	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 1
---	--	----------------------------	---------------------

Ingeniería en Fachadas Ventiladas
C/ Alfonso I, Nº17
Edificio Plaza 14, Business Center
Planta 4ª, oficina 4
50003 Zaragoza, España
tel. (+34) 976 302 819 fax. (+34) 976 398 721
e-mail: dpto.tecnico@fachadasventiladas.com
www.faveton.com

INFORME PROYECTO URSUS - FACHADA VENTILADA FAVETON


Fecha: 9- 8- 2007

Autor: Gustavo Sánchez Cebollada

Ingeniero Industrial


Carlos Compains

Ingeniero Industrial

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 2
---	--	----------------------------	---------------------

INDICE

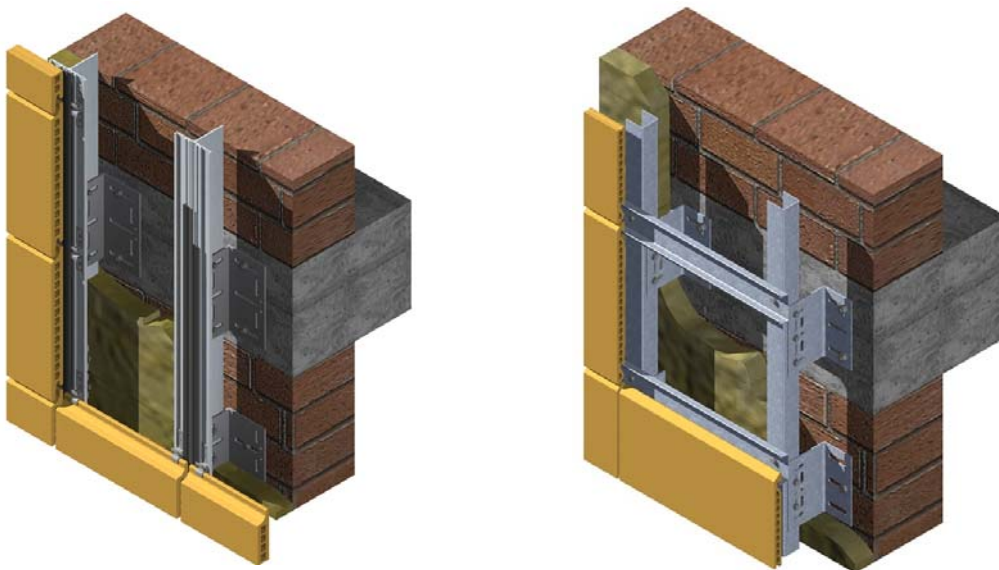
Informe Salubridad	3
Informe Comparativa Eficiencia Térmica	7
Informe Sostenibilidad	10
Informe Comparativo económico	11
Anexo I. Ensayo resistencia aguas pluviales.....	13

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 3
---	--	----------------------------	---------------------

INFORME SALUBRIDAD


DEFINICIÓN DE SISTEMA-INTRODUCCIÓN

La fachada ventilada es un sistema de aislamiento de paredes verticales consistente de varias capas con ventilación interpuesta. Faveton es principalmente un conjunto de piezas cerámicas de gran formato conformadas por extrusión para las que se han desarrollado distintos sistemas de fijación para su utilización como fachada ventilada y para cubrir las necesidades constructivas de diferentes arquitectos, así como sistemas de protección solar con piezas especialmente diseñadas para ello. El sistema Faveton, con la utilización de su piezas Ceram y Bersa, consiste en subestructuras de fijación al muro en materiales de aluminio y acero inoxidable o bien de galvanizado donde las condiciones atmosféricas no son muy agresivas, con regulación tridimensional para conseguir un perfecto aplomado de fachada salvando posibles defectos de obra y posibilitando una perfecta ejecución del aislamiento. La forma machihembrada de las piezas Faveton (facilitada por la fabricación por extrusión) dificulta la entrada de aguas, así como los perfiles de EPDM extrusionados colocados en las juntas de algunos de los sistemas.



La utilización de las fachadas ventiladas se ha incrementado notablemente en los últimos años por tres razones fundamentales:

- La mejora en la eficiencia térmica de la edificación, debido fundamentalmente a la aplicación de un aislamiento continuo y constante en espesor en el lado caliente de la cámara a lo largo de toda la superficie de la fachada tapando todos los puentes térmicos de la misma. Este efecto es positivo tanto en meses cálidos como en meses fríos, tanto en climas templados o cálidos como fríos.

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 4
---	--	----------------------------	---------------------

- La mejora de las condiciones de salubridad de la edificación ya que la fachada ventilada cumple con dos condicionantes hasta ahora excluyentes entre sí, la protección contra las aguas pluviales y la eliminación de todo riesgo de condensaciones superficiales e intersticiales, debido fundamentalmente a la cámara ventilada.
- Los excepcionales resultados estéticos que se resultan de la utilización de este tipo de fachadas que pueden suponer la utilización de los más diversos materiales como revestimiento exterior de la fachada cambiando totalmente la estética de la edificación tradicional.

PROTECCIÓN CONTRA LAS AGUAS PLUVIALES

Como se ha hablado con anterioridad la mejora de la salubridad radica en los condicionantes de protección contra las aguas pluviales y la supresión de condensaciones.

En cuanto a la protección contra las aguas pluviales se refiere, los procesos de certificación de los diferentes sistemas de fachadas ventiladas incorporan ensayos normalizados a nivel europeo. El ensayo al que nos referimos es el UNE-EN 12865-2002 y tiene como misión el comprobar la resistencia del muro ante agua de lluvia bajo impulsos de presión de aire, entendiéndose como resistencia la dificultada que opone el sistema ante la entrada del agua de la lluvia.

La clasificación final después del ensayo para la fachada Faveton es que bajo impulsos de presión de 1200 Pa (límite de dispositivo de ensayo) no se han observado acumulación de agua en el perímetro de las placas, no se observa acumulación de agua en los perfiles, y se observa una pequeña acumulación de agua en el interior de la cámara si bien según el laboratorio no resulta significativa. Con estos resultados se cumple sobradamente con la categoría exigida a las fachadas ventiladas en este ensayo evidenciando que en la fachada ventilada Faveton es prácticamente imposible la entrada de agua de lluvia en condiciones normales. Esto nos conducirá a la conclusión de que si no entra el agua en la cámara, teniendo además el efecto cámara ventilada, el aislamiento no se mojará por lo que no perderá nunca sus propiedades y no pasará al paramento interior por lo que no se hace necesario un raseado hidrófugo para conseguir el grado máximo de salubridad, ahorrando de esta manera costes. Adjuntamos ensayos realizado por laboratorio acreditado.

SUPRESIÓN DE CONDENSACIONES

La existencia de la cámara ventilada, así como la situación del aislamiento térmica en la cara caliente de la cámara facilitan la desaparición de las condensaciones tanto superficiales como intersticiales.

Cuando a temperatura y presión de vapor del interior de un edificio es superior a la existente en el exterior, se genera un gradiente de temperaturas en el cerramiento y un flujo de aire caliente

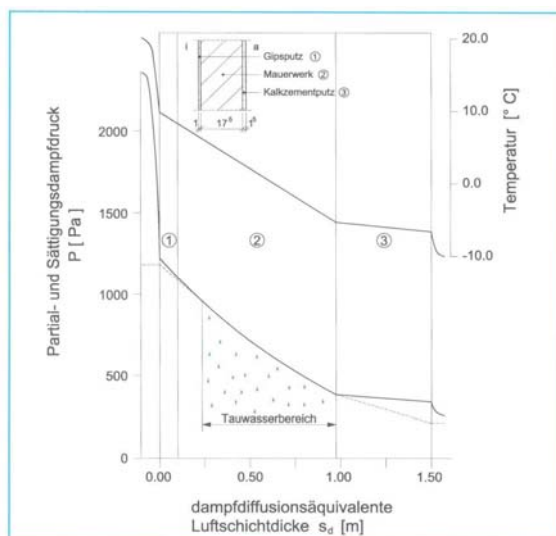
y húmedo del interior del edificio hacia el exterior. Por otra parte, para un determinado volumen de aire, a cada temperatura del mismo le corresponde una cantidad máxima de vapor de agua contenida en dicho volumen, a partir de la cual se produce la saturación y licuación de parte del vapor de agua. A mayor temperatura mayor cantidad de vapor de agua contenido en una misma cantidad de aire. Si en cualquier punto del cerramiento, el aire, en su salida hacia el exterior, se enfría hasta una temperatura inferior a la de saturación para la cantidad de vapor de agua contenido en el mismo, se alcanzará el “punto de rocío”, dando lugar a la condensación de parte del vapor de agua contenido en el aire.

En las soluciones de fachada tradicionales se proponía normalmente adoptar la máxima impermeabilidad de la cara exterior de la pared sin considerar la necesaria necesidad del vapor de agua que se genera en el interior del edificio, lo cual llevaba inevitablemente a la aparición de humedades por condensación debidas a la licuación sobre el cerramiento interior. De aquí el la importancia de concebir soluciones constructivas que incidan en la transpirabilidad del muro entre las que destaca en particular la fachada ventilada.

En concreto en la DIN 4108 parte 3 se presentan algunos sistemas constructivos que no necesitan de comprobación calculada de condensación a causa de difusión de agua, resaltando la fachada ventilada con numerosas juntas abiertas como el caso de los sistemas Faveton. De la misma manera hay que destacar que estrangulamientos de la cámara ventilada, así como la ausencia de ventilación suficiente en la cámara pueden dar lugar a condensaciones.

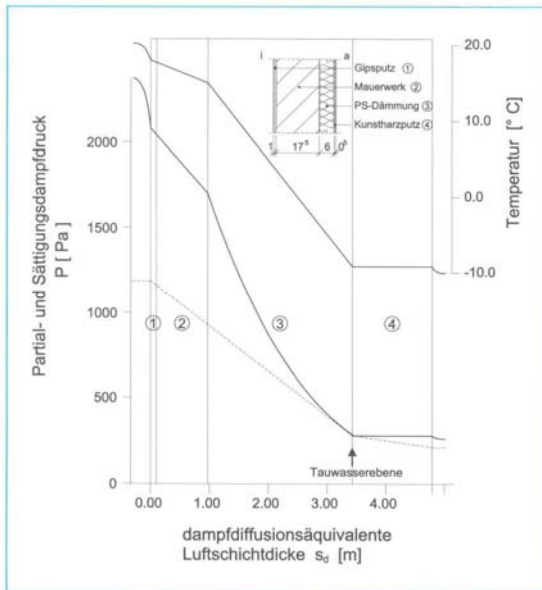
Como punto final resaltar que el nuevo código técnico plantea para la fachada ventilada el máximo grado de salubridad con un muro final muy sencillo, mientras que otras soluciones tradicionales llegan a dicho grado y si llegan es mediante un proceso constructivo complejo hace inviable económicamente la solución.

Adjuntamos algunos diagramas explicativos en las que se observan la tendencia en función de la temperatura y la presión de vapor de agua a la condensación dependiendo de la solución constructiva empleada



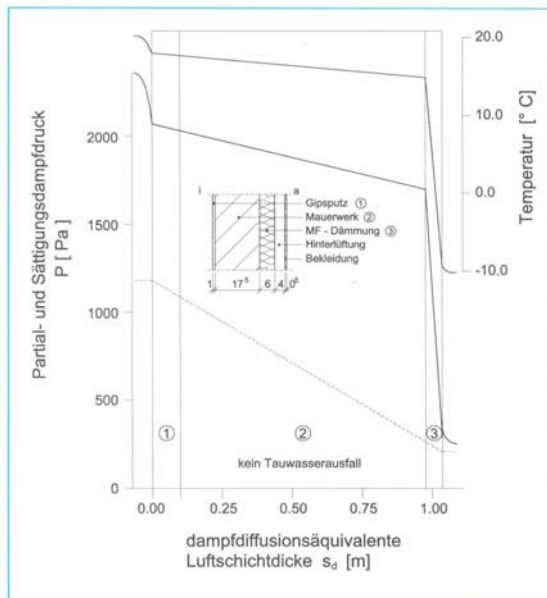
Solución consistente en:

1. Enlucido de yeso de 15 mm.
2. Bloque macizo de 175 mm.
3. Enlucido de cemento de cal 10 mm.



Solución consistente en:

1. Enlucido de yeso 10 mm.
2. Bloque macizo de 175 mm.
3. Aislamiento Poliestireno extrusionado de 60 mm.
4. Enlucido de resina sintética de 5 mm.



Solución consistente en:

1. Enlucido de yeso 10 mm.
2. Bloque macizo de 175 mm.
3. Aislamiento Poliestireno extrusionado de 60 mm.
4. Cámara ventilada de 40 mm.
5. Revestimiento de 5 mm.

De estos diagramas sacados de la asociación nacional alemana de fachadistas se aprecia como la solución que más se aleja de las condiciones de una posible condensación son las fachadas ventiladas generándose condensaciones en la primera solución, muy cerca de condensaciones en la segunda, y ausencia total de condensaciones en la tercera correspondiente a la fachada ventilada.

INFORME COMPARATIVA EFICIENCIA TERMICA SOLUCIÓN TRADICIONAL-FACHADA FAVETON

Para este cálculo se supondrá un muro de fabrica de ladrillo entre dos columnas de hormigón. La distancia entre caras exteriores es de 6 metros y el ancho de la columna es de 30 cm. La altura es de 3 metros.

Descripción del paño tipo para el cálculo

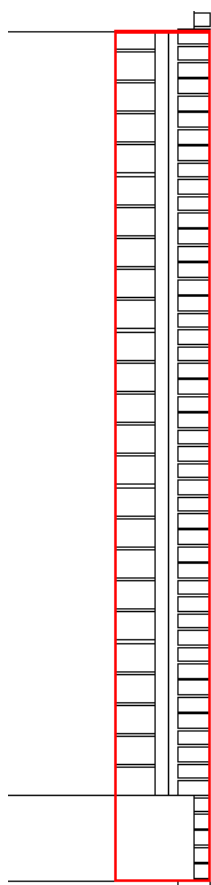
El paño tipo consiste en una distancia entre forjados de 3 metros. Esta limitado lateralmente por dos columnas separadas 6 metros entre caras exteriores. Para el cálculo se considerará la influencia del forjado inferior.

Distribución de áreas:

El área de cerramiento es de 16.2 metros cuadrados

El área de puente térmico es de $0.9 \times 2 = 1.8 \text{ m}^2$ que al ser mayor de 0.5 metros ha de ser tenido en cuenta.

El área de influencia del forjado es de $0.3 \times 6 = 1.8 \text{ m}^2$



Calculo de U en Muro convencional

Resistencia Superficial interior $0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Enlucido de Yeso 1 cm $0.175 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Fabrica de medio pie de ladrillo perforado $0.17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Aislante de 4cm de fibra de vidrio $0.95 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Cámara de aire sellada de 2cm $0.17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Hoja exterior de ladrillo caravista de 12cm $0.31 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Resistencia exterior $0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

$U = 0.51 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Calculo de U en columnas en muro tradicional.

Resistencia Superficial interior $0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$


Enlucido de Yeso 1 cm $0.175 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Columna de hormigo de 30 cm $0.22 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Rasilla de 3 cm $0.07 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Resistencia exterior $0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

$U = 1.57 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 8
---	--	----------------------------	---------------------

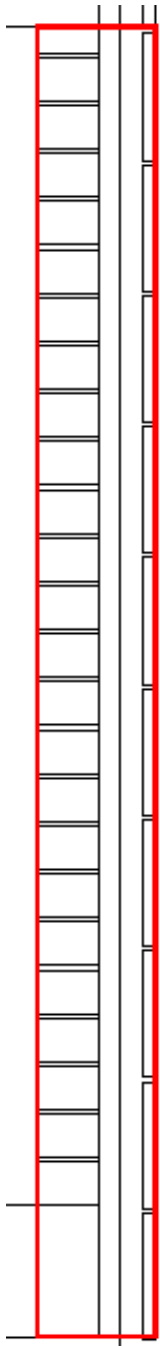
Calculo de U en frentes de forjado en muro tradicional

Frente de forjado (espesor 267mm) 0.19 m²·K/W

Ladrillo caravista (57mm espesor) 0.15 m²·K/W

U=2,82 W/m²·K

Transmitancia total del paño tipo: 0.81 W/m²·K



Calculo de U en Fachada Ventilada

Resistencia Superficial interior 0.13 m²·K/W

Enlucido de Yeso 1 cm 0.175 m²·K/W

Fabrica de medio pie de ladrillo perforado 0,17 m²·K/W

Aislante de 4cm de fibra de vidrio 0.95 m²·K/W

Resistencia exterior 0,13 m²·K/W (Al ser cámara fuertemente ventilada se eliminan todas las capas por el exterior del aislante del calculo y se asume resistencia superficial equivalente a la interior)

U=0,64 W/m²·K

Calculo de U en columnas en fachada ventilada.

Resistencia Superficial interior 0.13 m²·K/W

Enlucido de Yeso 1 cm 0.175 m²·K/W

Columna de hormigo de 30 cm 0,22 m²·K/W

Aislamiento de 4 cm 0,95 m²·K/W

Resistencia exterior 0,13 m²·K/W

U=0,62 W/m²·K

Cálculo de U en frentes de forjado

Frente de forjado (espesor 140mm) 0.09 m²·K/W

Aislante de 4cm de fibra de vidrio 0.95 m²·K/W


Resistencia exterior 0,13 m²·K/W (Al ser cámara fuertemente ventilada se eliminan todas las capas por el exterior del aislante del cálculo y se asume resistencia superficial equivalente a la interior)

U=0.85 W/m²·K

Transmitancia total del paño tipo: 0.65 W/m²·K

Resistencia exterior 0,04 m²·K/W

U=1,57 W/m²·K

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 9
---	--	----------------------------	---------------------

Con estos valores y las áreas de cada zona, según la tabla 3.1 del DB-HE, el resultado para cada caso es:


- Transmitancia de Fachada Ventilada 0.65 W/m²·K
- Transmitancia de Muro convencional 0.81 W/m²·K

Esto supone que tenemos un ahorro teórico en fachadas de un 25 % teniendo en cuenta las transmitancias de ambos muros, columnas y frentes de forjados y sin tener en cuenta la acción de los recercados de ventanas y cajones de persianas.

Otras consideraciones: en primer lugar los puentes térmicos son puntos con grandes posibilidades de condensación, con lo que ello conlleva (muy a tener en cuenta la caída de la resistencia térmica del aislante cuando este se moja). No menos importante son los requerimientos en cuanto a salubridad, ya que con una fachada ventilada se obtiene grado de impermeabilidad 5 cumpliendo en cualquier parte del territorio español, no siendo así en el caso de soluciones tradicionales.

Finalmente me gustaría reseñar que se ha intentado equilibrar lo más posible las dos secciones tipo, utilizando los mismos espesores en la medida de lo posible. El objeto de este estudio no esta tan centrado en el valor de la transmitancia térmica del paño ciego si no en el resultado global, teniendo en cuenta los puentes térmicos generados.

Según estudios realizados por la FVHF la cuota más alta de consumo energético recae sobre los hogares y sobre los sectores de calefacción y en menor medida en refrigeración. Esto es extrapolable tanto a los edificios de nueva construcción como a los de vieja.

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 10
---	--	----------------------------	----------------------

INFORME SOSTENIBILIDAD


Merece la pena que comentemos brevemente la sostenibilidad, así como sus tres dimensiones fundamentales: Economía, Ecología, Socio-culturales en comparación con las de las soluciones tradicionales.

Economía: La elevada durabilidad de las fachadas ventiladas, así como a su reducido coste de inspección y mantenimiento hacen que el posible coste superior inicial de esta solución sea rápidamente amortizada, siendo esta conclusión también válida para las rehabilitaciones.

Ecología: Ya que la fachada ventilada garantiza un fácil desmontaje al contrario que los sistemas tradicionales y un buen retorno de los materiales al circuito de reciclaje. Además al resultar una solución más eficiente energéticamente y más estable en el tiempo se necesitarán menos cantidades de aislamiento para producir el mismo efecto por lo que ahorraremos en la producción y posterior utilización del aislamiento.

Socio-culturales: Cabe reseñar la grandes posibilidades de diseño que aportan las fachadas ventiladas, por ejemplo es posible emplear colores oscuros sin que el interior se caliente incidiendo pues en el confort de las edificaciones. Además cabe resaltar el comportamiento más favorable de las fachadas ventiladas en el aspecto de la difusión de vapor evitando así las condensaciones y evitando los procesos de corrosión que se pueden observar en construcciones tradicionales.

Ventajas constructivas: el proceso constructivo permite variaciones para asegurar el grosor del aislante y adaptarse a los posibles tolerancias de las construcciones. El uso de aislamientos minerales se adapta perfectamente a la subestructura de la fachada y a la superficie de la hoja principal con lo que se evita que el aire frío circule por detrás del aislamiento. Debido a la utilización de las espigas de sujeción para este tipo de aislamientos podemos limitar la presión sobre el aislamiento y la profundidad del anclaje limitando todavía más los puentes térmicos y contribuyendo, pues, al confort en la edificación.

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 11
---	--	----------------------------	----------------------

INFORME COMPARATIVO ECONÓMICO FACHADA VENTILADA VS SOLUCIÓN TRADICIONAL

En este apartado se va a generar un comparativo a nivel de costes entre la fachada ventilada y la solución tradicional más comúnmente empleada del ladrillo caravista. El estudio se realizará tomando como base otros bloques de viviendas protegidas ya realizados en el barrio de Valdespartera y teniendo en cuenta los criterios de medición habituales. Tomamos una fachada de vivienda protegida de 100 m² con un 35% de huecos y sobre la base de que de media por viviendas hay unos 35 m² de fachada ventilada.

Solución tradicional:

- Enlucido de yeso 15 mm. 9,39 €/m² x 100 m² = 939 €
- ½ Pie de ladrillo hueco 90 mm. 22,09 €/m² X 100 m² = 2.209 €
- Manta de fibra mineral de 50 mm.14,06 €/m² X 100 M² = 1.406 €
- Cámara de aire de 40 mm.= 0 €
- ½ Pie de ladrillo caravista80,27 €/m² x 100 m² = 8.027 €
- Total = 12.581 € 12.581 €/100 m² = 125,81 €/m².


Solución fachada ventilada Faveton:

- Enlucido de yeso 15 mm. 9,39 €/m² x 100 m² = 939 €
- ½ Pie de ladrillo perforado35,75 €/m² x 100 m² = 3.575 €
- Manta de fibra mineral de 50 mm.14,06 €/m² X 65 M² = 916,7 €
- Cámara de aire de 40 mm.= 0 €
- Revestimiento con Subestructura Faveton96 €/m²x 100 m² = 9.600 €
- Total = 15.030 € 15.030 €/100m² = 150,30 €/m²

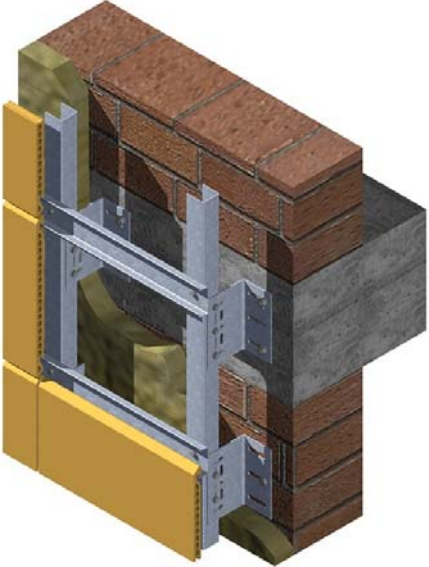
La diferencia entre los dos sistemas es de: 24,49 €/m². Por lo que se confirma que el coste inicial de la fachada es ligeramente más caro. Si multiplicamos por el número de m² medio de fachada que corresponden a cada vivienda obtenemos que:

24,49 €/m² X 35 m² = 857,15 € de coste adicional por vivienda.

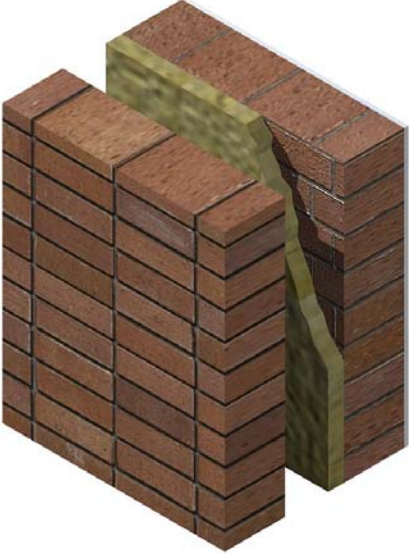
Si ponemos en la balanza que los beneficios el ahorro energético que nos produce que algunos estudios cifran hasta en el 20 % y que es una de los objetivos que tenemos en este proyecto “cuantificar mediante sondas dicha mejora “. Simplemente con esta mejora, el coste adicional podría ser amortizado por el usuario en unos 3 años. Luego tenemos otras mejoras comentadas con anterioridad como los beneficios en cuento a salubridad, el coste nulo de mantenimiento, mejora de confort, la durabilidad de la solución así como su contribución a la

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 12
---	--	----------------------------	----------------------


sostenibilidad del planeta. Todo esto hace que en todos los sentidos sea más rentable y productiva la utilización de la fachada ventilada en el marco de nuestra sociedad actual.



Solución Fachada Faveton



Solución Fachada tradicional

	Proyecto: INFORME PROYECTO URSUS	Nº Proyecto: S/N	Página: 13
---	--	----------------------------	----------------------

Anexo 1. Ensayo Resistencia a la penetración de las aguas pluviales.