

Una mirada holística

Hacia una construcción sostenible

MARTÍN COMAS

Nacido en Montevideo, cuando había 340 ppm de CO₂ en nuestra atmósfera. Arquitecto (FArq-Udelar, 2009). Director en Arquitectura Regenerativa (sitio *web*: linktr.ee/arre.bio). Miembro fundador del capítulo en Uruguay del Instituto Latinoamericano PassivHaus (ILAPH). Especialista en proyectos de altas prestaciones, en los que se combinan materiales naturales, bioconstrucción del siglo XXI y conceptos PassivHaus. Desde el 2019, hemos secuestrado en nuestras obras, aproximadamente, 100 t de carbono. Hemos evitado que además se emitan, aproximadamente, 400 t de CO₂e.

La ciencia a disposición de una construcción más sostenible

A continuación, vamos a desarrollar una mirada capa a capa, *layer a layer*, sobre diferentes conceptos que, a nuestro entender, otorgan una manera de construir y proyectar arquitectura más actualizada a las necesidades climáticas de los próximos cincuenta a cien años. Cada estrato se explicará de manera unitaria, aunque se irán sumando hasta llegar a un todo.

Ya no se puede mirar una casa como una sumatoria de partes, hay que mirarla como un sistema, donde cada parte es igual de importante. Obtendremos así un resultado más robusto, superior y, por último, más elegante. Por eso hablamos de una mirada holística.

Por momentos, utilizaremos un lenguaje más coloquial y no tan técnico, puesto que la finalidad es simplificar de alguna forma los conceptos. Sepan disculparnos.

BLOWER DOOR

Si no tenés idea de lo que es un *Blower Door* [ver Fig.1], este artículo es para ti.

El *Blower Door* existe desde 1977. Es una prueba normalizada de diagnóstico que permite medir el grado de hermeticidad de un edificio mediante la detección de infiltraciones de aire a través de su envolvente. Conocer el nivel de estanquidad de un inmueble es fundamental para construir edificios de bajo consumo energético. Una mayor hermeticidad permite, entre otras cosas, reducir la demanda energética.

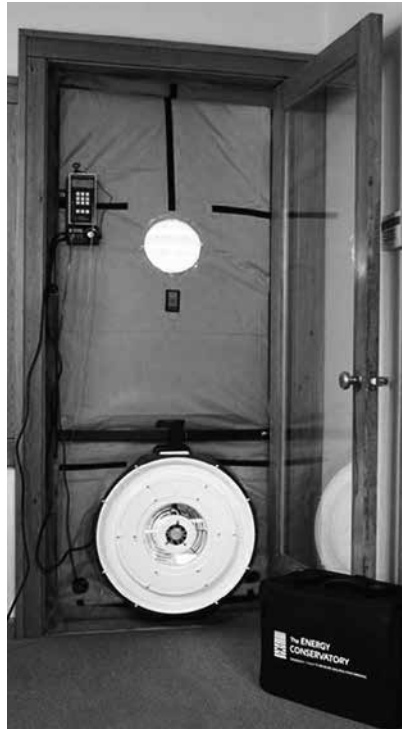


FIGURA 1. BLOWER DOOR.
FUENTE: FOTOGRAFÍA DEL AUTOR
DEL ARTÍCULO

Dicho «en criollo»: la casa se «infla» como un globo para medir el volumen de aire que hay que usar para mantenerla inflada. Sin embargo, lo más importante no es lo que mide esta prueba, sino el concepto de que las casas terminadas se pueden medir de una forma estandarizada.

A modo referencial, la sumatoria de agujeros en una casa estándar puede equivaler a un área aproximada de 1 m x 2 m (entre 15 ACH50 y 20 ACH50). Dicho «en criollo»: es lo mismo que tener la puerta de entrada de tu casa abierta las veinticuatro horas del día, los siete días de la semana. Por más nueva que sea la casa, si el resultado del *Blower Door* está dentro de estos parámetros, entonces lo que tenemos es una casa nueva, pero con tecnología obsoleta.

Pongamos esto en contexto. En Alemania existe un estándar llamado PassivHaus. En Darmstadt se construyó, en 1990, el primer edificio bajo este estándar. Para certificar PassivHaus, hay que hacer un ensayo de *Blower Door*. La sumatoria máxima de agujeros admitida desde 1989 es de 10 cm x 10 cm (0,6 ACH50) para obras nuevas y de 12 cm x 12 cm (1,04 ACH50) para reformas.

La reflexión obvia es la siguiente: ¿cómo puede ser que desde 1977 o 1990 existan en el mundo estándares de construcción con esos niveles de hermeticidad y estudios estandarizados que ayudan a medir científicamente las obras construidas y en Uruguay ni siquiera estemos enterados de ello! Lo que en otros países es algo común, cotidiano, acá ni siquiera está «arriba de la mesa».

INTERCAMBIADOR DE CALOR, VENTILACIÓN DE DOBLE FLUJO

Ahora que tenemos una casa hermética, dimos un paso importante para lograr una casa de altas prestaciones, saludable y con mínimo consumo. El aire ya no entra por cualquier lado, ya no entra por la sumatoria de agujeros que tenemos en la casa. Gracias a esta hermeticidad, ahora somos nosotros quienes controlamos por dónde se filtra y también la calidad de lo que ingresa y egresa.

Notas:

- ¿Sabías que el 90% de nuestro tiempo lo pasamos en espacios interiores?
- ¿Sabías que el 30% de nuestra vida la pasamos en nuestro dormitorio?
- ¿Sabías que el 90% del tiempo que pasamos en nuestro dormitorio el aire alcanza niveles de CO₂ superiores al umbral de las 1000 ppm que recomienda la Organización Mundial de la Salud para establecer si un ambiente es saludable?
- ¿Estás dispuesto a levantarte cada una hora durante todas las noches para evitar que no se supere ese umbral?
- ¿Estás dispuesto a dormir con 10 °C (que sería la temperatura que tendrías si abrieras la ventana quince minutos cada una hora durante una noche de invierno)?

Gracias a la hermeticidad lograda en estas casas de altas prestaciones, tenemos la posibilidad de dar solución a todas estas problemáticas. Acá es donde aparece un equipo centralizado (o descentralizado) de ventilación de doble flujo [ver Fig. 2].

¿Qué es un intercambiador de calor de doble flujo? Sin mezclarse, el aire que se extrae de la vivienda a 21 °C se cruza con el aire que entra a 7 °C y, mediante varias capas (como un radiador de un auto), el aire que sale le transfiere su energía al que entra, de forma tal que el que entra, en vez de entrar a 7 °C, entra a 19 °C, y el que sale, en vez de salir a 21 °C, sale a 9 °C.

De esta forma, se logra una de las mayores eficiencias energéticas que podamos imaginar. Estamos reduciendo drásticamente los recursos que necesitaríamos para calefaccionar la casa, ya que el mínimo de aire ahora es de 19 °C. Solamente tenemos que lograr pasar ese aire de 19 °C a 21 °C.

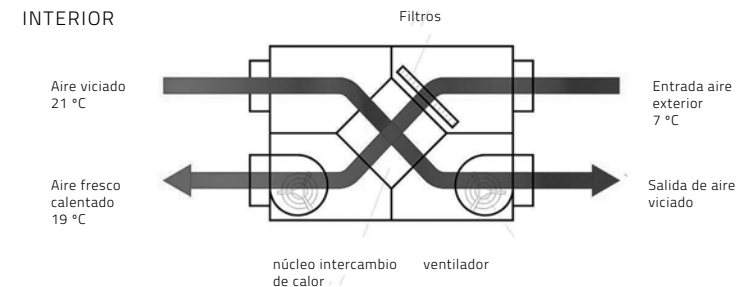


FIGURA 2. ESQUEMA DE LA VENTILACIÓN DE DOBLE FLUJO. FUENTE: ALEMARQUITECTURA.COM

Además de esta economía, con un sistema centralizado de ventilación de doble flujo logramos tener una distribución pareja del aire en todas las habitaciones de la casa. De esta forma, eliminamos la situación de encontrar 5 °C más frío un dormitorio o una habitación que no se esté usando cuando venimos del living-comedor. Tenemos una distribución del calor pareja, lo que nos brinda máximo confort.

Otra de las ventajas de estos equipos es que se calculan para que su caudal renueve el 100% del aire de la casa cada tres horas. Además, como están centralizados, ya aprovechamos y les ponemos un filtro. Podemos decir, entonces, que el aire interior de estas casas es todo el tiempo más puro; incluso, más que el aire exterior.

Al tener aire puro y renovado, superamos las prestaciones que nos brinda la ventilación cruzada: logramos pasar todas las noches en nuestros dormitorios sin superar el umbral de CO₂, nuestros hijos se mantienen a resguardo de alergias durante las temporadas en que estas suelen ser frecuentes, se regula la humedad relativa interior, por lo que en los baños no tenemos más esporas en los cielorrasos. En conclusión, obtenemos ambientes interiores saludables. ¡Y no nos olvidemos que todo esto lo hacemos calefaccionando menos!

Conclusiones (sabemos que van a ser polémicas):

- ventilación cruzada: obsoleta;
- ventanales corredizos: obsoletos;
- extractores de cocina: obsoletos;
- extractores de baño: obsoletos.

PUENTES TÉRMICOS, ABERTURAS DE ALTAS PRESTACIONES, PROTECCIÓN SOLAR

Sigamos avanzando. Ya tenemos una casa hermética que consume muy poco, es saludable y además renueva el 100% de su aire interior cada tres horas. Ahora debemos prestar atención a los detalles. Detalles que resultan insignificantes cuando tenés una puerta abierta las veinticuatro horas del día, los siete días de la semana, pero que empiezan a tornarse importantes cuando estás en búsqueda de una casa de altas prestaciones.

Estas construcciones no pueden tener puentes térmicos y agradecen protecciones solares externas para las épocas de verano.

- Losas de hormigón que salen de la envolvente térmica para generar balcones: obsoletas;
- plateas de hormigón apoyadas directamente en el terreno, sin aislación térmica: obsoletas;
- aberturas de aluminio sin ruptura de puente térmico: obsoletas;
- aberturas de vidrios simples: obsoletas;
- vidrios DVH con cámaras de 12 mm o menos: obsoletos;
- vidrios DVH con separadores metálicos: obsoletos,
- etc.

Tenemos que cambiar muchas de las cosas que hacemos a diario sin darnos cuenta, pero, ojo, de nada sirve hacer una de estas cosas sin hacer las otras. Es vital entender la casa como un todo, como un sistema. Tenemos que prestar atención a los detalles para poder lograr una casa de altas prestaciones.

La importancia del análisis del ciclo de vida de la construcción

Hemos ido agregando capa tras capa y así hemos logrado construir una casa con el estándar más exigente de eficiencia energética que hay a nivel mundial: Passiv Haus. Además, hemos conseguido una casa de altas prestaciones con mínimo consumo. Una casa saludable para quienes la ocupan.

Ahora te pido que no te desanimes con lo que se viene, pues hasta aquí solo hemos descripto una de las tres partes que deben tenerse en cuenta. Hablemos ahora del concepto «análisis de ciclo de vida» [ACV; LCA, por sus siglas en inglés] aplicado a la construcción.

Definición parcial de Wikipedia («Análisis de ciclo de vida», 2023):

El ACV es una metodología que se diferencia por el uso de métodos cuantitativos y por su particularidad de identificar los aspectos ambientales clave de un producto, proceso o servicio y cuantificar sus impactos ambientales potenciales a lo largo de su ciclo de vida, comenzando por la extracción de materias primas y la producción de energía utilizada para fabricar el producto, uso del mismo y disposición final.

Aparecen conceptos como CO₂e o *Global Warming Potential* [GWP] y *Environmental Product Declaration* [EPD].

El ACV se puede dividir en tres grandes etapas:

1. **Carbono embebido:** todas las energías y todas las emisiones que se necesitaron para fabricar y entregar al cliente el producto. En el caso de la construcción, todas las energías y todas las emisiones que se necesitaron para fabricar los materiales y construir la casa hasta el momento en que ingresa la familia a hacer uso de esta.
2. **Carbono operativo:** todas las energías y todas las emisiones que consumirá la casa para tener confort durante sus sesenta o cien años de uso —acá es donde interviene el PassivHaus, ya que nos brinda máximo confort con mínimo consumo—.
3. **Disposición final:** todas las energías y todas las emisiones que se necesitan tanto para desmantelar la casa construida como para que todos los elementos vuelvan al origen, cerrando el ciclo de vida.

La mayoría de los estándares internacionales referidos a la construcción hacen mayor hincapié en la parte del carbono operativo. Desde nuestro punto de vista, esto puede estar relacionado con el hecho de que es el más fácil de medir y controlar.

Igualmente, en los últimos años se está hablando de la importancia del carbono embebido. Se estima que el consumo de energía y las emisiones de esta etapa es el mismo que en la etapa del carbono operativo. Pero con una diferencia temporal importante: el carbono embebido se consume todo junto previo a la entrega de la casa, mientras que el total del carbono operativo se produce en un lapso de cien años.

Uno de los problemas que tenemos hoy es el exceso de CO₂e en la atmósfera: estamos por las 440 ppm cuando no deberíamos superar las 300 ppm. Suficiente razón, entonces, para tener en cuenta estas emisiones inmediatas generadas por la construcción en la etapa de carbono embebido, ya que pueden tener un impacto significativo.

De hecho, Naciones Unidas habla de que el carbono embebido del rubro construcción equivale aproximadamente a un 20% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Esto es similar al 20% emitido por todo el transporte mundial. Si consideramos el 20% extra que emiten las casas por el carbono operativo, estamos hablando, entonces, de que la industria de la construcción, a nivel mundial, es la industria que más emisiones genera.

¿Qué podemos hacer?

Primero, reducir al máximo el uso del hormigón armado. Es el material más usado del planeta y el responsable del 10% de las emisiones.

Segundo, dejar de usar la aislación térmica que estás usando y emplear celulosa proyectada. La celulosa proyectada es un material reciclado que tiene excelentes propiedades aislantes. A diferencia de los materiales sintéticos, la celulosa proyectada mantiene estas propiedades aun en condiciones de altas humedades relativas, tales como las que se dan en Uruguay durante todo el año. Por último, no presenta diferencias económicas con respecto a las soluciones sintéticas.

Tercero, dejar de hacer movimientos de suelo para poner la casa sobre una platea. Existen otras soluciones para hacer las casas elevadas. Resulta más económico, además de que es mucho mejor tanto desde el punto de vista térmico como medioambiental.

Cuarto, usar madera nacional. A partir de los 10 cm sobre nivel de suelo, usemos madera.

Estas cuatro acciones constituyen un resumen de cosas que se pueden hacer ya mismo en Uruguay, pues tienen un impacto tremendo en términos medioambientales, entran dentro del mismo presupuesto que estás manejando y, en algunos casos, superan la calidad técnica de los materiales estándar. Es decir, no hay excusas.

CARBON IMPACTS OF INSULATION

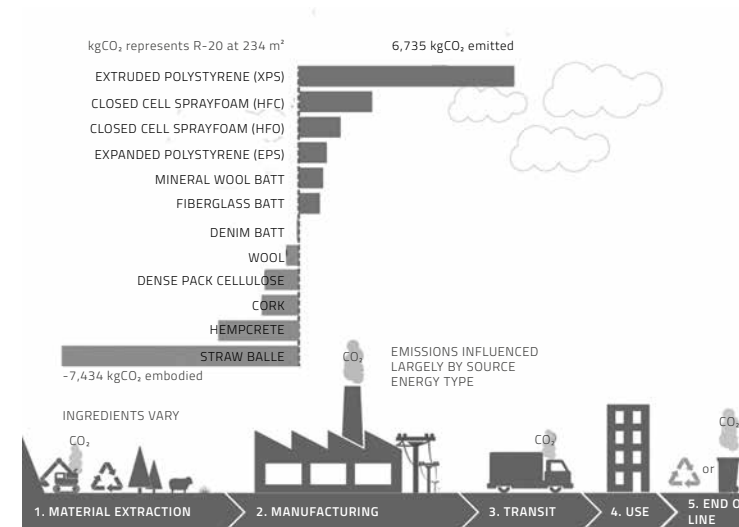


FIGURA 3. EMISIONES SEGÚN AISLANTE TÉRMICO. FUENTE: BUILDERSFORCLIMATEACTION.ORG/

¿Qué estamos haciendo?

En Arquitectura Regenerativa usamos todos estos conceptos desde el 2019, año en el que descubrimos tanto el estándar PassivHaus como la bioconstrucción. Combinamos los conceptos PassivHaus con el uso de materiales naturales y locales, además de fomentar la mano de obra nacional.

En una casa construida en Sauce de Portezuelo, uno de los propietarios dejó de usar su inhalador. En una casa construida en El Pinar, de 150 m² interiores, están consumiendo la misma energía que consumían en su apartamento anterior, de 60 m², pero ahora tienen toda la casa a igual temperatura y no tienen condensación ni en las aberturas ni en los baños.

En una casa construida en Canelones, de 185 m², la calefacción fue resuelta con dos aires acondicionados *inverter* de 12.000 BTU cada uno. En verano solamente encienden una hora por día del living, a las 19 h, cuando entran a la casa. En invierno encienden dos horas por día ese y el del dormitorio, también a las 19 h. Esta casa tiene el honor de ser la primera casa uruguaya en la base de datos internacional del PassivHaus Institute. Además, cabe agregar que es una casa que secuestra carbono, dado que se usaron fardos de paja comprimida en el piso y en las paredes.

En una casa construida este año en Punta Colorada —en seis semanas—, se llegó a finales de agosto sin que aún fuese necesaria la colocación de un sistema de calefacción. Cuando necesitan, prenden una estufa eléctrica de las de cuarzo, una o dos horas antes de irse a dormir.



FIGURA 4. OBRAS REALIZADAS. FUENTE: FOTOGRAFÍAS DEL AUTOR DEL ARTÍCULO

Todas estas viviendas serán por lo menos un 80% compostables al final de su vida útil, dentro de cien años. Además, están por debajo de los 1500 U\$/m² (venta), fueron construidas en menos de ocho meses, son bioconstrucciones de altas prestaciones, tienen el test del *Blower Door* realizado, respetan el medioambiente y son sanas y amigables para las familias que las habitan.

Propósito

En Arquitectura Regenerativa estamos atacando las tres partes del ciclo de vida al mismo tiempo. Proyectamos casas con carbono embebido mínimo o negativo. Proyectamos casas con carbono operativo superreducido, pero manteniendo el máximo confort. Proyectamos casas cuya disposición final se puede compostar en el propio terreno.

En Arquitectura Regenerativa no nos interesa proyectar casas estéticas con el único fin de que salgan en las fotos de las revistas. Obviamente, esa estética es importante, pero no debe ser un fin en sí mismo. Entendemos que hay belleza en la simplicidad, en la salud y en el alto confort. Aceptamos con orgullo el desafío y la responsabilidad de incorporar estos otros conceptos que, si bien complejizan bastante más nuestra profesión, nos abren puertas a otras bellezas más robustas y que contienen un mayor significado. En Arquitectura Regenerativa proyectamos con propósito, polinizamos soberanía, construimos legado.

Somos conscientes de que no tenemos todas las respuestas. Nos queda un montón por aprender, pero para aquello que esté a nuestro alcance estamos más que a disposición, para ayudar y compartir lo aprendido en el corto pero intenso camino que hemos recorrido. Estamos convencidos de que esto es posible y también de que este es el camino.

Estándares: PassivHaus, LEED, EDGE, WELL, MAS, entre otros

PASSIVHAUS



FIGURA 5. IZQ.: LOGO DE PASSIVHAUS; DCHA.: RETRATOS DE FUNDADORES.
FUENTE: WIKIPEDIA («PASSIVHAUS», 2023)

Dice Wikipedia («Passivhaus», 2023):

Passivhaus (del alemán casa pasiva, y del inglés *passive house standard*) es un estándar para la construcción de viviendas originado a partir de una conversación (en mayo de 1988) entre los profesores Bo Adamson de la Lund University, Suecia, y Wolfgang Feist del *Institut für Wohnen und Umwelt* [Instituto de Vivienda y Medio Ambiente].

[...] Se basa en levantar construcciones que cuenten con gran aislamiento térmico, un riguroso control de infiltraciones y una máxima calidad del aire interior, además de aprovechar la energía del sol para una mejor climatización, reduciendo el consumo energético en el orden de un 70% (sobre las construcciones convencionales).

[...] El primer edificio construido con el estándar Passivhaus se localizó en Darmstadt, Alemania, en 1990, y fue ocupado en los años siguientes. En septiembre de 1996 el *Passivhaus-Institut* fue fundado en Darmstadt con el objetivo de promocionar y controlar este estándar. Se estima que se han construido miles de casas con el *Estándar Passivhaus*, muchas de estas en Alemania y Austria.

Otros estándares

Resulta que existen muchísimos estándares que hablan de una construcción más eficiente. LEED, EDGE y WELL son algunos de los varios que existen internacionalmente. Hace poco salió en Uruguay la certificación MAS, impulsada por el LATU-LSQA.

¿Por qué PassivHaus?

Cada estándar tiene una impronta que aporta valor desde un lugar diferente, pero nosotros estamos convencidos de que el estándar PassivHaus es el más exigente, más independiente y el que pone la vara más alta. No es nuestro estilo hacer las cosas a medias y por ello tenemos al PassivHaus como estándar de referencia para nuestros trabajos.

Somos miembros fundadores del capítulo uruguayo del Instituto Latinoamericano PassivHaus,¹ un instituto que brinda cursos en español y *online*, lo que es un gran avance, ya que en mi época había que ir a España a dar el examen. Con presencia en más de diecinueve países de Latinoamérica, América Central y América del Norte también tiene vínculo directo con PassivHaus Alemania, PassivHaus España y varias universidades a nivel regional y mundial.

Referencias bibliográficas

Análisis de ciclo de vida. (2023, 23 de mayo). En *Wikipedia*. https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_ciclo_de_vida

1. <https://www.passivhaus.lat/> Passivhaus. (2023, 2 de febrero). En *Wikipedia*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Passivhaus>