

El test Blower Door: la prova que mesura quanta energia s'escapa d'una casa

Un ventilador de gran cabal instal·lat a la porta d'entrada permet quantificar, amb precisió, les fuites d'aire que no es veuen a simple vista. A PAPIK Group forma part del procés de qualitat de gairebé totes les cases Eskimohaus.

Poques proves de la construcció resulten tan reveladores com el test Blower Door. Un ventilador de gran cabal s'instal·la a la porta d'entrada, se segella el perímetre i s'engega a plena potència mentre un tècnic recorre l'habitatge amb un generador de fum. L'objectiu no és espantar abelles ni caçar fantasmes: és detectar fugues i mesurar una cosa molt més important, quanta energia s'escapa d'una casa sense que ningú se n'adoni.

A PAPIK Group la prova forma part del procés de qualitat de gairebé totes les cases Eskimohaus que construïm, i no com un tràmit administratiu ni per obtenir una certificació. És l'única manera fiable de saber, de veritat, si una casa és tan estanca com ha de ser. A continuació expliquem d'on ve, com funciona, per a què serveix i per què el resultat canvia la manera d'entendre la factura energètica.

D'on ve el nom "Blower Door"

El nom és literalment anglès: **blower** (ventilador) i **door** (porta), perquè l'aparell s'instal·la en substitució de la porta. L'equip consisteix en un bastidor ajustable que s'adapta a qualsevol obertura, una làmina de lona que tanca hermèticament l'espai i, al centre, un gran ventilador de cabal variable amb sensors de pressió i de flux d'aire molt precisos.

La tècnica va néixer als Estats Units als anys setanta, en plena crisi del petroli, quan els enginyers energètics van començar a preguntar-se per on s'escapava tanta energia de les cases americanes. Des d'aleshores el protocol s'ha estandarditzat internacionalment i avui és la prova de referència mundial per mesurar l'estanquitat a l'aire dels edificis. A Europa, la norma que la regula és la ISO 9972, equivalent a l'EN 13829.

Per a què serveix mesurar l'estanquitat

Quan es parla d'eficiència energètica, el primer que ve al cap és l'aïllament. L'aïllament és importantíssim, evidentment, però hi ha un segon mecanisme de pèrdua d'energia que sovint s'oblida: les infiltracions d'aire.

Una casa pot tenir 30 cm de llana de roca a la coberta i triple vidre a totes les finestres, però si l'envolupant té esclotxes, per petites que siguin, l'aire calent de l'interior s'escapa constantment i l'aire fred de l'exterior entra sense control, sense filtre i sense recuperació de calor possible. A l'estiu passa a la inversa. És una pèrdua neta de temperatura i de confort, i el test Blower Door permet quantificar-la i evitar-la.

Les infiltracions d'aire incontrolades poden representar entre el 20 % i el 40 % de la demanda total de calefacció d'una casa convencional. Això es tradueix directament en la factura que es paga cada mes. Aquell cost invisible que s'arrossega durant tota la vida útil de l'habitatge el desenvolupem a l'article sobre la [hipoteca energètica](#).

Una casa ben aïllada però amb infiltracions és com un abric molt gruixut amb la cremallera trencada: el fred entra igualment.

Com funciona el test, pas a pas

El procediment sembla senzill, però al darrere hi ha un protocol molt precís. Aquest és el seu ordre real.

1. Preparació de la casa

Abans d'engegar res, cal preparar la casa per simular les condicions normals d'ús. Es tanquen totes les finestres i portes exteriors, però s'obren totes les portes interiors perquè l'aire circuli lliurement per tot el volum interior. Les obertures de ventilació intencionades, com les boques de la VMC, se segellen temporalment amb cinta o taps, perquè la prova mesura les fuites no intencionades i no les ventilacions controlades. Els desaigües dels sifons es tapen amb aigua.

2. Instal·lació del Blower Door

S'instal·la el bastidor a la porta d'entrada principal. La lona tanca hermèticament el perímetre i, al centre, queda el ventilador calibrat, connectat a un manòmetre digital, que mesura la pressió, i a un cabalímetre, que mesura el flux d'aire.

3. Pressurització i despressurització

El ventilador s'engega i comença a treure aire de la casa (despressurització) fins a assolir una diferència de pressió de 50 pascals respecte a l'exterior. Cinquanta pascals és una pressió relativament petita, equivalent a una columna d'aigua de menys d'un centímetre, però suficient per revelar totes les esclotxes de l'envolupant.

Per situar-ho amb una referència concreta: 50 Pa és la pressió aproximada que exerceix un vent de 30 a 35 km/h contra la façana. No és un huracà, és el que pot fer un dia de vent de tardor.

A continuació, el protocol estàndard repeteix la mesura en pressurització, amb el ventilador bufant cap a dins, per tenir dades en els dos sentits i calcular-ne la mitjana. Durant la prova, un tècnic recorre la casa amb un detector de fum o una càmera tèrmica per localitzar visualment on s'escapen les fuites: les esclotxes es fan visibles pels filaments de fum que s'hi desvien o com a zones fredes a la imatge tèrmica.

4. El resultat: el valor n50

El manòmetre registra el cabal d'aire necessari per mantenir la pressió de 50 Pa. Com més gran és aquest cabal, més fuites té la casa. Amb aquest valor i el volum interior de l'edifici es calcula l'n50, el nombre de renovacions d'aire per hora a 50 pascals.

La fórmula és directa: $n50 = \text{cabal d'aire a 50 Pa (m}^3/\text{h)} \div \text{volum interior de l'edifici (m}^3\text{)}$. Un n50 d'1 significa que, mantenint 50 Pa de pressió durant una hora, es renovaria tot l'aire interior una vegada; un n50 de 10 vol dir que es renovaria deu vegades. Com més petit és el valor, millor: menys fuites i, per tant, menys energia perduda.

En quin moment de la construcció es fa la prova

Aquí hi ha un matís important que molta gent desconeix: el test Blower Door es pot, i s'hauria de, fer dues vegades.

La primera, durant l'obra, just quan s'ha completat la capa d'estanquitat però abans de tancar els trasdossats i els falsos sostres. Així, si es detecta alguna fuga, encara és fàcil i barat d'arreglar. El tècnic localitza l'escletxa, el constructor la segella i es torna a mesurar. Reparar una fuga en fase d'obra pot costar desenes d'euros; reparar-la quan la casa ja és acabada pot implicar obrir parets i costar centenars o milers.

La segona, al final de l'obra, amb la casa completament acabada. Aquesta és la mesura oficial que queda al certificat i que determina si la casa compleix o no l'estàndard Passivhaus. A PAPIK Group utilitzem el test Blower Door precisament per detectar possibles fugues i reparar-les, assolint així una gran qualitat final. És part del nostre procés en la construcció de cases Eskimohaus.

On s'amaguen les fuites habituals

Una casa té molts punts on diferents materials i sistemes es troben, i cada encaix és un risc potencial de fuga que el test permet detectar. Aquests són els punts crítics més habituals:

- **Caixes de persiana.** Una de les fonts de fuga més importants de la construcció convencional. El calaix es comunica directament amb l'exterior i sovint no té cap segellat.
- **Premarcs de finestres i portes.** La junta entre el premarc i la paret és un punt de fuga clàssic si no s'executa correctament.
- **Passos d'instal·lacions.** Cada tub de llum, aigua, gas o telecomunicacions que travessa l'envolupant és una escletxa potencial. Sense segellat específic, deixen passar l'aire lliurement.
- **Trobada de forjat amb façana.** En edificis convencionals, la llosa de forjat arriba fins a la façana i crea una discontinuïtat en l'aïllament i en la capa d'estanquitat.
- **Juntes de la coberta.** Les trobades entre coberta i parets, al voltant de claraboies o sortides de ventilació, concentren moltes fuites en cases poc cuidades.
- **Preses elèctriques i interruptors en parets exteriors.** Les caixetes encastades sovint travessen la barrera d'estanquitat sense cap segellat posterior.

En una casa Eskimohaus cadascun d'aquests punts es resol amb un detall constructiu específic, pensat i executat amb precisió. Expliquem com ho fem a l'article sobre les tecnologies clau en la construcció Passivhaus.

El test Blower Door i la ventilació

Una pregunta sorgeix sempre: si es segella tant la casa, no ens quedarem sense aire? La resposta és no, i aquí entra en joc la ventilació mecànica amb recuperació de calor (VMC). Una casa Passivhaus és estanca, però no hermètica en el sentit de tancada: disposa d'un sistema de ventilació controlada que renova l'aire de manera constant, amb filtres, sense corrents i recuperant fins al 96 % de la calor de l'aire sortint per escalfar l'aire net que entra.

La clau és aquesta: en una casa estanca, l'aire entra per on es vol, no per on pot. El test Blower Door garanteix que no hi ha vies d'escapament no controlades, i la VMC garanteix que l'aire que entra és net, temperat i filtrat. El resultat és una qualitat d'aire interior molt superior a la de qualsevol casa convencional, fins i tot amb les finestres tancades.

La part tècnica

Per a arquitectes, tècnics o qualsevol persona que vulgui entendre la prova fins al fons, aquests són els detalls més tècnics del test.

La norma i els mètodes de mesura

El test es realitza seguint la norma ISO 9972:2015, equivalent a l'EN 13829, que defineix tres mètodes:

- **Mètode A.** Es mesura l'edifici en condicions d'ús real, sense segellar cap obertura de ventilació. Ofereix una imatge del comportament real de l'edifici.
- **Mètode B.** Se segellen totes les obertures intencionades (boques de VMC, xemeneies, etc.) i es mesura exclusivament la permeabilitat involuntària de l'envolupant. És el mètode exigít per a la certificació Passivhaus.
- **Mètode C.** Informal, utilitzat de vegades per a diagnòstics, sense seguir tot el protocol estricte.

La corba de pressió i el coeficient d'infiltracions

Un test complet no es fa només a 50 Pa. El protocol rigorós mesura el cabal d'aire a múltiples punts de pressió, entre 10 i 70 Pa en increments, tant en pressurització com en despressurització. Amb tots aquests punts es traça una corba de regressió que segueix la llei potencial $Q = C \cdot \Delta P^n$, on Q és el cabal d'aire (m^3/h), ΔP la diferència de pressió (Pa), C el coeficient d'infiltracions de l'envolupant i n l'exponent de flux, comprès entre 0,5 i 1,0.

L'exponent n aporta informació qualitativa sobre el tipus de fuga dominant: un valor proper a 0,5 indica que les fuites principals són grans obertures, com escletxes amples o juntes obertes, mentre que un valor proper a 1,0 indica microporositat difusa a través dels materials. En una envoltant ben executada, n sol situar-se entre 0,6 i 0,8. El coeficient C, normalitzat per superfície d'envoltant, és equivalent al paràmetre CL (Specific Leakage) que apareix als informes de certificació Passivhaus i al software PHPP, l'eina de càlcul energètic oficial de l'Institut Passivhaus.

De l'n50 a la infiltració real en condicions d'ús

El valor n50 es mesura a 50 Pa, però una casa en ús normal no treballa a aquesta pressió. Per estimar la infiltració real en condicions habituals s'aplica un factor de correcció, el factor de protecció del vent N, que depèn de la ubicació, l'alçada i l'exposició al vent de l'edifici, segons la relació $n_{\text{real}} \approx n50 / N$. Els valors habituals de N són 20 per a un edifici molt protegit del vent (entorn urbà dens), 14 per a una exposició moderada (entorn suburbà típic) i 10 per a un edifici molt exposat (zona alta, camp obert, primera línia).

Per a una casa Eskimohaus amb $n50 = 0,6$ en una ubicació estàndard ($N = 20$), la infiltració real seria d'aproximadament 0,03 renovacions per hora, un valor pràcticament negligible en termes energètics. Per comparació, una casa convencional amb $n50 = 5$ a la mateixa ubicació tindria una infiltració real de 0,25 renovacions per hora, vuit vegades superior.

Un compromís de qualitat, no un tràmit

El test Blower Door no és un tràmit burocràtic per complir una normativa. És la prova que una casa és el que promet ser, que l'equip que l'ha construït ha fet bé la seva feina i que l'energia que es pagarà durant els propers cinquanta anys no s'escaparà.

A PAPIK Group, quan el ventilador s'atura i el resultat apareix a la pantalla del manòmetre, és un dels moments de la construcció que més satisfacció ens dona. No pas per passió pels números, sinó perquè sabem que darrere d'aquell 0,6 o menys hi ha una família que viurà còmoda, calenta a l'hivern i fresca a l'estiu, sense preocupar-se de la factura. Els resultats reals es poden consultar a la [galeria de projectes](#).

El valor que apareix al manòmetre no mesura només l'aire: mesura si una casa complirà, durant dècades, tot el que va prometre el dia que es va projectar.