

LA PREOCUPACIÓN por las infiltraciones y fugas de las edificaciones, resulta fundamental para el desempeño energético y ambiental de la vivienda, además de su calidad y confort.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ESTABLECIMIENTO DE CLASES DE INFILTRACIÓN ACEPTABLES DE EDIFICIOS PARA CHILE

CENTRO DE INVESTIGACIÓN
EN TECNOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN
Universidad del Bío Bío

MEDIANTE CONVENIO suscrito entre la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica CONICYT y las Universidades del Bío Bío y Católica de Chile, se acordó el desarrollo del proyecto Fondef D10 I 1025 “Establecimiento de clases de infiltración aceptables de edificios para Chile”, con un plazo de ejecución de 30 meses a partir de diciembre del año 2011. El proyecto fue postulado en su momento al XVIII Concurso de Proyectos FONDEF por un consorcio tecnológico, con el mandato de los Ministerios de la Vivienda y Urbanismo y de Obras Públicas de Chile. El consorcio tecnológico, que lidera el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío Bío CITEC UBB, que se hace cargo de su ejecución y transferencia, lo integran además: la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional DITEC del Ministerio de Vivienda y Urbanismo; la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía; la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile con su Dirección de Extensión en Construcción DECON UC; la Universidad Católica de Lovaina de Bélgica; el Centro de Innovación Tecnológica Nobatek de Francia, las Empresas Constructoras Pocuro S.A. y Alcorp

S.A y las empresas fabricantes de ventanas Venteko S.A., Indalum S.A., y Wintec S.A.

El proyecto Fondef propone desarrollar estándares de permeabilidad al aire y establecer clases de infiltración aceptables para edificios por zona territorial de Chile, con el objeto de orientar el diseño, la construcción, el control de calidad y la utilización de las edificaciones, de modo tal que la hermeticidad de la envolvente sea adecuada a las necesidades de uso mínimo y óptimo de energía.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Determinar la línea base de las infiltraciones al aire en el sector edificios de Chile.
- Establecer clases de infiltración de edificios y clases aceptables por zona de nuestro territorio nacional.
- Desarrollar soluciones técnicas y soporte para mejorar la hermeticidad de las construcciones.
- Transferir resultados y apoyar su masificación.

La hipótesis de desarrollo del proyecto plantea que es posible definir y establecer estándares de permeabilidad al aire y clases de infiltración aceptables de edificios por zona climática de Chile. Consecuentemente, establecer mecanismos de regulación y control de dichos estándares en toda la fase de ejecución de los proyectos, así como las acciones necesarias para su correcta aplicación al diseño, construcción y operación de edificaciones en Chile, de modo de reducir a límites aceptables el impacto de las infiltraciones de aire en la demanda y consumo energético en el sector edificación.



¿CUÁL ES EL PROBLEMA QUE ABORDA EL PROYECTO?

El planteamiento problema-oportunidad de la iniciativa deriva de los problemas de hermeticidad de la edificación en Chile. Asunto que afecta el desempeño energético y ambiental de los edificios, su cualidad habitable, la calidad de vida de la población y muy fuertemente el gasto nacional de energía en estos momentos, con consecuencias económicas y sociales de gran magnitud para la industria y el estado de Chile. El 28% de la energía primaria utilizada en el país se destina al sector edificio, parte importante de esa fracción, un 30% aproximadamente, se consigna al acondicionamiento térmico y consume con un muy bajo rendimiento de utilización. Fenómeno que se explica, fundamentalmente, por la mala calidad térmica de las construcciones y el bajo rendimiento de las instalaciones. Solo el mal comportamiento térmico de viviendas, genera en Chile mayores gastos cercanos a los US\$ 1.000 millones anuales, además de otras mermas de difícil cuantificación pero no menos importantes, que derivan de los daños a la salud y a la productividad de las personas como consecuencia de habitar en ambientes inconfortables por mal desempeño energético y ambiental de edificios.

¿POR QUÉ EL PAÍS DEBE PREOCUPARSE DE ESTE TEMA?

Chile ha realizado importantes avances en materia de mejoramiento energético y ambiental

de sus edificaciones. Este avance sin embargo es asimétrico lo que pone en serio riesgo la eficacia y rentabilidad de las estrategias que se están utilizando en Chile para mejorar la eficiencia energética de los edificios.

El Ministerio de la Vivienda y Urbanismo ha incorporado en los últimos años dos modificaciones a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, mediante las cuales se han establecido progresivos requisitos de aislación térmica a las viviendas en nuestro país y está ad portas del establecimiento de exigencias a la demanda energética de los edificios. En tanto, en el ámbito de la edificación no habitacional, la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, desarrolló términos de referencia estandarizados con parámetros de eficiencia energética y confort ambiental para licitaciones de edificios públicos, que se han aplicado de forma piloto y se espera pronto masificar, que introducen criterios de sustentabilidad y eficiencia energética a sus

El grado de permeabilidad al aire o de hermeticidad de una construcción es un reflejo de la calidad del diseño y ejecución del cerramiento.

CUADRO 1.
MEDICIONES DE INFILTRACIÓN N50 DE CONSTRUCCIONES
RESIDENCIALES LOCALES

TIPO DE VIVIENDA	Nº VIVIENDAS	VALOR UF	n50 MEDICIONES LOCALES MÍNIMO	MÁXIMO
Albañilería	10	950-1300	14	20
Madera	7	600-1000	30	67
Albañilería-madera	3	950-1500	15	20
Ferrocemento	2	750-1500	6	25

Fuente: CITEC UBB.

Las principales fuentes de infiltraciones y fugas de calor son las juntas, uniones y encuentros de elementos de las envolventes, fisuras, orificios resultados de instalaciones diversas y las carpinterías de vanos, en particular de puertas y ventanas.

proyectos de edificación, promoviendo el uso de envolventes térmicas de alta eficiencia energética, entre otras medidas. Iniciativas desarrolladas en el contexto de un problema de alcance mundial: el crecimiento progresivo de la demanda energética, sumada al agotamiento y encarecimiento de las fuentes convencionales.

La demanda energética de un edificio, la energía que “pide” para su acondicionamiento térmico ambiental en un lugar determinado, se compone de dos partes. La primera, corresponde a las pérdidas por transmisión, determinadas por el diseño constructivo, conductividad térmica y espesor de los materiales constituyentes de la envolvente del edificio, internacionalmente sintetizadas mediante el indicador U ($W/m^2\text{°C}$) de la envolvente. La segunda parte son las pérdidas por ventilación, que incluyen las infiltraciones, determinadas por las características permeables o de hermeticidad de la envolvente de los edificios, caracterizadas normalmente por el indicador n50 (cambios de aire a 50 Pascales de presión diferencial) o por clases de infiltración. Las características termo constructivo y permeable son propiedades inherentes al diseño y a la calidad de ejecución de la envolvente del edificio.

Todas las medidas, partiendo por el establecimiento de estándares, reglamentaciones y creación de mecanismos para su exigencia y control, han apuntado en Chile, exclusivamente, a la reducción de las pérdidas por transmisión. Situación que explica los moderados y casi nulos avances en materia de reducción de energía destinada al acondicionamiento térmico de edificios y que los ahorros efectivamente logrados, es decir medidos, son bastante menores a los proyectados al momento de decidir la inversión en mejoramiento térmico. Situación que se explica por las altas infiltraciones de aire, muy subvaloradas en Chile al hacer cálculos y predicciones de demanda energética.

Así, la eficacia y la rentabilidad de las acciones que se emprenden para generar ahorros en los edificios en Chile, está siendo seriamente

afectada, debido a la reducida capacidad que muestran nuestras construcciones para oponerse a las infiltraciones indeseadas de aire.

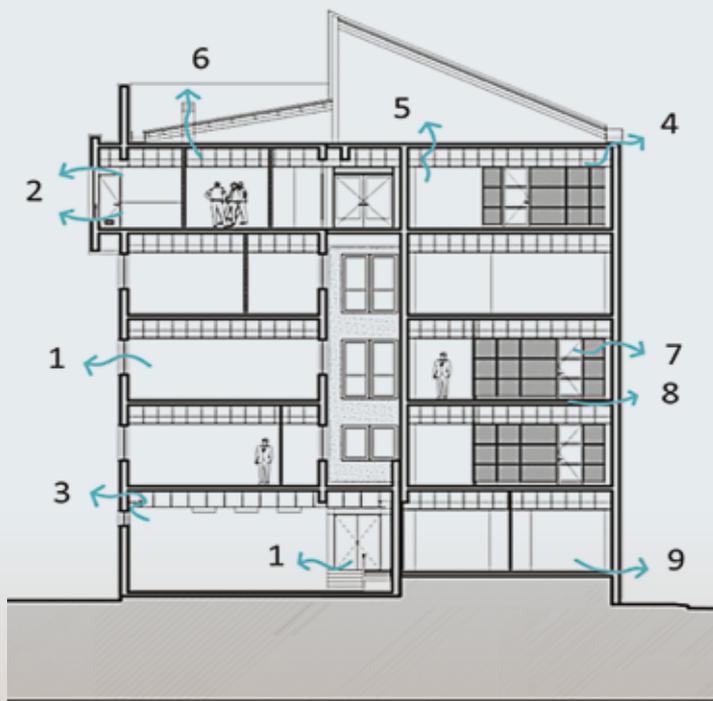
Investigaciones exploratorias realizadas en la región del Biobío por el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción CITEC en los últimos años, y otra más reciente, realizada en conjunto con el DECON, DICTUC e IDIEM, a través del Proyecto INNOVA CHILE Nº 09 CN14-5707, permiten ilustrar respecto de los alcances del problema y su justificación.

El Cuadro 1 muestra resultados de mediciones de infiltraciones de aire en distintos tipos de viviendas de las Regiones del Bío-Bío y de la Araucanía. Trabajos realizados por CITEC en los últimos años, en el contexto de encargos específicos de los Servius locales, trabajos de Tesis de Grado, la mayoría, y otros trabajos de I+D.

La técnica utilizada es la de presurización, también conocida como del Blower Door (ASTM E779-87). Los niveles de infiltración en construcciones habitacionales típicas locales son excesivamente altos: entre 14 y 20 cambios de aire por hora medidos a 50 Pa en construcciones en albañilería y mucho mayores en construcciones en madera, conforme se ha podido detectar, resultados que son consistentes con la línea base de las infiltraciones de aire en edificaciones de Chile, trabajo recientemente terminado en el contexto de este proyecto. A modo ilustrativo habría que señalar que las Ordenanzas Europeas fijan valores máximos de n50 variables por país, pero en ningún caso supera los 4 cambios de aire por hora.

Las mediciones realizadas en el país, superan enormemente esos límites y la mayor carga térmica derivada de las infiltraciones significa incrementos de la demanda energética de entre un 20 y 60%, siendo la construcción en madera una de las más afectadas por las infiltraciones.

El grado de permeabilidad al aire o de hermeticidad de una construcción es un reflejo de la calidad del diseño y ejecución del cerra-



FUENTES DE INFILTRACIONES Y FUGAS

1. Ventanas o puertas poco estancas.
2. Rendijas alrededor de las ventanas.
3. Vías a través de espacios en el pavimento/cielo hacia el interior del muro y luego hacia el exterior.
4. Rendijas en la unión cielo-muro a la altura del alero.
5. Perforaciones a través del cielo para el paso de instalaciones.
6. Ductos de ventilación que atraviesan el cielo y/o techumbre.
7. Aireador inserto en el muro o extractor en baños.
8. Rendijas alrededor de las instalaciones de alcantarillado en baños.
9. Rendijas alrededor de la unión muro-pavimento.
10. Espacios en y alrededor de instalaciones eléctricas.

miento. Las principales fuentes de infiltraciones y fugas de calor son las juntas, uniones y encuentros de elementos de las envolventes, fisuras, orificios resultados de instalaciones diversas y las carpinterías de vanos, en particular de puertas y ventanas. La calidad permeable de las ventanas parece explicar en Chile parte importante de las altas infiltraciones encontradas.

En consecuencia, las infiltraciones de aire afectan el desempeño energético y ambiental de los edificios en Chile, su calidad habitable, la calidad de vida de la población y muy fuertemente el gasto nacional de energía en estos momentos. Impactos negativos que los resultados del proyecto de alguna forma pretenden mitigar.

¿QUÉ SON LAS INFILTRACIONES DE AIRE Y CÓMO INFLUYEN?

Las infiltraciones de aire, se definen como el paso de aire sin control a través de grietas ocultas y aberturas no previstas en la envolvente e inciden de manera importante en el comportamiento de los edificios. Generan cargas térmicas, de frío o calor según la temporada, que inciden en el desempeño energético del edificio y, además, sirven de transporte de ruidos y contaminantes atmosféricos que afectan el confort ambiental.

Esta cualidad de las edificaciones es desco-

nocida a nivel nacional, por lo que se hace necesario medir, calificar y estudiar la permeabilidad al aire del parque edilicio en Chile.

Las cargas térmicas ocasionadas por las infiltraciones indeseadas de aire a través de la envolvente de los edificios, determinan parte importante de la demanda energética para el acondicionamiento térmico de éstos. Las infiltraciones, que siempre significan fugas de aire (calefaccionado o enfriado dependiendo de las solicitaciones climáticas), dependen, fundamentalmente, de las propiedades de permeabilidad al aire de los elementos de cierre que conforman la envolvente del edificio.

Desde el punto de vista energético puede considerarse el edificio como un sistema termodinámico sometido en forma permanente a múltiples y variadas influencias físicas. Sistema limitado por una envolvente o cerramiento a través del cual se intercambia dinámicamente energía y masa. Intercambios movilizados por potenciales de temperaturas, de presiones de vapor y de aire determinados en tipo y cuantías, principalmente, por variables climáticas y por las instalaciones previstas para el acondicionamiento termo-ambiental del edificio. Estos fenómenos explican la variación del consumo energético de los edificios con respecto del clima, la calidad del diseño y ejecución de sus cerramientos. ①