



TERMIKA ARLOA

EUSKO JAULARITZAKO ETXEGINTZAREN
KALITATEA KONTROLATZEKO LABORATEGIA

AREA TERMICA

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
EN LA EDIFICACION DEL GOBIERNO VASCO

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO

Ensayos de caracterización térmica en condiciones exteriores mediante una célula Paslink, de una fachada ventilada con aplacado cerámico como solución de rehabilitación

Área Térmica
Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco
Aguirrelanda 10, 01013, Vitoria-Gasteiz
T. 34 945 26 89 33
termica@ej-gv.es

Febrero 2013



COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO

OBJETO DEL ESTUDIO

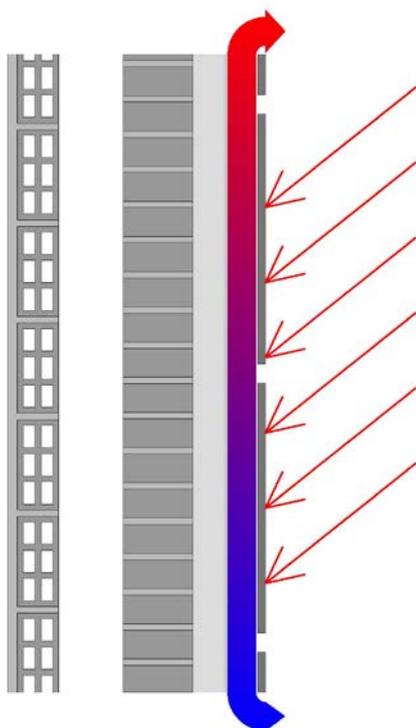
El estudio realizado evalúa el comportamiento térmico dinámico de una fachada ventilada con aplacado cerámico como solución de rehabilitación en la climatología del País Vasco. Para ello, se han realizado ensayos de caracterización térmica en condiciones exteriores, mediante una célula de ensayos PASLINK.

Se ha analizado y comparado el comportamiento térmico de un muro base de doble hoja, el muro rehabilitado con fachada ventilada cerámica y el muro rehabilitado con cámara no ventilada como soluciones de rehabilitación.

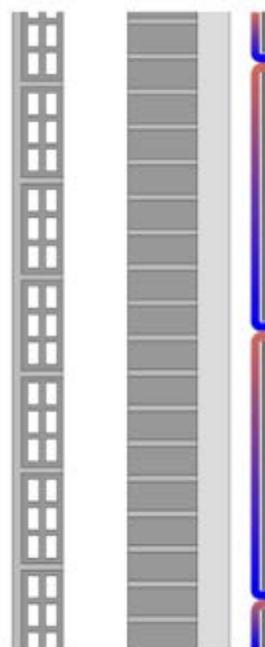
SISTEMA CONSTRUCTIVO (FACHADA LIGERA VENTILADA)

La fachada ligera ventilada es un sistema que consta de un revestimiento exterior, una subestructura metálica portante anclada a la fachada original o forjados del edificio, una cámara de aire y aislamiento térmico.

Aunque se obtienen mejoras en el comportamiento térmico respecto al muro base, esta cámara de aire está ventilada y evacua calor. Esto se debe, por una parte, al efecto chimenea: el aire que entra en la cámara es calentado por la radiación solar, y por lo tanto, se crea un movimiento de aire de flujo ascendente dentro de la cámara. Por otra parte, se debe al efecto del viento sobre la fachada que impulsa la entrada de aire exterior a través de las juntas de las placas cerámicas, enfriando el aire de la cámara.



Movimiento de aire debido al calentamiento de aire por la radiación solar



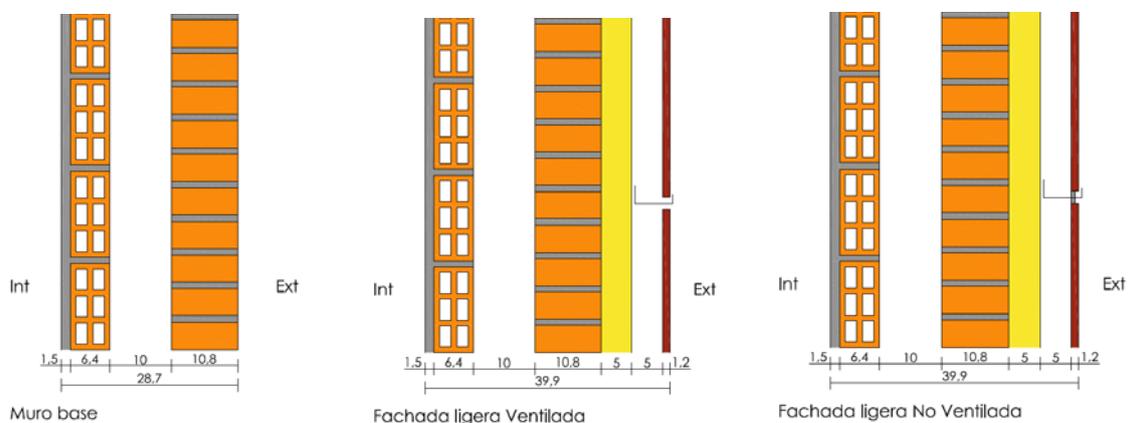
Movimiento de aire debido a la impulsión del viento por las juntas del aplacado

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO

Mediante éste estudio se ha querido cuantificar y valorar dichos efectos, además de las mejoras obtenidas respecto al muro base.

Las tres tipologías de fachada ensayadas son las siguientes:

- **Muro base (MB):** Fachada convencional de doble hoja cerámica – muro a rehabilitar –.
- **Solución de rehabilitación 1: Fachada ventilada (FV).** Aislamiento de lana de roca, cámara de aire ventilada y revestimiento exterior de aplacado cerámico.
- **Solución de rehabilitación 2: Fachada Ventilada Cerrada (FVC).** Aislamiento de lana de roca, cámara de aire no ventilada y revestimiento exterior de aplacado cerámico con juntas estancas.



Tipologías de fachada ensayadas



Fabricación muro exterior caravista

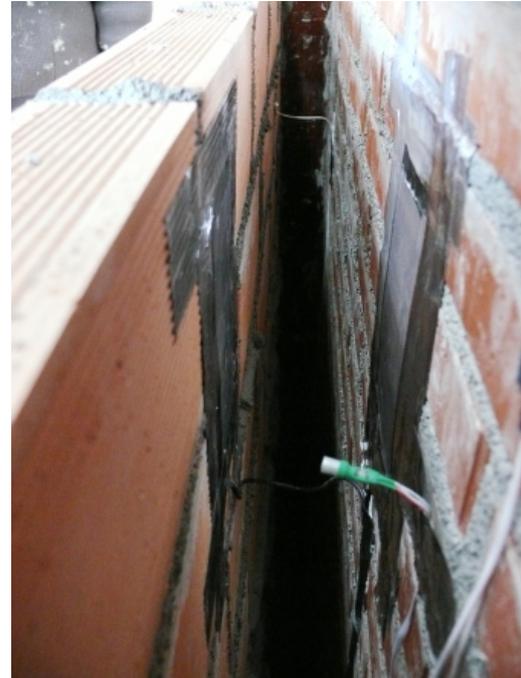


Sensores en lado interior del caravista

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO



Fabricación tabique interior ladrillo hueco doble



Detalle de Sensores en cámara de aire



Raseado de cara interior



Colocación del muro en Célula Paslink

Muro base de doble hoja cerámica (muro a rehabilitar)

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO



Colocación de sensores en caravista



Montaje de la capa aislante



Colocación de sensores en capa aislante y del anclaje de la perfilaría para el aplacado



Colocación del aplacado cerámico

Construcción de la fachada ventilada sobre el muro base

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO



Fachada ligera ventilada de aplacado cerámico.

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Para conocer el comportamiento energético de los sistemas de rehabilitación se ha construido un muro base y se ha ensayado en condiciones exteriores. Posteriormente, se ha rehabilitado este muro base con la solución de fachada ligera ventilada y se ha vuelto a ensayar. Finalmente, se ha procedido al sellado de juntas de las placas cerámicas y el perímetro de la muestra para obtener una cámara estanca y proceder a un tercer ensayo.

Los ensayos consisten en medir los flujos de calor a través de la muestra con gran precisión, así como la evolución de las temperaturas superficiales y de ambiente asociadas durante un periodo de tiempo prolongado. Dichos ensayos permiten la obtención de resultados fiables de la **transmitancia térmica**, el **factor solar** y la **capacidad térmica**, en **régimen dinámico** y en **condiciones ambientales reales**. Dichas características dinámicas posibilitan simular el funcionamiento real del muro indistintamente de las condiciones ambientales originales del ensayo con el **método de diferencias finitas**.

Para ello, se han aplicado los procedimientos de análisis desarrollados por la red europea PASLINK EEIG, actualmente denominada DYNASTEE, publicados en "Van Dick, H.A.L. and Van Der Linden, G.P. **PASLINK Calibration and component test procedures**. TNO, Delf, 1995". Están definidos los protocolos estándar de ensayo, así como el tratamiento y análisis de datos mediante la técnica denominada "identificación de parámetros".

La sala de ensayos es básicamente un calorímetro que permite cuantificar con fiabilidad los intercambios energéticos (ganancias y pérdidas) entre el ambiente interior (controlado) y el ambiente exterior (libre), diferenciando los intercambios de calor a través de la muestra, frente a los que se producen por el resto de paredes del equipo.

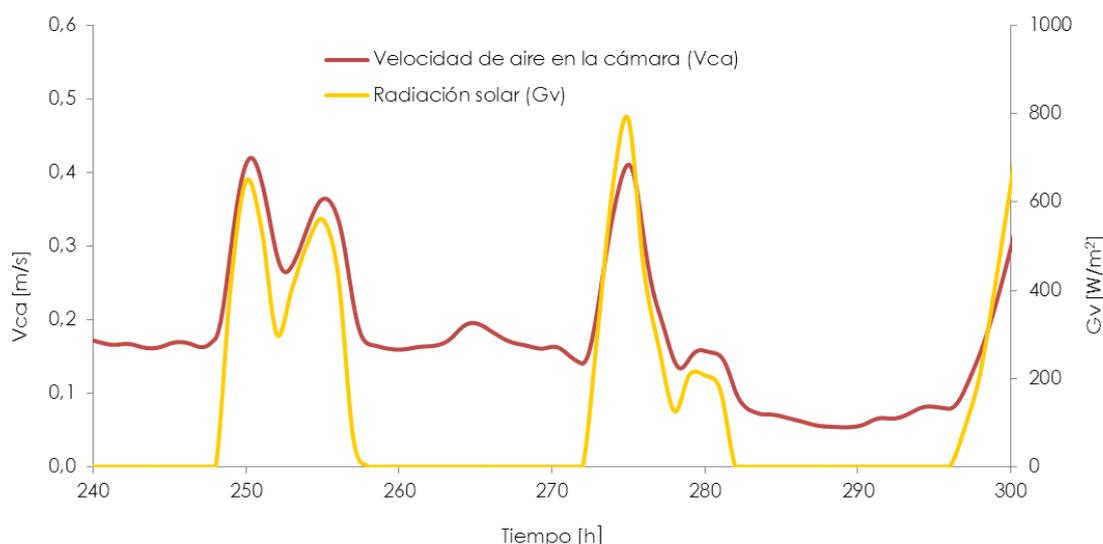
COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO

RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de los ensayos realizados:

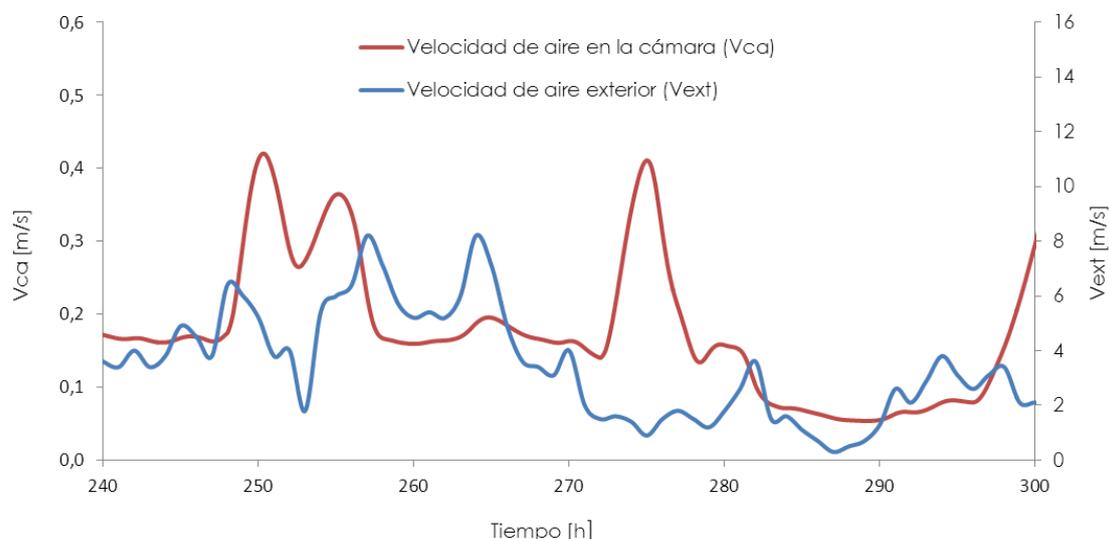
Incidencia del viento y la radiación solar en la cámara de aire ventilada

Como se ha visto anteriormente, el funcionamiento teórico de la fachada ligera ventilada, la ventilación de la cámara de aire se debe a la incidencia del viento y la radiación solar. Para valorar cada efecto por separado se recogen a continuación los datos de un rango representativo de 60 horas en las que se pueden ver dos días completos, con instantes donde predomina el viento y otros donde predomina la radiación solar.



En la anterior gráfica se relacionan la radiación solar y la velocidad del aire en la cámara. El aumento de la velocidad en la cámara es instantáneo en cuanto incide la radiación solar en la fachada, como se ve en las horas 250 y sobre todo en la hora 275 cuando la velocidad del viento es mínima. Sin embargo, cuando la radiación solar desaparece sigue habiendo una velocidad de aire significativa en la cámara; provocada por la entrada de aire a través de las juntas del aplacado tal como se ve en la siguiente gráfica en los mismos instantes. Esto se aprecia claramente en los intervalos que no hay radiación (gráfica siguiente): por una parte, en la hora 265 con un pico de viento exterior importante que aumenta la velocidad del aire en la cámara, y por otra, en la hora 290 donde al haber una velocidad del viento menor que reduce en la cámara.

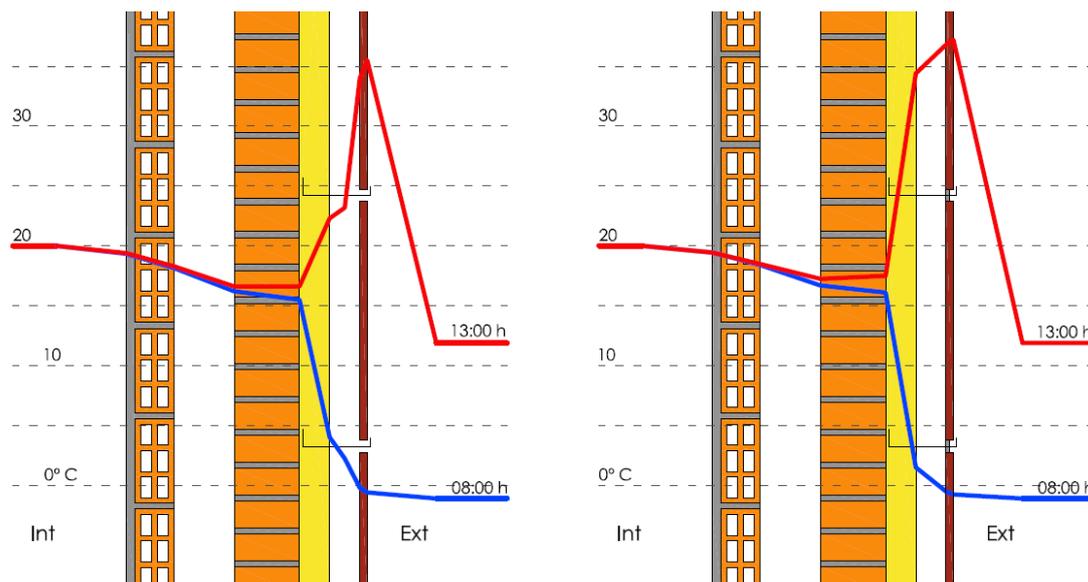
COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO



Funcionamiento de las soluciones de rehabilitación

Para comprender el funcionamiento de las dos soluciones de rehabilitación se ha elegido como día representativo el 29 de enero debido a las bajas temperaturas exteriores y a la radiación solar significativa este día. Ya que favorece el salto térmico y muestra el potencial solar en invierno.

En las siguientes gráficas se recoge el perfil de temperaturas en la hora con mayor radiación solar (13h) y la de mayor salto térmico (08h) en ambas soluciones. Señalar las diferencias existentes entre las dos soluciones constructivas, visibles en la temperatura de la cámara de aire y en la temperatura de la superficie exterior de la hoja principal de ladrillo.



29 ENERO, Fachada Ventilada

29 ENERO, Fachada No Ventilada

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO

Comportamiento energético en régimen dinámico

Para analizar el comportamiento energético en régimen dinámico se han simulado por el método de diferencias finitas el muro base y las dos soluciones de rehabilitación para un año tipo en cada capital del País Vasco. Para ello, se han tomado de referencia los datos climáticos de la base de datos de Meteonorm.

Las gráficas recogen mensualmente las **pérdidas térmicas** (KWh/m² mes), las **ganancias térmicas** (KWh/m² mes) y las **transmitancias estacionarias y dinámicas** (W/m²K) de cada muro ensayado para cada capital.

La transmitancia dinámica, U_{din} , es el coeficiente que representa el comportamiento promedio, a lo largo de un día, de la ganancia térmica respecto a las diferencias de temperaturas entre ambiente interior y exterior. Y se obtiene mediante la expresión:

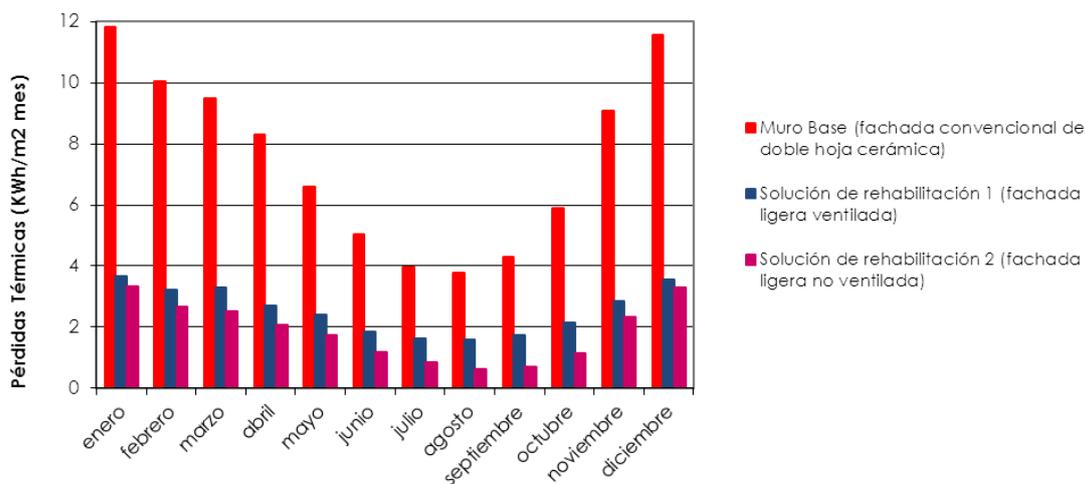
$$U_{din} = \frac{\int_0^{24} q_i(t) \cdot dt}{\int_0^{24} \Delta T_{ext}^{int}(t) \cdot dt} \cong \frac{\sum_{j=0}^{23} q_{i_j}}{\sum_{j=0}^{23} (\Delta T_{ext}^{int})_j}$$

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO

Zona D1 (Vitoria-Gasteiz)

Pérdidas térmicas (KWh/m² mes)

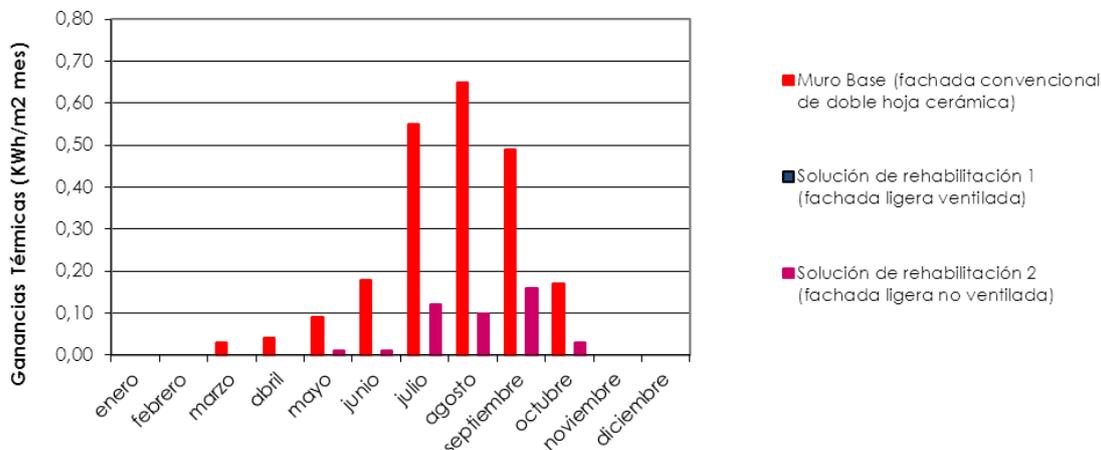
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Muro Base (fach. convencional de doble hoja cerámica)	11,84	10,05	9,48	8,29	6,59	5,05	3,95	3,76	4,29	5,9	9,08	11,55
Solución de rehabilitación 1 (fachada ligera ventilada)	3,65	3,23	3,28	2,69	2,41	1,85	1,62	1,59	1,73	2,13	2,86	3,57
Solución de rehabilitación 2 (fachada ligera no ventilada)	3,32	2,68	2,5	2,05	1,75	1,17	0,84	0,62	0,68	1,15	2,34	3,29



Pérdidas Térmicas Vitoria-Gasteiz (mes)

Ganancias térmicas (KWh/m² mes)

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Muro Base (fach. convencional de doble hoja cerámica)	0,00	0,00	0,03	0,04	0,09	0,18	0,55	0,65	0,49	0,17	0,00	0,00
Solución de rehabilitación 1 (fachada ligera ventilada)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución de rehabilitación 2 (fachada ligera no ventilada)	0,00	0,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,12	0,10	0,16	0,03	0,00	0,00



Ganancias Térmicas mensuales Vitoria-Gasteiz
(Obsérvese que la fachada ventilada no presenta ganancias)

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO

Transmitancias dinámicas (W/m²K)

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
U estacionario MB	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
U dinámico MB	1,05	1,02	1,00	1,00	1,00	0,97	0,99	1,00	0,95	0,94	1,02	1,06
U estacionario MB+ FV	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
U dinámico MB+ FV	0,32	0,33	0,34	0,32	0,36	0,35	0,36	0,36	0,35	0,33	0,32	0,33
U estacionario MB + FVC	0,39	0,386	0,386	0,386	0,386	0,39	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386
U dinámico MB + FVC	0,29	0,27	0,26	0,25	0,26	0,22	0,21	0,16	0,17	0,18	0,26	0,30

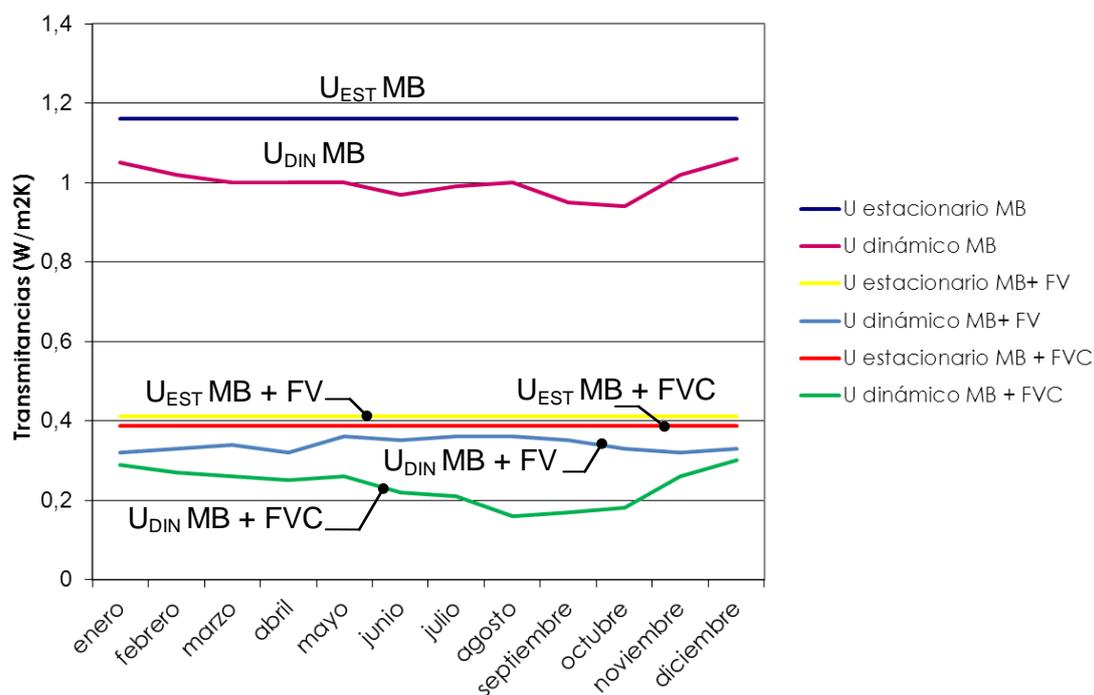
* La transmitancia dinámica, U_{din} , es el coeficiente que representa el comportamiento promedio, a lo largo de un día, de la ganancia térmica respecto a las diferencias de temperaturas entre ambiente interior y exterior. Y se obtiene mediante la expresión:

$$U_{din} = \frac{\int_0^{24} q_i(t) \cdot dt}{\int_0^{24} \Delta T_{ext}^{int}(t) \cdot dt} \cong \frac{\sum_{j=0}^{23} q_{i,j}}{\sum_{j=0}^{23} (\Delta T_{ext}^{int})_j}$$

A continuación se representa gráficamente la evolución mes a mes de la transmitancia dinámica para cada una de las soluciones ensayadas, en la climatología de la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

Obsérvese cómo la transmitancia dinámica para el muro base es un 17 % inferior a su transmitancia estacionaria y relativamente estable a lo largo del año gracias al aporte de inercia térmica que hace la hoja caravista.

El valor de transmitancia de las dos soluciones de rehabilitación es muy similar en estado estacionario (en torno a 0,4 W/m²K), pero en estado dinámico son muy diferentes llegando a tener diferencias de casi el doble en algunos periodos del año.

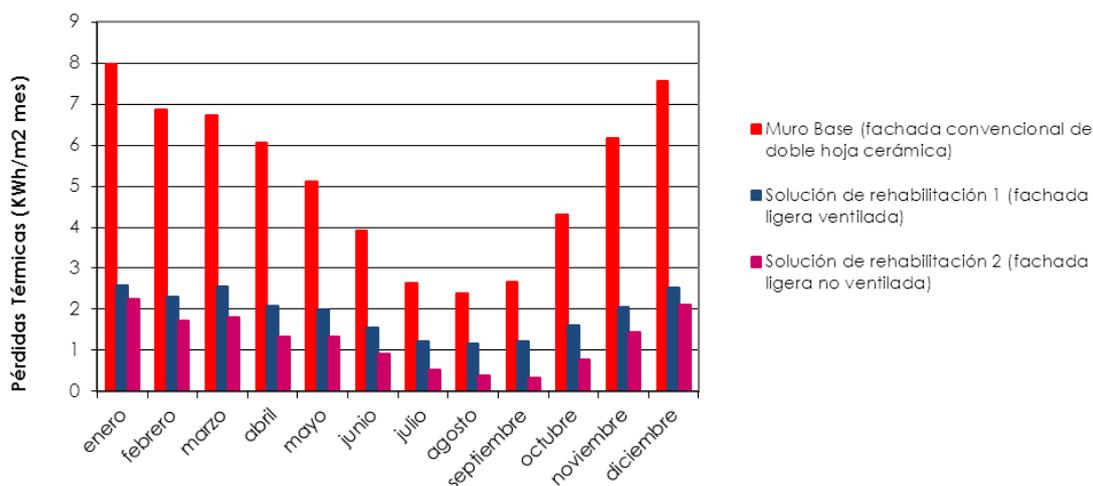


**COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
 EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO**

Zona C1 (Donostia-San Sebastian)

Pérdidas térmicas (KWh/m² mes)

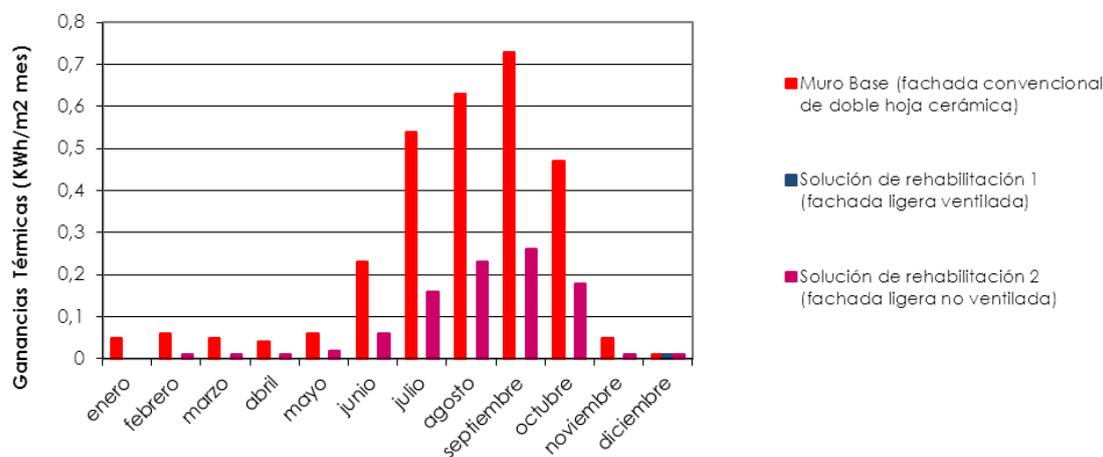
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Muro Base (fach. convencional de doble hoja cerámica)	7,98	6,87	6,73	6,07	5,12	3,92	2,65	2,4	2,66	4,3	6,16	7,57
Solución de rehabilitación 1 (fachada ligera ventilada)	2,59	2,3	2,56	2,07	1,99	1,54	1,22	1,15	1,21	1,61	2,06	2,53
Solución de rehabilitación 2 (fachada ligera no ventilada)	2,24	1,72	1,8	1,33	1,32	0,90	0,51	0,37	0,34	0,78	1,43	2,1



Pérdidas Térmicas Donostia-San Sebastian(mes)

Ganancias térmicas (KWh/m² mes)

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Muro Base (fach. convencional de doble hoja cerámica)	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,23	0,54	0,63	0,73	0,47	0,05	0,01
Solución de rehabilitación 1 (fachada ligera ventilada)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Solución de rehabilitación 2 (fachada ligera no ventilada)	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,16	0,23	0,26	0,18	0,01	0,01



Ganancias Térmicas Donostia-San Sebastián (mes)

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO

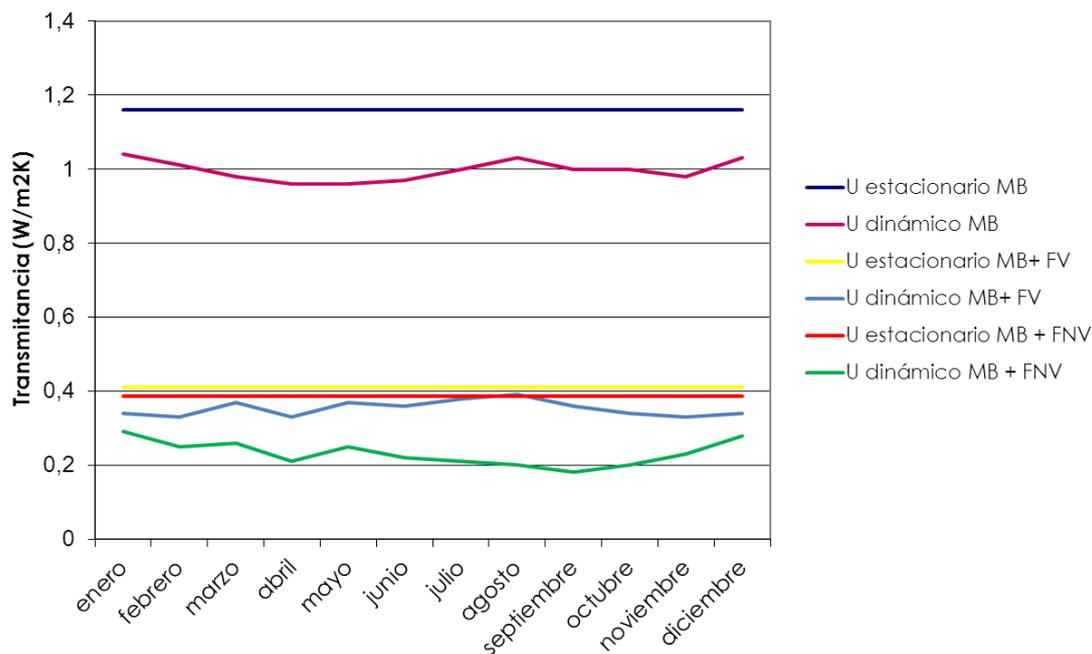
Transmitancias dinámicas (W/m²K)

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
U estacionario MB	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
U dinámico MB	1,04	1,01	0,98	0,96	0,96	0,97	1,00	1,03	1,00	1,00	0,98	1,03
U estacionario MB+ FV	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
U dinámico MB+ FV	0,34	0,33	0,37	0,33	0,37	0,36	0,38	0,39	0,36	0,34	0,33	0,34
U estacionario MB + FVC	0,39	0,386	0,386	0,386	0,386	0,39	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386
U dinámico MB + FNV	0,29	0,25	0,26	0,21	0,25	0,22	0,21	0,2	0,18	0,2	0,23	0,28

* La transmitancia dinámica, U_{din} , es el coeficiente que representa el comportamiento promedio, a lo largo de un día, de la ganancia térmica respecto a las diferencias de temperaturas entre ambiente interior y exterior. Y se obtiene mediante la expresión:

$$U_{din} = \frac{\int_0^{24} q_i(t) \cdot dt}{\int_0^{24} \Delta T_{ext}^{int}(t) \cdot dt} \cong \frac{\sum_{j=0}^{23} q_{i,j}}{\sum_{j=0}^{23} (\Delta T_{ext}^{int})_j}$$

A continuación se representa gráficamente la evolución mes a mes de la transmitancia dinámica para cada una de las soluciones ensayadas, en este caso para la ciudad de Donostia-San Sebastián.



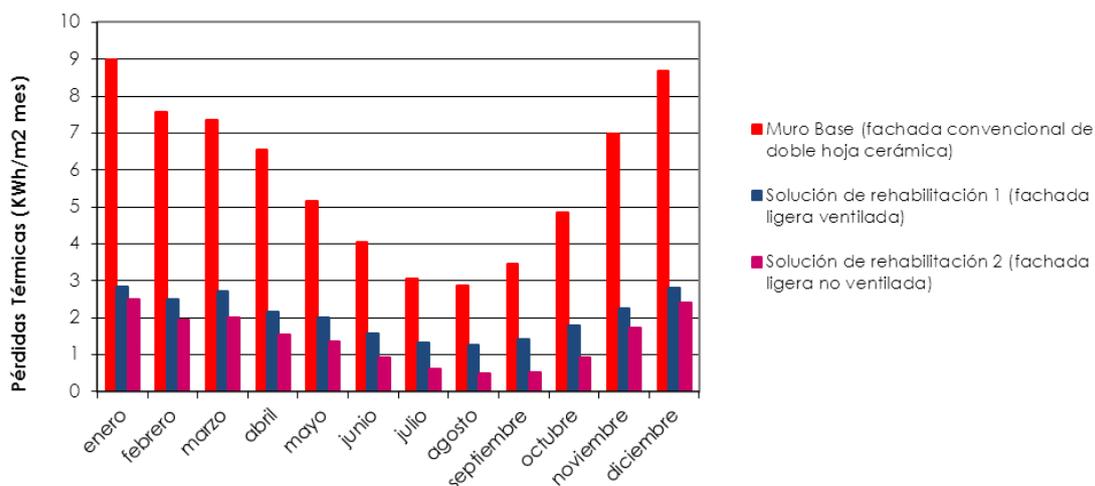
Transmitancias Dinámicas Donostia-San Sebastian (mes)

**COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
 EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO**

Zona C1 (Bilbao)

Pérdidas térmicas (KWh/m² mes)

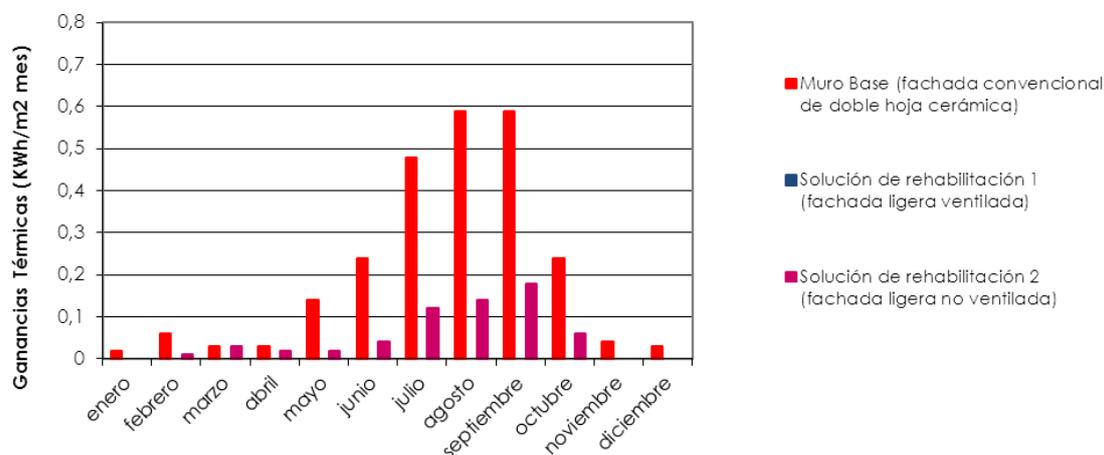
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Muro Base (fach. convencional de doble hoja cerámica)	8,99	7,57	7,35	6,56	5,17	4,04	3,04	2,88	3,44	4,86	6,97	8,67
Solución de rehabilitación 1 (fachada ligera ventilada)	2,84	2,5	2,72	2,16	2,01	1,56	1,33	1,27	1,41	1,78	2,25	2,80
Solución de rehabilitación 2 (fachada ligera no ventilada)	2,49	1,95	1,99	1,54	1,35	0,92	0,62	0,48	0,53	0,93	1,71	2,40



Pérdidas Térmicas Bilbao (mes)

Ganancias térmicas (KWh/m² mes)

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Muro Base (fach. convencional de doble hoja cerámica)	0,02	0,06	0,03	0,03	0,14	0,24	0,48	0,59	0,59	0,24	0,04	0,03
Solución de rehabilitación 1 (fachada ligera ventilada)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución de rehabilitación 2 (fachada ligera no ventilada)	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,04	0,12	0,14	0,18	0,06	0,00	0,00



Ganancias Térmicas Bilbao (mes)

**COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
 EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO**

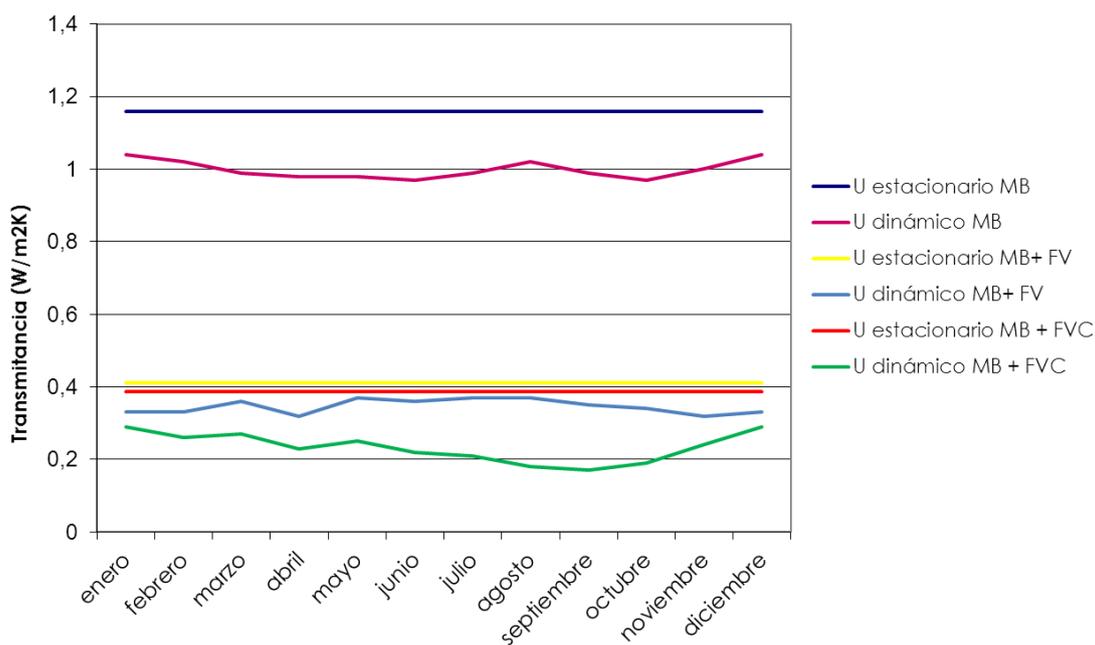
Transmitancias dinámicas (W/m²K)

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
U estacionario MB	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
U dinámico MB	1,04	1,02	0,99	0,98	0,98	0,97	0,99	1,02	0,99	0,97	1,00	1,04
U estacionario MB+ FV	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
U dinámico MB+ FV	0,33	0,33	0,36	0,32	0,37	0,36	0,37	0,37	0,35	0,34	0,32	0,33
U estacionario MB + FVC	0,39	0,386	0,386	0,386	0,386	0,39	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386
U dinámico MB + FNV	0,29	0,26	0,27	0,23	0,25	0,22	0,21	0,18	0,17	0,19	0,24	0,29

* La transmitancia dinámica, U_{din} , es el coeficiente que representa el comportamiento promedio, a lo largo de un día, de la ganancia térmica respecto a las diferencias de temperaturas entre ambiente interior y exterior. Y se obtiene mediante la expresión:

$$U_{din} = \frac{\int_0^{24} q_t(t) \cdot dt}{\int_0^{24} \Delta T_{ext}^{int}(t) \cdot dt} \cong \frac{\sum_{j=0}^{23} q_{t_j}}{\sum_{j=0}^{23} (\Delta T_{ext}^{int})_j}$$

A continuación se representa gráficamente la evolución mes a mes de la transmitancia dinámica para cada una de las soluciones ensayadas para la ciudad de Bilbao.



Transmitancias Dinámicas Bilbao(mes)

**COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
 EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO**

CONCLUSIONES

Incidencia del viento y la radiación solar en la cámara de aire ventilada

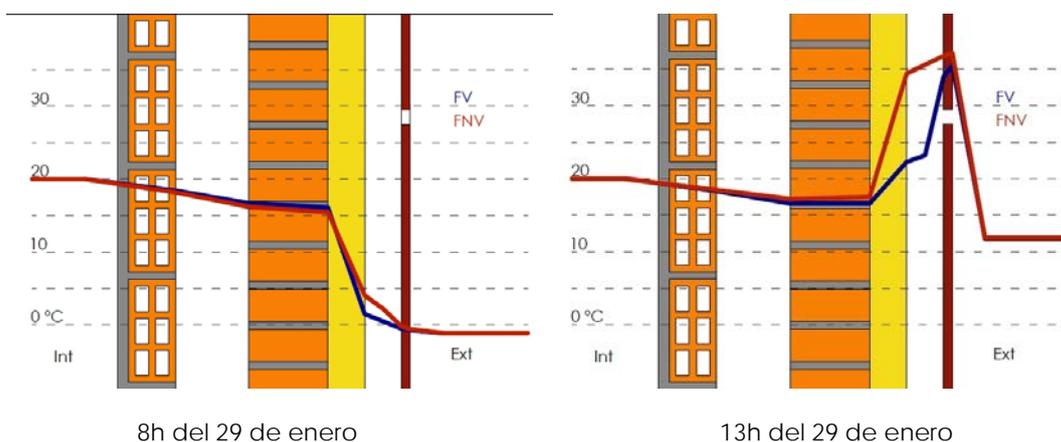
Al analizar los resultados de la monitorización se ha comprobado que la velocidad del aire en la cámara se debe en su mayoría a la acción del viento exterior, ya que impulsa un movimiento continuo y a una velocidad considerable superior a 0,10 m/s. Esto implica que el diseño de las juntas del aplacado tiene una importancia directa en el grado de ventilación de la cámara de aire.

En cuanto a la radiación solar, siempre está asociada al aumento de velocidad de aire en la cámara. Las temperaturas altas que alcanza el aplacado exterior, aún siendo de acabado claro, provocan un movimiento de aire convectivo con valores de hasta 0,50 m/s.

Funcionamiento de las soluciones de rehabilitación

Por una parte, en la fachada ligera ventilada se produce un mecanismo de refrigeración debido a la renovación del aire en la cámara proveniente del exterior a una temperatura más baja, con la consecuente pérdida de calor de la hoja de ladrillo exterior.

Por ejemplo el 29 de enero a las 8h de la mañana, hay una diferencia de 1°C en la hoja principal de ladrillo entre ambas soluciones. Pese a ser una diferencia reducida, la hoja exterior de ladrillo ha perdido más calor en ese instante e igualar su temperatura requeriría 48 Wh/m² de aporte de energía, lo que aumentaría la demanda del edificio. Esto explica la diferencia en el funcionamiento de las dos soluciones de rehabilitación.



Comparación de los perfiles de temperatura obtenidos en los dos sistemas

Comportamiento energético en régimen dinámico

En primer lugar, comparando las pérdidas térmicas en los meses de invierno (octubre-abril) del muro base y del muro base rehabilitado con fachada ligera ventilada, se observa una reducción en las pérdidas térmicas del orden del 67%, disminuyendo considerablemente la demanda de calefacción. Sin embargo, el comportamiento energético de la fachada ligera no ventilada

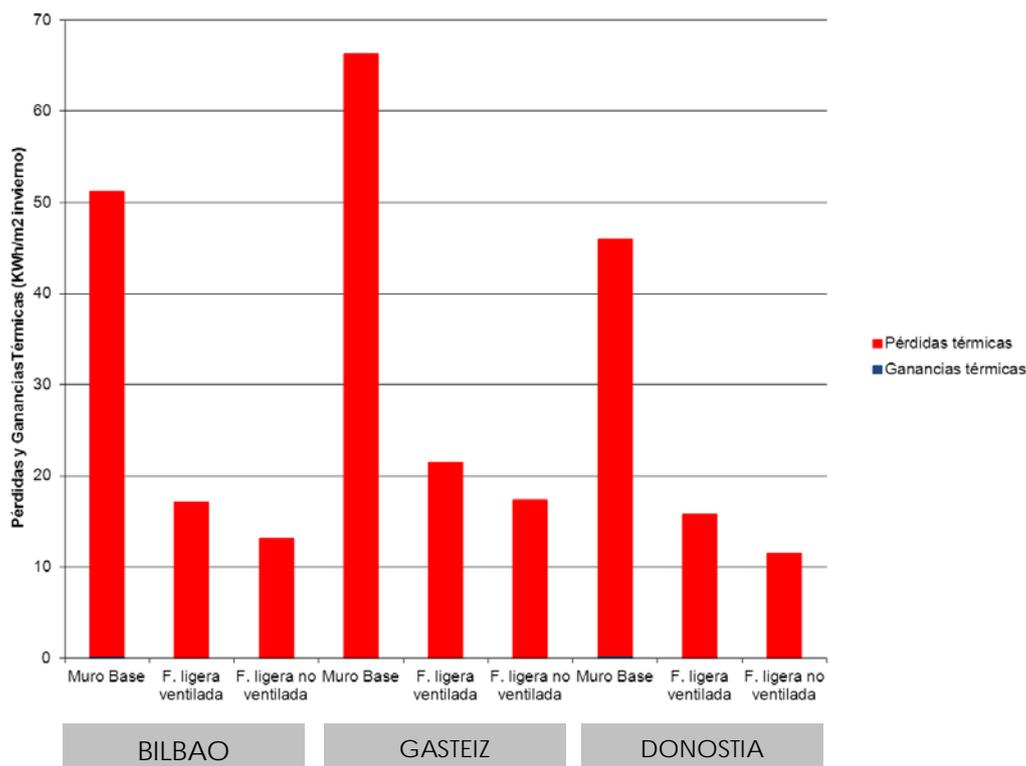
**COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA
EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO**

mejora respecto a la otra solución, puesto que genera una reducción en torno al 75%. Esta mejora de la fachada no ventilada se debe, a que en los meses invernales, la fachada ventilada tiene un comportamiento refrigerante.

En verano, este comportamiento refrigerante de la fachada ligera ventilada se mantiene, evacuando más calor que la no ventilada, y enfriando la cámara y la hoja interior a su vez. Este comportamiento genera unas mayores pérdidas de calor a través de la envolvente, que favorece la reducción de la demanda de refrigeración del edificio, frente al sistema de fachada no ventilada. Aunque hay que tener en cuenta que en la zona climática de la CAPV no se considera, por indicaciones normativas, demandas de refrigeración.

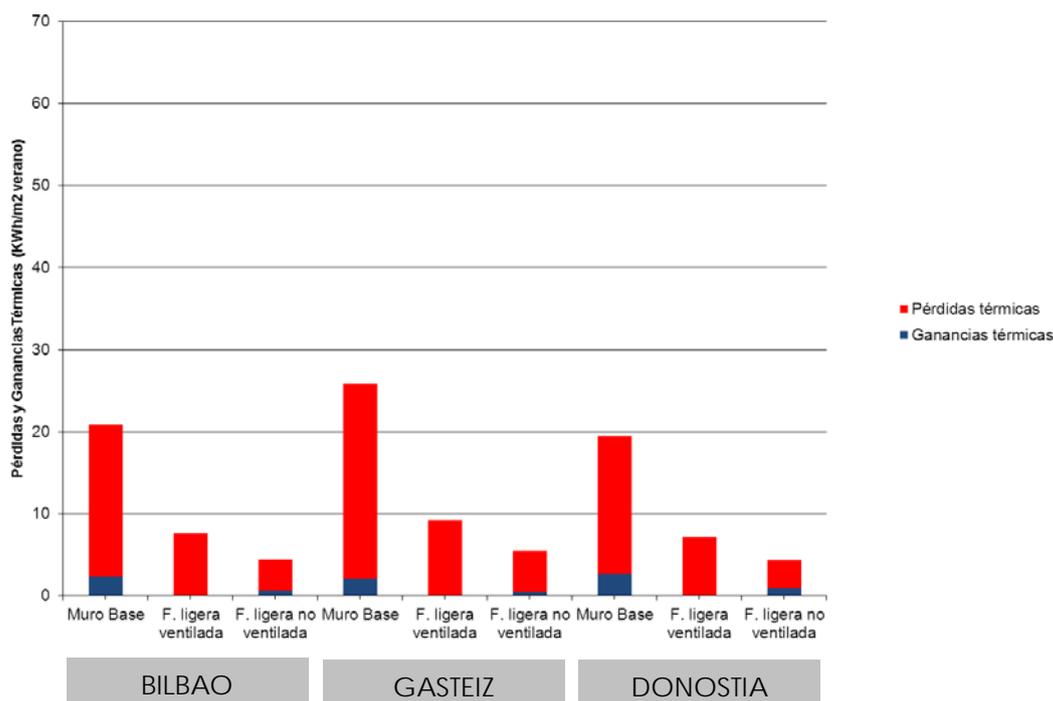
En cuanto a las ganancias térmicas, en invierno se observa que en ambas soluciones constructivas de rehabilitación prácticamente se anulan, por lo que no se consideran para la valoración y comparación de sus comportamientos energéticos en invierno.

En verano, las ganancias que tiene la fachada ligera ventilada son casi nulas. Y las de la fachada ligera no ventilada son muy reducidas, alrededor de 0,42 y 0,90 KWh/m² en todos los meses de verano (mayo-octubre) considerados.



Pérdidas y Ganancias térmicas en invierno

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA EN LA ZONA CLIMÁTICA DEL PAÍS VASCO



Pérdidas y Ganancias térmicas en verano

Por lo tanto, se observa que en verano la solución de rehabilitación que mejor funciona energéticamente es la fachada ligera ventilada, mientras que en invierno la fachada ligera no ventilada se comporta mejor.

Teniendo en cuenta que la demanda de calefacción en invierno es más importante que la demanda de frío en verano, se puede deducir que la fachada ligera no ventilada es más recomendable para la zona climática del País Vasco. Las ventajas obtenidas con la fachada ligera ventilada en verano son menores que las ventajas obtenidas en invierno con la opción de cámara estanca.

En caso de que resulte de interés emplear la Fachada Ventilada por el resto de sus ventajas, deberá aumentarse al menos en 2 cm la capa de aislamiento térmico para compensar el comportamiento refrigerante durante el periodo invernal.