



Jordi Llovera i Massana

Doctor enginyer industrial.
Àrea de Xarxes de Serveis i
Eficiència energètica,
Enginesa



Jordi Llovera i Massana

Edificis que no necessiten calefacció



Foto 1. Façana principal durant la reforma

Reforma de la façana de l'edifici Aconcagua, Andorra

L'obra de referència ha sigut projectada per l'equip d'arquitectes i enginyers de l'empresa ENGINESA. L'origen de la reforma ve de la necessitat de modernitzar la imatge de l'edifici, que ja té 30 anys, actuant a les 3 façanes, i aprofitant per optimitzar el consum energètic de calefacció i millorar el confort tèrmic tant a l'hivern com a l'estiu.

L'edifici consta de 27 apartaments. Està situat en plena zona comercial d'Andorra la Vella, a 1.050 m d'altitud i amb climatologia alpina, temperatures mínimes de -12°C .

L'obra ha consistit en una actuació per l'exterior, aïllant la façana, a més d'altres actuacions per disminuir les pèrdues energètiques dels apartaments.

Façana principal

Tot i que la reforma s'ha fet a les tres façanes de l'edifici, cal destacar l'actuació realitzada a la façana principal que dona a l'avinguda més comercial d'Andorra i que per tant necessitava un acabat més noble.

La solució constructiva s'ha fet aprofitant els elements estructurals d'una façana ventilada, amb d'aïllament tèrmic.

El revestiment escollit en aquesta façana ha sigut el granit negre i els vidres de les baranes de balcons, amb un degradat de color, des del blau de la planta segona al groc de la cinquena li donen un toc personalitzat a l'edifici.

Les finestres, que eren d'alumini, amb vidre doble, i amb moltes deficiències d'estanqueïtat, s'han substituït per finestres noves d'altres prestacions energètiques i vidres triples.

El conjunt de persianes s'han substituït per elements millorats energèticament.

Façana secundària i patis interiors

La façana secundària, d'orientació sud i els patis interiors no han sofert cap modificació respecte la seva estètica original. Únicament s'han aïllat per l'exterior, amb un acabat acrílic

que li dóna un aspecte d'arrebossat de morter de color clar. Les finestres i persianes s'han substituït per unes de característiques idèntiques que les de la façana principal.

Façana mitgera

La façana mitgera s'ha aïllat tèrmicament amb un panell sandwich de poliestirè amb acabat prefabricat de placa de ciment amb fibres de fusta. Aquest revestiment fa les funcions d'envà pluvial.

Com que la major part de l'obra s'ha fet per l'exterior, excepte una petita part de modificació de la façana principal, els habitants de l'edifici només han tingut molèsties en el moment de canviar les finestres i persianes, és a dir poques hores per apartament i poca obra a l'interior de la vivenda.

Tot l'aïllament ha estat col·locat per l'exterior des de bastides sense molèsties als veïns.

Simulació tèrmica de l'edifici

S'ha utilitzat un programa de simulació tèrmica d'edificis per dissenyar el gruix d'aïllant òptim així com la topologia de finestres, solució de ponts tèrmics i altres detalls constructius. Aquesta simulació tèrmica, feta amb dades reals de temperatura i radiació solar de la zona, ha permès estudiar l'evolució de les temperatures interiors així com el consum energètic, amb diferents opcions d'aïllament tèrmic i finestres. Aquest treball i la voluntat de la propietat d'anar molt més lluny del que la pròpia normativa d'eficiència energètica obliga, ha permès afinar un projecte de rehabilitació fins un punt que el propi edifici s'ha convertit en l'edifici rehabilitat de menys consum de calefacció de la península Ibèrica.

Construcció de l'obra

L'obra s'ha desenvolupat sense problemes entre setembre 2010 i març 2011, per tant una bona part de l'obra ha sigut en època hivernal, sense que això hagi suposat problemes per als veïns més que un parell de dies per apartament, en el moment de canvi de finestres.

Finestres

Les finestres utilitzades han estat de PVC mentre que els vidres, són triples. (Foto 8)



Foto 2. Façana principal abans i després de la reforma



Foto 3. Façana posterior abans i després de la rehabilitació

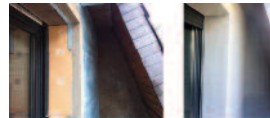


Foto 4. Col·locació d'aïllant per l'exterior en fase d'obra i acabat final. Façana posterior

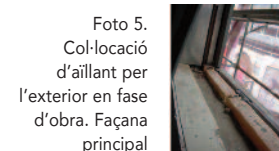


Foto 5. Col·locació d'aïllant per l'exterior en fase d'obra. Façana principal



Foto 6. Pati durant i després de la rehabilitació



Foto 7. Aïllament de la paret mitgera

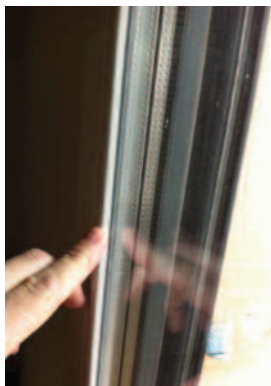


Foto 8. A la finestra s'observa la doble cambra d'aire del triple vidre



Foto 9. Imatge termogràfica de les parets d'una habitació



Foto 10. Equip Blower Door

Termografies

S'han realitzat una sèrie d'assajos per garantir l'eficiència energètica dels treballs realitzats, com les termografies i en assaig d'infiltracions "blower door test" a tots els apartaments.

A les termografies s'ha comprovat l'eficiència dels aïllaments instal·lats, tal com es pot veure a la imatge 9, que correspon a un pis habitat.

S'observa que la paret de l'esquerra (color vermell) és mur exterior que ja s'ha aïllat tèrmicament (mitgera sense edifici) i té una temperatura superficial de 15,4°C. La paret frontal, corresponent al pati (color blau amb els totxos marcats termogràficament) és una paret igual a l'anterior però encara sense aïllar. La temperatura superficial és de 9,6°C. És a dir, la diferència de temperatures entre les 2 parets és de quasi 6°C, i l'única diferència entre elles és que una ja està aïllada i l'altra encara no. En el moment de prendre aquesta termografia, les finestres i persianes encara no estaven canviades i la temperatura exterior era de -7°C.

Això demostra que el confort interior és molt superior després de la rehabilitació.

Es pot observar també en aquesta termografia que la finestra antiga tenia una temperatura superficial interior de 8,4°C.

La termografia de la paret que no té aïllament permet inclús dibuixar els totxos ja que el morter que els uneix és més conductor de la calor (i per tant del fred) que el totxo que té varies càmeres d'aire que suposen un lleuger aïllament, al menys comparat amb el morter.

Tot això mostra la quantitat de pèrdues energètiques que tenia la casa abans de la reforma.

Blower door test

L'assaig blower door test es fa per localitzar les infiltracions incontrolades d'aire exterior, poder segellar-les i analitzar el volum d'infiltració residual final.

Per fer-lo es va instal·lar un equip "blower door test" a la porta de cada apartament.

Aquest equip consisteix en una porta estanca amb ventilador de velocitat variable i sondes de pressió i cabal d'aire. El pis es posa a una depressió constant i amb la càmera termogràfica es capten totes les entrades d'aire exterior.

Aquest assaig es va fer en presència dels industrials que

haviem participat a l'obra, de forma que qualsevol entrada d'aire detectada permetia segellar-la al moment.

Els industrials que més van intervenir van ser el muntador de finestres i persianes, l'electricista que segellava el pas d'aire entre cables i tubs de cables i el paleta pels elements constructius.

L'experiència ens va demostrar la utilitat de l'assaig, ja que malgrat haver segellat aquests elements abans de la prova, encara van aparèixer punts d'infiltració, com es pot veure a les imatges 12.

Totes aquestes infiltracions d'aire de finestres, caixes de persiana, endolls, interruptors, etc, es van segellar durant la prova.

Resultat energètic

Les obres es van realitzar a la tardor – hivern 2010. L'hivern 2011-12, amb l'obra acabada, s'han recollit els resultats de consum que confirma l'estudi inicial.

- 11 dels 27 pisos (un 40%) han tingut un consum de calefacció NUL en tot l'hivern alguns d'ells pertanyen a la façana nord i altres a la sud.



Foto 11. Localització de les infiltracions d'aire per les noves finestres durant l'assaig "Blower Door"

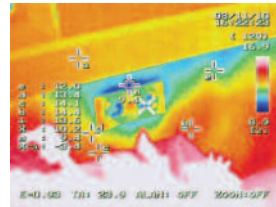
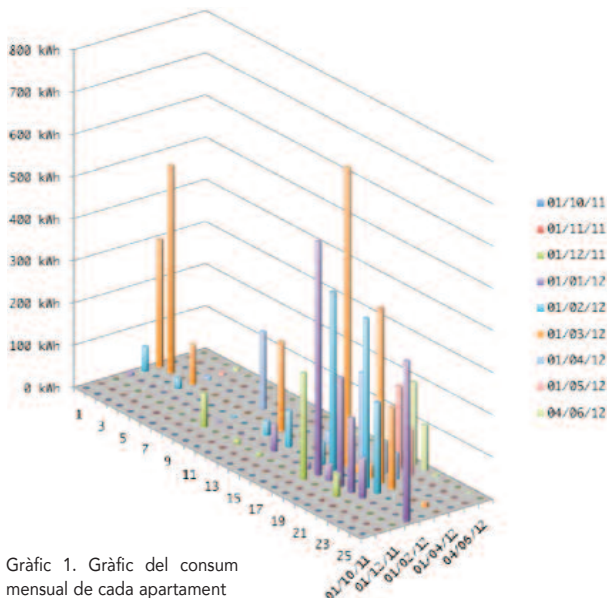


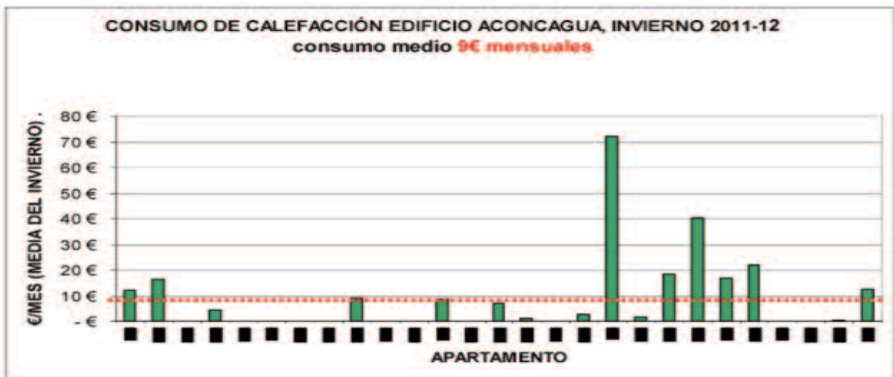
Foto 12. Imatge termogràfica d'infiltracions d'aire a través d'endolls durant l'assaig "Blower Door"



Gràfic 1. Gràfic del consum mensual de cada apartament

LECTURA DE CONSUMOS MENSUALES DE CALEFACCIÓN DE CADA APARTAMENTO DEL EDIFICIO ACONCAGUA, INVIERNO 2011-12

| APARTAMENTO | 01/10/2011 | 01/11/2011 | 01/12/2011 | 01/01/2012 | 01/02/2012 | 01/03/2012 | 01/04/2012 | 01/05/2012 | 01/06/2012 | 01/07/2012 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 201 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 7 kWh | 58 kWh | 301 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 202 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 490 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 203 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 204 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 25 kWh | 93 kWh | 0 kWh | 7 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 205 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 301 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 302 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 303 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 304 | 0 kWh | 0 kWh | 79 kWh | 4 kWh | 3 kWh | 0 kWh | 183 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 305 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 306 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 401 | 0 kWh | 0 kWh | 12 kWh | 0 kWh | 24 kWh | 211 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 402 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 403 | 0 kWh | 0 kWh | 6 kWh | 63 kWh | 85 kWh | 37 kWh | 2 kWh | 21 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 404 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 33 kWh | 8 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 405 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 406 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 15 kWh | 53 kWh | 9 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 501 | 0 kWh | 0 kWh | 251 kWh | 552 kWh | 422 kWh | 707 kWh | 210 kWh | 29 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 502 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 36 kWh | 0 kWh | 16 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 503 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 257 kWh | 0 kWh | 29 kWh | 75 kWh | 195 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 504 | 0 kWh | 0 kWh | 53 kWh | 176 kWh | 401 kWh | 415 kWh | 61 kWh | 107 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 505 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 92 kWh | 216 kWh | 193 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 506 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 526 kWh | 19 kWh | 107 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 601 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 602 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 603 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 10 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| 605 | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 380 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |



- Al febrer hi va haver una setmana sencera sota zero, on la temperatura exterior va arribar a -11°C. Aquest mes 13 apartaments de 27 (50%) van consumir ZERO euros.
- Les lectures dels comptadors d'energia dels apartaments donen un consum dels pisos de 7.388 kWh en tot l'hivern. Això suposa una mitja de 274 kWh / pis, el que correspon a 4,53 kWh/m² any d'energia primària. Com que la calefacció és de gasoil C, aquesta xifra correspon a una mica menys de mig litre per metre quadrat i any.
- El consum de 4,5kWh/m².any suposa una tercera part del màxim permès en una "passive house", que està limitat a 15kWh/m².any.

- Estalvi global de calefacció superior al 80% en relació al consum abans de la rehabilitació.
- El cost promig de calefacció és de 9€ per apartament i mes (uns 54€ anuals).

A la taula es recullen les lectures de consum mensual de cadascú dels apartaments durant tot l'hivern 2011-12. En color groc estan les lectures de consum ZERO. Es pot observar que al febrer (lectura del 01/03/2012) hi va haver una setmana sencera sota zero, on la temperatura exterior va arribar a -11°C.

Aquest mes 13 apartaments dels 27 (50%) van consumir ZERO euros.

Degut a la climatologia, la legislació local obliga a tenir en marxa les calefaccions comunitàries dels edificis de vivendes des del 15 d'octubre al 30 de maig.

En aquest gràfic es recull el consum mig mensual de cadascú dels apartaments, que dona una mitja de 9€/mes (línia vermella de punts), molts d'ells donen ZERO.

Exceptuant el consum de 2 apartaments, els 25 restants han tingut un consum inferior a 25€/mes.

L'edifici disposa d'una etiqueta energètica A.



Competitivitat al mercat de lloguer de pisos

El mercat de pisos de lloguer en la zona està baixant, amb més oferta que demanda. S'observa una tendència a que la gent abandoni els pisos més antics i amb més consum per traslladar-se a altres més nous i amb consum una mica menor. Tot i això, el cost de 100 a 150€/mes de calefacció per pis, és del tot normal.

Amb aquesta rehabilitació, aquest edifici se situa en un nivell de competitivitat molt superior als demés. La gent prefereix anar a un pis reformat com aquest, on l'import del lloguer més el de la calefacció està acotat i es coneix amb antel·lació. A més, tal com s'està incrementant el preu del gasoil C, es pot duplicar en uns 5-6 anys, i en aquest moment qui ara paga 150€ de calefacció deurà pagar, si pot i vol, 300€, mentre que qui visqui en un edifici com aquest passarà a pagar de 9€ a 18€. Aquests pisos seguiran sent competitius dins del mercat mentre que els altres es buidaran si no es fan reformes importants com aquestes.

PARTICIPANTS:
 Arquitectura i Enginyeria:
 ENGINEESA
 www.enginesa.com
 Autor del projecte:
 Jordi Llovera, doctor
 enginyer industrial
 jllm@enginesa.ad