
| Ubat max                      | $\text{W}/\text{C}.\text{m}^2$                          | 0,669                     | 0,844                   |
| Gain Ubat/Ubatmax             | %   | 30,29                     | 25,72                   |
| <b>Cep projet</b>             | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{Shon}/\text{an}$ | <b>87,33</b>              | <b>43,95</b>            |
| Cep réf                       | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{Shon}/\text{an}$ | 123,93                    | 114,8                   |
| Gain Cep/Cepréf               |   | <b>29,53</b>              | <b>61,71</b>            |
| <b>Cep projet</b>             | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{SDO}/\text{an}$  | <b>83,9</b>               | <b>42,2</b>             |
| Cep exigence                  | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{SDO}/\text{an}$  |                           |                         |
| <b>Cep chauf</b>              | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{Shon}/\text{an}$ | <b>52,9</b>               | <b>44,1</b>             |
| Cep chauf                     | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{SDO}/\text{an}$  | 50,9                      | 42,4                    |
| Cep chauf exigence            | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{SDO}/\text{an}$  |                           | <b>35</b>               |
| <b>Moyenne Cep projet/SDO</b> | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{SDO}/\text{an}$  | <b>7 066,06</b>           | <b>62 544,71</b>        |
| Cep exigence                  | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{SDO}/\text{an}$  |                           |                         |
| <b>Moyenne Cep chauf/SDO</b>  | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{SDO}/\text{an}$  | <b>4 281,87</b>           | <b>62 800,87</b>        |
| Cep chauf exigence            | $\text{kWh}.\text{ep}/\text{m}^2 \text{SDO}/\text{an}$  |                           | <b>35</b>               |

Ilustración 8 : Tabla del primero estudio térmico

\*ver glosario

Así, Observamos que para los colectivos del edificio A, el  $C_{ep}$  calefacción era 42,2 kWhep / m<sup>2</sup>SDO.an para una exigencia de 35.

Para respetar el estudio, las viviendas individuales han sido calculado separadamente. En el nuevo estudio, respetan la exigencia 3, es decir el etiqueta HPE (alto nivel energético).

Balance para los edificios ABC( MI=vivienda individual) :

|                          |                 |   |
|--------------------------|-----------------|---|
| Estudio térmico índice A | A 21 colectivos | Exigencia 1 no respetado por los colectivos y duplex                                  |
|                          | B 31 colectivos |   |
| Estudio térmico índice B | C 26 colectivos | Etiqueta HPE  |
|                          | MI 901          |   |
| Estudio térmico índice B | MI 705          | Exigencia 1 respetado para los colectivos   |
|                          | A 19 colectivos |   |
| Estudio térmico índice B | B 28 colectivos | Respetar la Exigencia 3 (HPE) para la viviendas individuales y dúplex bajo colectivos |
|                          | C 22 colectivos |   |
| Estudio térmico índice B | MI 901,902      | Respetar la Exigencia 3 (HPE) para la viviendas individuales y dúplex bajo colectivos |
|                          | MI 903          |   |
| Estudio térmico índice B | MI 701,702,703  | Respetar la Exigencia 3 (HPE) para la viviendas individuales y dúplex bajo colectivos |
|                          | MI 704          |   |
| Estudio térmico índice B | MI 705          | Respetar la Exigencia 3 (HPE) para la viviendas individuales y dúplex bajo colectivos |
|                          | MI 801,802,803  |   |

Tabla 9 : Balance de las exigencias a respetar para las viviendas ABC

Este nuevo recorte, respetando las elecciones del director de obra, obligó la oficina de proyectos a ver de nuevo el estudio por entero.

Vamos a ver en la siguiente parte cuales fueron las ganancias realizadas del punto de vista energético en respuesta al nuevo estudio térmico.

## b. Influencia sobre los resultados energéticos

El nuevo recorte ha cambiado los resultados energéticos de los edificios. Además del nuevo recorte, los ingenieros procuraron optimizar las realizaciones energéticas de los edificios para hacer disminuir el presupuesto para el aislamiento. Podemos ver en la tabla 10 los resultados de los dos índices y el coeficiente  $U_{bat}/U_{batmax}$  nos da la diferencia entre el edificio y el edificio de referencia ( materiales de referencia según la RT2005).

|   |                               | Índice A |       |       |              | Índice B |       |       |              |
|---|-------------------------------|----------|-------|-------|--------------|----------|-------|-------|--------------|
|   |                               | A        | B     | C     | total        | A        | B     | C     | total        |
| Número de viviendas                           |                               | 19       | 28    | 22    | <b>69</b>    | 19       | 28    | 22    | <b>69</b>    |
| Sha*  | m <sup>2</sup>                | 1053     | 1517  | 1139  | <b>3710</b>  | 1053     | 1517  | 1139  | <b>3710</b>  |
| SDO*  | m <sup>2</sup>                | 1341     | 1900  | 1376  | <b>4617</b>  | 1341     | 1900  | 1376  | <b>4617</b>  |
| Shon*   | m <sup>2</sup>                | 1248     | 1843  | 1411  | <b>4502</b>  | 1248     | 1843  | 1411  | <b>4502</b>  |
| U <sub>bat</sub> *                            | W/°C.m <sup>2</sup>           | 0,637    | 0,602 | 0,576 | <b>0,604</b> | 0,637    | 0,667 | 0,645 | <b>0,652</b> |
| U <sub>batréf</sub> *                         | W/°C.m <sup>2</sup>           | 0,686    | 0,725 | 0,716 | <b>0,711</b> | 0,686    | 0,725 | 0,716 | <b>0,711</b> |
| U <sub>batmax</sub> *                         | W/°C.m <sup>2</sup>           |          |       |       |              |          |       |       |              |
| <b>Ganancia</b>                               |                               |          |       |       |              |          |       |       |              |
| <b>U<sub>bat</sub>/U<sub>batmax</sub></b>     | %                             | 7%       | 17%   | 20%   | <b>15%</b>   | 7%       | 8%    | 10%   | <b>8%</b>    |
| C <sub>ep</sub> proyecto*                     | kWh.ep/m <sup>2</sup> Shon/an | 39       | 58    | 57    | <b>52</b>    | 39       | 62    | 61    | <b>55</b>    |
| C <sub>ep</sub> réf*                          | kWh.ep/m <sup>2</sup> Shon/an | 111      | 97    | 99    | <b>102</b>   | 111      | 97    | 99    | <b>102</b>   |
| Ganancia C <sub>ep</sub> /C <sub>ep</sub> réf | %                             |          |       |       | <b>0%</b>    | 65%      | 36%   | 39%   | <b>45%</b>   |
| <b>C<sub>ep</sub> proyecto</b>                | kWh.ep/m <sup>2</sup> SDO/an  | 36       | 57    | 58    | <b>51</b>    | 36       | 60    | 62    | <b>54</b>    |
| <b>C<sub>ep</sub> exigencia</b>               | kWh.ep/m <sup>2</sup> SDO/an  |          |       |       | <b>78</b>    |          |       |       | <b>78</b>    |
| C <sub>ep</sub> calefaccion                   | kWh.ep/m <sup>2</sup> Shon/an | 42       | 28    | 26    | <b>31</b>    | 42       | 32    | 30    | <b>34</b>    |
| <b>C<sub>ep</sub> calefaccion</b>             | kWh.ep/m <sup>2</sup> SDO/an  | 39       | 27    | 26    | <b>30</b>    | 39       | 31    | 31    | <b>33</b>    |
| <b>C<sub>ep</sub> calefaccion exigencia</b>   | kWh.ep/m <sup>2</sup> SDO/an  |          |       |       | <b>35</b>    |          |       |       | <b>35</b>    |

Tabla 10 : Cuadro comparativo de los resultados conseguidos con los diferentes estudios térmicos de los edificios ABC

Observamos que el segundo estudio da resultados más próximos de las exigencias.

Las pérdidas (y, consecuentemente, los consumos para el edificio A) ligeramente aumentaron para los colectivos quedando inferiores a las exigencias. ¿ Cuál es el cambio que aumentó estas pérdidas? En realidad, este crecimiento del consumo es un consecuencia de que, en el nuevo estudio, menos puentes térmicos han sido tratados.

Los puentes térmicos fueron ampliamente tratados en el primer estudio por ruptores térmicos, que son escudos anti-pérdida de energía. En un contexto reglamentario que pretende reducir el consumo energético de los edificios y por consiguiente las emisiones de gas de efecto invernadero, la consolidación del aislamiento de la estructura, y con él el tratamiento de los puentes térmicos, es primordial. Los puentes térmicos son "hoyos" a través del aislamiento y estos últimos son responsables, según el CSTB (Centro científico y técnico de la construcción), del 10 al 40 % de huida.



Ilustración 11 : Ruptor térmico de balcones

El importe preventivo en ruptores térmicos era impresionante, el segundo estudio permitió reducir los huecos térmicos tratados al nivel de los colectivos y casas individuales bajo colectivos, quedándose en las exigencias. Los cambios del edificio A se producen como lo muestra el balance más abajo:

- ❖ Tratamiento de los huecos térmicos en el estudio térmico Índice A (Edificio A, B, C y casas individuales):
  - ✓ Para los suelos sobre tierra, utilizamos una capa sobre aislante grueso para el hueco losa de hormigón/fachada.
  - ✓ Para los huecos térmicos fachada/suelo intermedio de hormigón (también balcones), utilizamos ruptores térmicos.
  - ✓ Para los huecos térmicos fachada/pantalla, utilizamos lana de roca 6 cm.
  - ✓ Para los huecos terraza/fachada, utilizamos ruptores térmicos.
  - ✓ Para los huecos térmicos techo/fachada de los individuales, utilizamos ruptores térmicos.
  - ✓ Para los huecos térmicos pantalla/suelo intermedio de hormigón dentro del parking, utilizamos ruptores térmicos.
- ❖ Tratamiento de los huecos térmicos en el estudio térmico Índice B (Edificio A y casas individuales): lo mismo que el índice A
- ❖ Tratamiento de los huecos térmicos en el estudio térmico Índice B (Edificios B, C):
  - ✓ Para los suelos sobre tierra, utilizamos una capa sobre aislante grueso para el hueco losa de hormigón/fachada.
  - ✓ Para los huecos térmicos fachada/suelo intermedio de hormigón (ningún tratamiento para los balcones), utilizamos ruptores térmicos.
  - ✓ Para los huecos térmicos fachada/pantalla, utilizamos lana de roca 6 cm.

Así como lo muestra el cuadro de comparación de las resultados energéticas entra el índice A y el índice B, es en los edificios B y C que las pérdidas aumentaron, es en estos edificios que el numero de ruptores bajo, especialmente en los balcones y terrazas. Podemos ver en el siguiente plano (nº12) los planos que seguimos para la realización de los edificios.

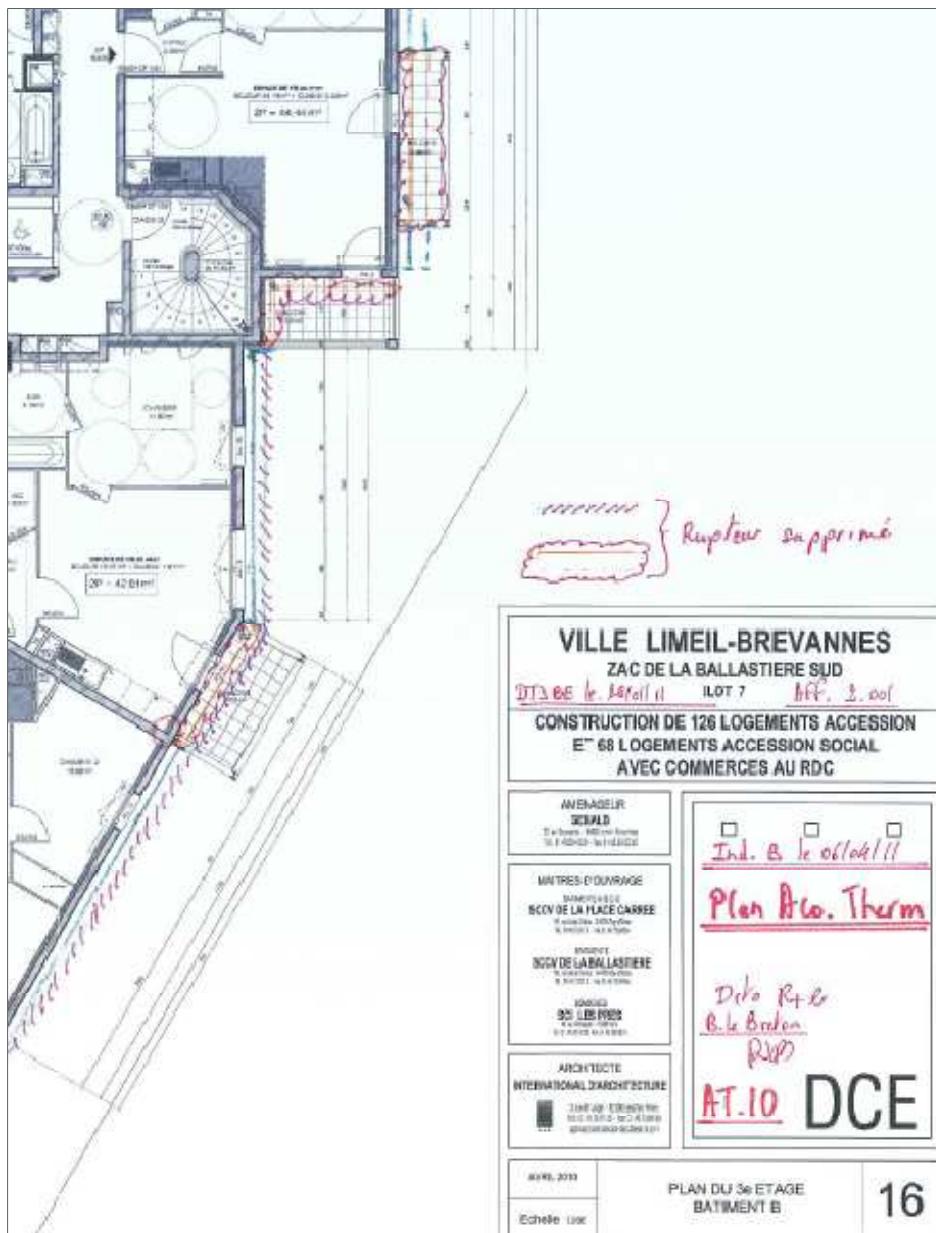


Ilustración 12 : Plano acústico y térmico de la oficina técnica para la tercera planta del edificio B

### c. Cantidad de ruptores

Con el nuevo estudio térmico, era necesario repetir al cálculo de las cantidades de ruptores térmicos.

Era necesario volver a coger las cantidades rápidamente para varias razones. De una parte, para estar seguro del emplazamiento de cada ruptores, porque todavía no teníamos los planos de la oficina técnica (planos como el de la ilustración 12), y debíamos efectuar los primeros pedidos. Por otra parte, para darse cuenta de costes de los ruptores y las economías que íbamos a hacer gracias a las optimizaciones hechas en el nuevo estudio.

Para los costes, he actualizado el cuadro que había sido hecho para el índice A del estudio térmico para conocer la economía posible con el índice B:

|                   | INDICE A         |                 |                 |                 |                  |
|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|                   | FACHADA          | BALCONES        | TERRAZAS        | ACROTERAS       | TOTAL            |
| <b>EDIFICIO A</b> | 218              | 33              | 114             | 147             | 512              |
| <b>EDIFICIO B</b> | 291              | 84              | 56              | 149             | 581              |
| <b>EDIFICIO C</b> | 227              | 49              | 78              | 205             | 558              |
| <b>EDIFICIO D</b> | 401              | 121             | 73              | 292             | 887              |
| <b>EDIFICIO E</b> | 606              | 216             | 109             | 412             | 1343             |
| <b>TOTAL</b>      | <b>1743</b>      | <b>503</b>      | <b>430</b>      | <b>1206</b>     | <b>3881</b>      |
| <b>PU</b>         | 68 €             | 100 €           | 100 €           | 68 €            |                  |
| <b>TOTAL HT</b>   | <b>118 521 €</b> | <b>50 284 €</b> | <b>43 005 €</b> | <b>81 984 €</b> | <b>293 794 €</b> |

Tabla 13 : Cantidad de ruptores (en metro) siguiente al índice A del estudio térmico.

|                   | INDICE B         |                 |                 |                 |                |                  |
|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
|                   | FACHADA          | BALCONES        | TERRAZAS        | ACROTERAS       | PARKING        | TOTAL            |
| <b>EDIFICIO A</b> | 147              | 33              | 71              | 80              | 13             | 344              |
| <b>EDIFICIO B</b> | 265              | 0               | 0               | 7               | 7              | 279              |
| <b>EDIFICIO C</b> | 167              | 0               | 0               | 16              | 16             | 199              |
| <b>EDIFICIO D</b> | 397              | 0               | 104             | 0               | 20             | 522              |
| <b>EDIFICIO E</b> | 529              | 191             | 189             | 209             | 0              | 1118             |
| <b>TOTAL</b>      | <b>1506</b>      | <b>224</b>      | <b>364</b>      | <b>312</b>      | <b>56</b>      | <b>2462</b>      |
| <b>PU</b>         | 68 €             | 100 €           | 100 €           | 68 €            | 68 €           |                  |
| <b>TOTAL HT</b>   | <b>102 433 €</b> | <b>22 419 €</b> | <b>36 386 €</b> | <b>21 203 €</b> | <b>3 784 €</b> | <b>186 225 €</b> |

Tabla 14 : Cantidad de ruptores (en metro) siguiente al índice B del estudio térmico.

Los precios por unidad comprenden el precio de los ruptores y el precio de la mano de obra para ponerlos. Pero es un precio aproximado de los ruptores y lo mismo para el tiempo considerado para la mano de obra. La economía realizada tiene que ser interpretado con delicadeza , ya que las cantidades que vamos a utilizar realmente en la obra no corresponderán a la tabla.

El ahorro es más o menos de 100 000 € .

## II. Aislante sobre o bajo la losa de hormigón ?

Siguiente al análisis de las dos estudios térmicos, he visto que la obra había mandado demasiado del aislante llamado “Fibra Xtherm”. Efectivamente, en el nuevo estudio térmico, las capas sobre aislante (lo cual no es “Fibra Xtherm”) han sido privilegiadas.

### 1. Estudio de las diferentes técnicas

En primer lugar, vamos a ver las diferencias entre los dos tecnologías.

#### a. Que es el “Fibra Xtherm” ?

Es un procedimiento de aislamiento térmico bajo las losas de hormigón con la ayuda de tableros compuesto de lana de madera constituidos por una alma en PSE (polietileno expansado) Knauf XTherm 33 y de 2 paramentos de 5 mm en fibras largas de madera resinosos seleccionados y mineralizados y envueltos en cemento gris. Los componentes principales son el madera, el cemento y la cal.



Ilustración 15 : Fibra Xtherm

Cuáles son las resultados térmicos de un losa de hormigón de 20cm con “Fibra Xtherm E” ? La tabla 16 da valores de referencia :

| PANNEAUX FIBRA XTherm E  | Épaisseur en mm  | 80   | 100  | 115  | 125  | 150  |
|--|--|------|------|------|------|------|
|  | Résistance thermique R (m <sup>2</sup> .K/W)<br>(Certificat ACERMI n° 03/007/314)                                | 2,20 | 2,85 | 3,30 | 3,60 | 4,35 |
| Dalle béton ép. 20 cm avec panneaux de FIBRA XTherm E en sous-face | Coefficient de transmission surfacique Up sur vide sanitaire ou parking faiblement ventilé (W/m <sup>2</sup> .K) | 0,38 | 0,30 | 0,27 | 0,25 | 0,21 |

Tabla 16 : Tabla con las resistencias térmicas y los coeficientes de transmitancia térmica U del Xtherm

### b. Que es una capa sobre aislante grueso ?

En este caso, el aislante está colocado entre la losa de hormigón de 20cm y una capa de 5cm. El aislante es un “Efisol TMS FM 60” con un aislante acústico “assour”.

Los componentes del TMS son una placa de espuma de poliuretano , con un capa estanca en los dos lados.



Ilustración 17 : Sección del aislante Efisol

Un gran ventaja es la eliminación de los huecos térmicos entre la losa de hormigón y la pantalla.  $\lambda_D = 0,022 \text{ W}/(\text{m.K})$  de 48 à 100 mm

|                       |    |     |      |     |      |
|-----------------------|----|-----|------|-----|------|
| Espesor               | 25 | 40  | 68   | 80  | 100  |
| Resistencia térmica R | 1  | 1,7 | 3,15 | 3,7 | 4,65 |

Tabla 18 : Tabla con las resistencias térmicas del Efisol

Las soluciones de aislamiento térmico por exterior han sido recomendadas por la RT 2005. Así, “en suelo bajo sobre un local no calentado o sobre el exterior, el tratamiento del hueco térmico puede ser conseguido con una capa flotante armada de 6cm sobre un complejo en espuma de poliuretano de espesor e = 6 a 8 cm y de una subcapa acústica tipo Assour Chape 19 o Tramichape fibra + película: Las ganancias son del 2 al 4 % sobre el coeficiente C ”.

### c. Comparaciones de las dos soluciones

Los dos soluciones tienen cada uno sus ventajas. La colocación de “Fibra Xtherm” sobre la obra civil no presenta ningún problema y es muy bien ejecutada. Esta colocación interviene después de la colocación de la arenilla y de la película de polyane (que permite evitar los infiltraciones de humedad y la mezcla entre la arenilla y el hormigón), y antes del herraje del suelo. En cambio, este solución deja huecos térmicos que necesitan un aislamiento, o que se puede dejar pero quienes reducen en este caso el aislamiento del edificio.

Si utilizamos una capa sobre aislante grueso, la realización es más difícil porque hay que contratar un empresa para hacer las capas y poner el aislante. Es una carga porque

tenemos que controlar y integrar los intervenciones en la planificación. En el punto de vista técnico, tenemos también un hueco térmico a tratar: es el hueco en junción entre la capa y las pantallas. Este tratamiento es realizado por elementos aisladores en poliestireno expandido o de lana de roca de 6cm por 8cm de altura. Pero las paredes dobladas son de tal manera aislado en nuestra obra porque el aislamiento se hace dentro de las viviendas : pues esto no plantea problema suplementario.

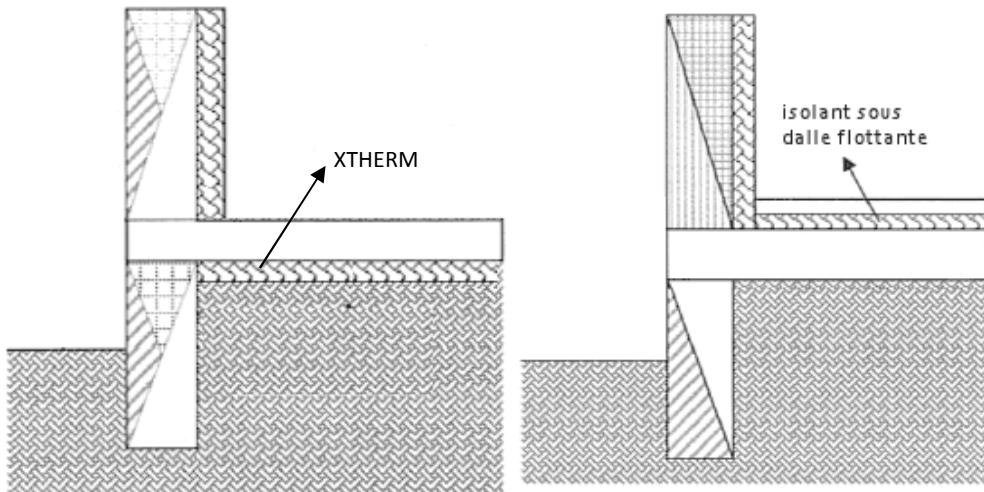


Ilustración 19 : solución “Fibra Xtherm” y solución aislante bajo la capa

## 2. Calculo de $U_{bat}$ para el edificio D

### a- Situación

Para responder a la pregunta de la sustitución de las capas por “Fibra Xtherm”, he calculado el  $U_{bat}$ \* para el edificio D. Efectivamente, en el nuevo estudio térmico, el edificio D contiene capas, para las casas individuales o las casas individuales bajo colectivos. Escogí interesarme al edificio que contiene la superficie más grande de viviendas individuales (‘duplex’) bajo colectivos, y pues he elegido el caso de las casas individuales bajo colectivos, que constituyen para el edificio D una superficie de 525 m<sup>2</sup>.

Todo la planta baja del edificio D está constituido por casas individuales (planta baja y primer planta). En el centro se encuentra el aparcamiento (planta baja y primer planta). He llamado numerosas veces el especialista de la térmica en BOUYGUES CONSTRUCTION quien se ocupó del estudio térmico. Me aportó informaciones importantes, como el hecho de que en caso de dos viviendas codo a codo, no se tome en cuenta el hecho de que una vivienda podría no ser calentada, por ejemplo porque no es alquilado.

En cambio puede ocurrir pérdidas entre las piezas. Por ejemplo, los cuartos de baño son considerados a una temperatura de 21°C mientras que las estancias son consideradas a 19°C. Pues hay pérdidas entre una estancia y una sala de baño.

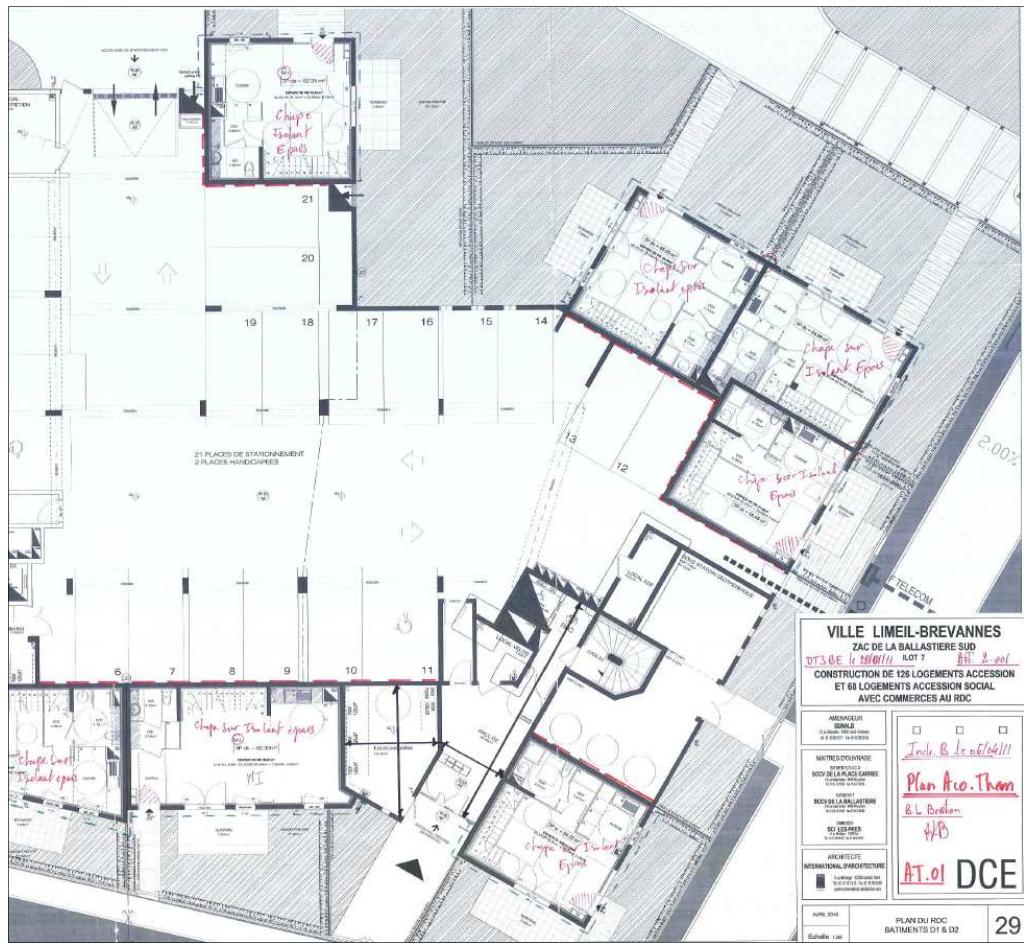


Ilustración 20 : Plano acústico y térmico para la planta baja del edificio D

#### Balance de las paredes para el cálculo de $U_{bat}$ :

Hay que tomar en cuenta para los cálculos, las paredes opacas, vítreas o translúcidas que separan el volumen calentado del edificio :

- Del exterior
- Del suelo
- De los locales no calefactados

No hay que tomar en cuenta :

- Las paredes aisladas ( $U \leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ) de los locales calefactados que son al lado de volúmenes interiores.
- Las paredes y las puertas de acceso a las ascensores al lado de locales calentados o considerados como tales, cuando las paredes verticales pesadas de estas ascensores son aisladas.
- Las puertas de acceso a los locales comerciales, a los locales públicos, y a los volúmenes interiores.

## b- Calculo de $U_{bat_{réf}}$

Primero, vamos a calcular  $U_{bat_{réf}}^*$  que es el valor de referencia y después vamos a comparar este valor con  $U_{bat}^*$  (no es posible sobrepasar la valor de referencia).

El valor del coeficiente  $U_{bat}^*$  tomado en referencia, llamado " coeficiente medio de referencia de perdidas por las paredes y las ventanas del edificio ", anotado  $U_{bat_{réf}}^*$ , se expresa :

$$\frac{a_1 \cdot A_1 + a_2 \cdot A_2 + a_3 \cdot A_3 + a_4 \cdot A_4 + a_5 \cdot A_5 + a_6 \cdot A_6 + a_7 \cdot A_7 + a_8 \cdot L_8 + a_9 \cdot L_9 + a_{10} \cdot L_{10}}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7}$$

Con todos los coeficientes explicados en la tabla siguiente, donde hay también el cálculo de  $U_{bat_{réf}}^*$ .

|     | Aire  | Coeff a1 -> a10           | Total        |
|-----|---|---------------------------|--------------|
| A1  | Aire de los pantallas en contacto con el exterior o con un local no calefactado                       | 616,44                    | 0,36         |
| A2  | Aire de los techos bajo desván  | 29,79                     | 0,2          |
| A3  | Aire de las terrazas (techo)  | 23,93                     | 0,27         |
| A4  | Aire de los losas sobre el suelo exterior   | 288,73                    | 0,27         |
| A5  | Aire de las puertas   | 28,16                     | 1,5          |
| A6  | Aire de las ventanas y de las puertas-ventanas, en contacto con el exterior o un local no calefactado | 0                         | 2,1          |
| A7  | Igual que A6 pero con cierre  | 87,48                     | 1,8          |
| L8  | Lineal de los losas de hormigón sobre suelo   | 185,01                    | 0,4          |
| L9  | Lineal de los losas de hormigón intermedios   | 120,78                    | 0,55         |
| L10 | Lineal de las terrazas (techo)  | 43,44                     | 0,5          |
|     |   |                           | 674,15       |
|     |   | <b>Ubat<sub>réf</sub></b> | <b>0,627</b> |

Las valores de los coeficientes « a » son en la tabla 21 siguiente y estos valores dependen de las zonas climáticas, y la obra se sitúa en la zona H1.

| COEFFICIENT $a_i$             | ZONE $H_1$ $H_2$ et $H_3 > 800 \text{ m}$                             | ZONE $H_3 \leq 800 \text{ m}$   |
|-------------------------------|---|---|
| $a_1$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 0,36  | 0,40  |
| $a_2$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 0,20  | 0,25  |
| $a_3$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 0,27  | 0,27  |
| $a_4$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 0,27  | 0,36  |
| $a_5$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 1,50  | 1,50  |
| $a_6$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 2,10  | 2,30  |
| $a_7$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 1,80  | 2,10  |
| $a_8$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 0,40  | 0,40  |
| $a_9$ (W/m <sup>2</sup> K)    | 0,55 pour les maisons individuelles<br>0,60 pour les autres bâtiments | 0,55 pour les maisons individuelles<br>0,60 pour les autres bâtiments |
| $a_{10}$ (W/m <sup>2</sup> K) | 0,50 pour les maisons individuelles<br>0,60 pour les autres bâtiments | 0,50 pour les maisons individuelles<br>0,60 pour les autres bâtiments |

Tabla 21 : Valores de los coeficientes a

### c- Calculo de $U_{bat}$

He empezado con el cálculo de las superficies de las viviendas, es decir las viviendas duplex bajo colectivos del edificio D. Es la primera cosa que se debe calcular para el cálculo de las perdidas. Recuerdo en anexo las definiciones del SHA\*, del SDO\* y el SHON\*.

Los ingenieros que han hecho el estudio han elegido una capa sobre aislante para las casas individuales a planta baja. Entonces las cantidades de “Fibra Xtherm” que pedimos son muy importantes. Pensamos que es posible, añadiendo algunos ruptores de huecos térmicos, de compensar las pérdidas a causa de la utilización del “Fibra Xtherm”. Efectivamente, el “Fibra Xtherm” no resuelve los huecos térmicos losa de hormigón/suelo. La ventaja sería utilizar todo el “Fibra Xtherm”.

Gracias a los normas Th-U, vamos a calcular  $U_{bat}^*$ , coeficiente medio de transmisión a través de las paredes que dividen el volumen calefactado del exterior, del suelo y de los locales no calefactadas.

Se lo expresa en  $W/(m^2.K)$ . Vamos a calcular  $U_{bat}^*$  en el caso de capa+aislante luego en el caso del “Fibra Xtherm” y por fin a ver los mejoramientos que se puede obtener con tratamiento de los huecos con ruptores térmicos.

Tomamos las hipótesis siguientes por los huecos térmicos Pared exterior/losa interior intermedio:

- ✓ Sin tratamiento, el coeficiente lineico de perdidas es de 0,495
- ✓ Con tratamiento, el coeficiente es de 0,085

Para los huecos térmicos Pared exterior/losa de hormigón sobre suelo, las hipótesis son diferentes :

- ✓ Sin tratamiento, el coeficiente lineico de perdidas es de 0,63
- ✓ Con tratamiento, el coeficiente es de 0,1

En estas circunstancias, tomamos 0,63 cuando ponemos el “Fibra Xtherm” y 0,1 cuando ponemos una capa sobre aislante grueso, ya que la capa+aislante trata el hueco térmico y el “Fibra Xtherm” no le trata.

Primero voy a presentar mis cálculos de los coeficientes U con las diferentes soluciones. Los cálculos de los coeficientes de transmisiones, para las ventanas, para las paredes van a ser presentados en anexo.

| XTHERM                         | Espesor<br>(m)                 | Conductividad térmica |                             | Resistencia térmica     |                     |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
|                                |                                | kcal/h m °C           | W/m °C                      | hm <sup>2</sup> °C/Kcal | m <sup>2</sup> °C/W |
| Fibra Xtherm 100 mm            | 0,1                            | 0,0301                | 0,035                       | 3,3206                  | 2,8571              |
| Losa de hormigón               | 0,2                            | 1,7208                | 2                           | 0,1162                  | 0,1000              |
| Resistencias superficiales int |                                |                       |                             | 0,1500                  | 0,1300              |
| Resistencias superficiales ext |                                |                       |                             | 0,1000                  | 0,8000              |
| Resistencia total              |                                |                       |                             | 3,6869                  | 3,8871              |
| <b>U</b>                       | <b>Kcal/h.m<sup>2</sup>.°C</b> | <b>0,2712</b>         | <b>W/h m<sup>2</sup> °C</b> | <b>0,2573</b>           | <b>b=1</b>          |

| CAPA + AISLANTE GRUESO         | Espesor<br>(m)                 | Conductividad térmica |                             | Resistencia térmica     |                     |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
|                                |                                | kcal/h m °C           | W/m °C                      | hm <sup>2</sup> °C/Kcal | m <sup>2</sup> °C/W |
| Capa                           | 0,05                           | 1,7208                | 2                           | 0,0291                  | 0,0250              |
| Efisol TMS 60 mm               | 0,06                           | 0,0198                | 0,023                       | 3,0319                  | 2,6087              |
| Losa de hormigón               | 0,2                            | 1,7208                | 2                           | 0,1162                  | 0,1000              |
| Resistencias superficiales int |                                |                       |                             | 0,1500                  | 0,1300              |
| Resistencias superficiales ext |                                |                       |                             | 0,1000                  | 0,8000              |
| Resistencia total              |                                |                       |                             | 3,4272                  | 3,6637              |
| <b>U</b>                       | <b>Kcal/h m<sup>2</sup> °C</b> | <b>0,2918</b>         | <b>W/h m<sup>2</sup> °C</b> | <b>0,2729</b>           | <b>b=1</b>          |

Ahora, voy a calcular  $U_{bat}^*$  saperamente con los dos técnicas :

- Cálculo de  $U_{bat}$  con capa y aislante grueso : ver anexo 1  
El resultado en  $U_{bat}=0,780$
- Ahora el cálculo con el “Fibra Xtherm” : ver anexo 2  
El resultado es  $U_{bat}=0,872$

El coeficiente  $U_{bat}$  pasa de 0,780 con la capa+aislante a 0,872 con el “Fibra Xtherm”. Ahora Veamos qua pasa cuando añadimos ruptores.

- Cálculo con el “Fibra Xtherm” y con ruptores térmicos entre las pantallas exteriores y las losas de hormigón intermedios:  
Porque tratar estos huecos térmicos y hacer nada para los huecos losa de hormigón sobre suelo/pantalla? De hecho, tratar los huecos térmicos de la losa sería consumir demasiado tiempo en el que nos queda para la realización de las losas del edificio D, y esto impondría un nuevo estudio a este nivel.

El resultado es  $U_{bat} = 0,850$  (ver anexo3)

De hecho, la ganancia es limitada porque ya había el tratamiento de huecos térmicos en primer caso. El añadido de ruptores no es bastante consecuente. Para concluir, los ruptores térmicos son una buena solución para compensar las pérdidas más importantes con “Fibra Xtherm”. En obras, esto habría podido ser una solución para los edificios B y C en los que los huecos térmicos son poco tratados. Esto nos habría permitido despachar nuestras existencias de “Fibra Xtherm”. Evidentemente, al nivel de los costes, los ruptores térmicos son soluciones muy caros y podría ser rentable únicamente con la contrapartida de despachar “Fibra Xtherm”.

### III. Otras misiones: Comprobaciones en la obra

#### 1. Comprobaciones de Seguridad y de limpieza

##### a. Las acciones

En BOUYGUES CONSTRUCTION, la seguridad es un tarea muy importante para los ingenieros. La voluntad de la empresa es muy clara: es " Cero accidente ". Es un objetivo muy fuerte y cada estrato de la empresa es consciente de eso y actúa en consecuencia.

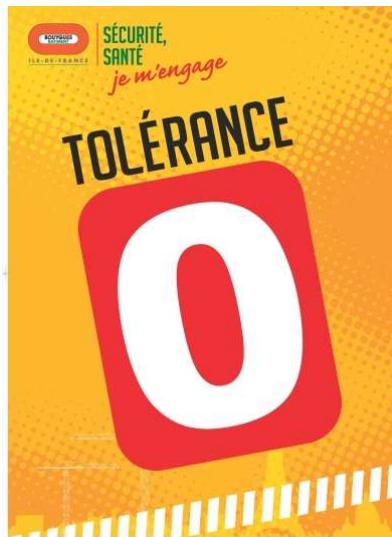


Ilustración 23 : Anuncio para la seguridad

Estas voluntades en el sector de la seguridad necesitan la colocación de normas y de procedimientos estrictos en obras y en cada puesto de trabajo. Los procedimientos para cada puesto de trabajo deben ser respetados, el material debe ser en buen estado, los compañeros en buena salud y conscientes de los riesgos en sus puestas y en obras en general.

Los numerosos procedimientos fueron colocados por BOUYGUES para garantizar la seguridad de los compañeros sobre la obra. BOUYGUES se compromete sobre 5 puntos:

- **Seguridad y salud**, la seguridad es nuestra prioridad.
- **Profesionales**, nos comprometemos en anticipar, preparar y ejecutar en el respeto de las normas.
- **Solidarios**, nos comprometemos en transmitir y compartir nuestra experiencia y nuestra destreza
- **Compañeros**, nos comprometemos en integrar en nuestro proyecto todos los personas que trabajan para que la obra sale bien.
- **Responsables**, nos comprometemos en actuar como ciudadanos vigilantes y ejemplares.

Estos cinco compromisos son declinados en cada unidad operacional a través de un proyecto de acción seguridad-salud.

Numerosas acciones específicas en cada Unidad Operacional han sido contratadas:

- ✓ Establecimiento de una libreta sobre la seguridad vial.
- ✓ Comunicación sobre el deber de alerta y el derecho de retirada.
- ✓ Utilización de las protecciones individuales contra el ruido.
- ✓ Sensibilización al riesgo alcohol.
- ✓ Calentamiento muscular matutino.
- ✓ Campaña QSE (ver glosario) o ¼ de hora seguridad.
- ✓ Procedimiento en caso de riesgo " polvos de plomo ".
- ✓ Nuevos acantonamientos guardarropas están instalados en todas las obras empezadas desde el 1 de octubre de 2008.

Por otra parte, sobre cada obra de BOUYGUES BÂTIMENT ILE-DE-FRANCE, un balance sobre las acciones llevadas y sobre los resultados obtenidos a propósito de los cinco compromisos es hecho y a partir de este balance serán colocados los nuevos planes de acción para alcanzar este objetivo de "o accidente". La obra es anotada de manera interna, lo que permite tener un seguimiento continuo y una "presión" continua.

De cuando en cuando fui responsable de la "visita semanal seguridad" sobre la obra. Es una visita de la obra con un ingeniero, un jefe de obra y un compañero. La idea es que el compañero se expresa sobre el estado de la obra, respecto al comportamiento, a la limpieza, y sobre todo a la seguridad. Esto permite que los compañeros toman conciencia de muchas cosas. En mi caso, estas visitas me aprenden muchas cosas sobre los reflejos importantes que son vitales en la obra y que pueden salvar vidas.

La seguridad es un asunto de cada instante, hay que siempre pensar en eso y no vacilar en repetirse. El jefe de obra con el cual trabajo es muy serio con los problemas de seguridad y hace constantemente esfuerzos para recordar las normas primordiales, y reñir si necesario. Los ingenieros también son muy implicados, tenemos la responsabilidad de la obra y es un deber de vigilar a los compañeros, y de señalarle al jefe de obra los comportamientos malos o las zonas de peligro en la obra.

#### **b. El etiqueta Ecosite : Respeto del entorno**

Para reducir el impacto medioambiental de sus obras, BOUYGUES CONSTRUCTION ha establecido estándares medioambientales comunes en todos sus filiales y sus oficinas.

Nacidas de los reglamentaciones nacionales más exigentes y de comportamientos prácticas ejemplares observadas en el grupo, estos estándares garantizan a nuestros clientes una ejecución de los trabajos en el respeto más grande del entorno y de los vecinos.

Para eso, 3 instrumentos han sido colocados:

- ✓ Un guía de los estándares medioambientales con numerosas temáticas: riesgos medioambientales del proyecto, residuos, ruidos ambientales, consumo de energía, etc ...
- ✓ Una tabla de evaluación que sirve para comprobar los 11 temas
- ✓ Un etiqueta para el entorno, concedido con arreglo a los resultados obtenidos sobre esta tabla de evaluación.



Ilustración 24 : Etiqueta de BOUYGUES CONSTRUCTION

## 2. Comprobaciones de las redes de saneamiento

Otra misión era el control de la buena realización de las redes de saneamiento. En nuestra obra, realizamos con nuestros obreros las redes. La red es separada, y tenemos también una red "hidrocarburo" para vaciar las aguas del aparcamiento y llevarlas en una fosa a decantación. La fosa de decantación impide que las aceites pesados se echan en el entorno.

Fue muy importante controlar la buena realización de estas canalizaciones por numerosas razones:

- comprobar las pendientes para impedir problemas en la red
- Acabar las redes para hacer las losas de hormigón.
- seguir las variaciones de las existencias de materiales para que no falta materiales.
- No olvidar ni mezclar las redes para respetar las normas y para respetar el entorno.

El primer plano de las redes que hemos recibido era extremadamente complejo. Lo he cambiado con el jefe de obra y le he reenviado al fontanero para que valide nuestras

modificaciones. Después, calculo todos los niveles de las redes para situar correctamente las miradas. Por otro lado, no teniendo los planos, no pudimos anticipar y colocar reservas en las vigas del suelo. Pongo atención pasar encima o debajo de las vigas, para evitar cavar el hormigón.

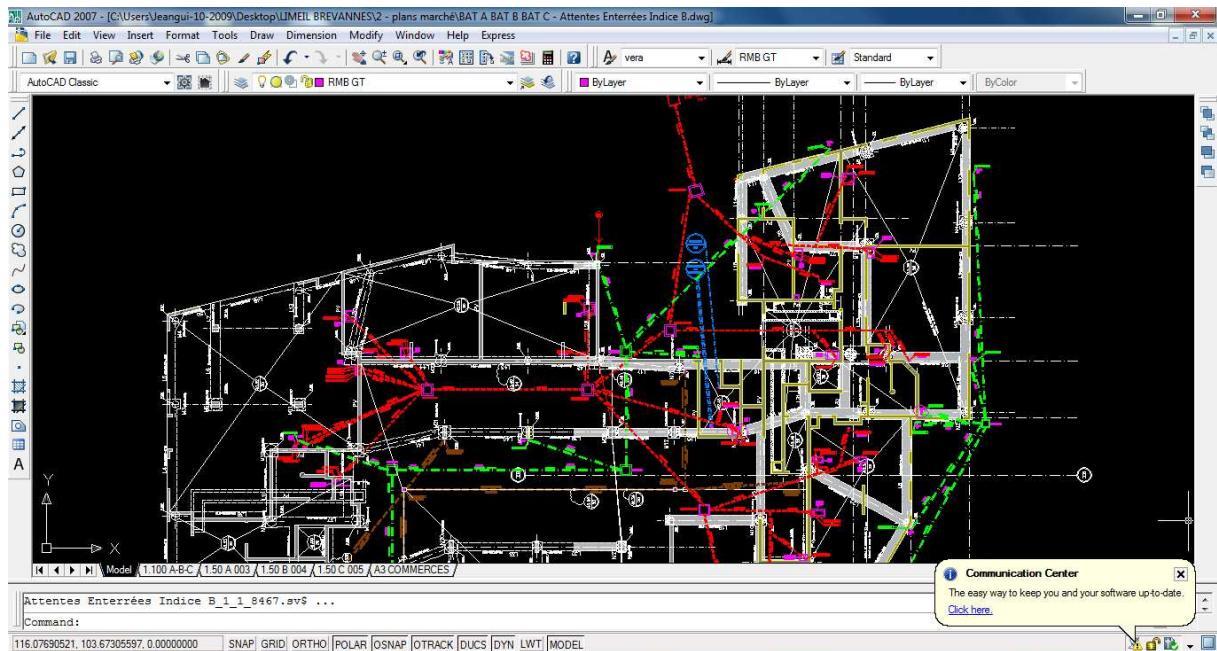


Ilustración 25 : Plano Autocad de las redes de saneamiento

Los planos autocad como la de la ilustración 25 es una de mis herramientas de trabajo indispensables para dar las buenas cotas a los obreros responsables. Además de los emplazamientos de las canalizaciones, los diámetros de los tubos son indicados. Es con el plano que calculo los niveles de los tubos. Según el CCTP, hay que adaptar la dimensión de la mirada con arreglo a su profundidad: mirada 50x50 para las profundidades <80cm, mirada 80x80 para las profundidades > 80cm.



Ilustración 26 : Realización de las redes de saneamiento

### 3. Comprobaciones del hormigón

Un papel importante que tengo que cumplir en la obra es el control del hormigón para los edificios ABC. Los jefes de obra necesitan los planos de la oficina técnica y nosotros debemos comprobar los planos antes de darlos a los jefes. Los errores pueden venir del plano que se abasteció, de un error de trazado o de un error de ejecución, o simplemente de una incomprensión. Pues es importante comprobar para anticipar las correcciones.

Hay que comprobar con regularidad los espesores de los pantallas, las dimensiones entre pantallas, las alturas bajo techos, comprobar que las reservas para los pasos de cables, para las ventilaciones, hay que también comprobar las direcciones de aperturas de las puertas y las dimensiones de las puertas.

Más tarde, hay que trasladar sobre un plano las medidas, comprobar que son correctas, y después llenar una ficha de control para tener un seguimiento. En la ficha de comprobación, hay que indicar los diferentes modificaciones necesarias.

Estos controles son importantes para comprobar las superficies verticales de las pantallas y de los postes. Las personas que hacen los acabados son encargadas de corregir los defectos del hormigón. Cada vez que pantallas han sido vaciados, es necesario marcar la presencia de los doblajes para evitar hacer acabados en estos lugares. Las tolerancias que hay que respetar para los muros doblados son explicadas en el CCTP\*, " para las superficies destinadas a recibir un capa de paramento tradicional o para los paramentos escondidos. Lo plano a la regla de 2m debe ser inferior a 10mm e inferior a 5mm a la regla de 20cm ". Para todos los otros tipos de pantallas, las tolerancias son descritas en el CCTP\*.

Por su parte, los jefes de obras son responsables de la realización de las probetas para que el hormigón sea sometido a ensayos. El número y el intervalo del tiempo entre los ensayos son descritos en el CCTP\* y dependen del volumen total del hormigón previsto para la obra.

## Conclusión:

Las comparaciones de los estudios térmicos y las problemáticas que lo emanaron me permitieron encontrar soluciones para que la obra pueda realizarse con las normas que corresponden a las elecciones de las oficinas técnicas. El retraso con cual recibimos el segundo estudio térmico ha obligado hacer un estudio rápido y exhaustivo del problema con el fin de dar una respuesta teórica pero sobre todo una respuesta que tuvo un impacto directo en obras y que ha sido aplicada con precisión y con rapidez por los jefes de obras. Por ejemplo, Debemos indicar sobre cada plano los nuevos emplazamientos de los ruptores para que los jefes de obras tengan las informaciones para avanzar.

He aprendido un montón de cosas con todas las misiones que tuve en la obra. Los tareas son muy diversos, y en un día, no es habitual trabajar para elegir un subcontrato en su despacho una mañana (llamar a subcontratistas para conseguir precios, para discutir los precios y productos), y en la tarde estar en el terreno para controlar la seguridad, discutir sobre tal o tal modificaciones de la red de saneamiento con un obrero. Es también un trabajo muy humano. Discutir con los compañeros permite acercarse de ellos y dar un sentido en el trabajo, y ayuda también los futuros relaciones que se puede tener con ellos para una cuestión u otro. Acabaría poniendo una foto del adelanto del edificio a finales de mayo de 2011, un poco más de 2 meses después del principio.

