

# Estudios de Arquitectura **Bioclimática**

Anuario 2011 Vol. X

Compilador  
**Dr. Anibal Figueroa Castrejón**



## ÍNDICE

<b>Presentación</b>	5
<b>Importancia del análisis de transferencia de calor dependiente del tiempo en la evaluación del desempeño térmico de la envolvente de una edificación</b> Guadalupe Huelsz, Guillermo Barrios, Raúl Rechtman y Jorge Rojas	7
<b>Vivienda, usuario y confort térmico en la vivienda económica en México</b> Ramona A. Romero Moreno, Eduardo Vázquez Tépo, Gonzalo Bojórquez Morales, Ricardo Gallegos Ortega, María Milagrosa Pérez Sánchez, Carmen García Gómez, Reyna Valladares Anguiano, Martha Eugenia Chávez, José Manuel Ochoa de la Torre, Irene Marincic Lovhira, Oscar Reséndiz Pacheco, Federico Pujol, José Macedo Paredes, Adalberto Tejeda Martínez	19
<b>Habitabilidad de la vivienda económica</b> María Milagrosa Pérez Sánchez, Carmen García Gómez	31
<b>Requerimientos para la eficiencia energética de las ciudades y edificios</b> Aníbal Figueroa Castrejón	41
<b>Nuevos materiales y diseño</b> Fabricio Vander Broek	53
<b>Antecedentes históricos de la sustentabilidad hidráulica en el Municipio de Topozotlán, Estado de México</b> Gloria María Castorena Espinosa	65
<b>Grados-día en arquitectura</b> Víctor Armando Fuentes Freixanet	77
<b>Construcción+salud+ambiente: Materiales sanos para un hábitat sustentable</b> Susana I. Mühlmann, Silvia de Schiller, John Martin Evans	91
<b>Aplicación de estrategias de diseño para eficiencia energética en espacios educativos</b> José Manuel Ochoa de la Torre, María Guadalupe Alpuche Cruz, Irene Marincic Lovriha, Juan Luís Loredó López, Gilberto Romero Moreno	107

*construcción + salud + ambiente:  
materiales sanos para un habitat sustentable*

Susana I. Mühlmann; Silvia de Schiller; John Martin Evans  
Centro de Investigación Hábitat y Energía, Secretaria de Investigaciones,  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

e-mails: [susanamu@fibertel.com.ar](mailto:susanamu@fibertel.com.ar) / [sdeschiller@gmail.com](mailto:sdeschiller@gmail.com) / [evansjmartin@gmail.com](mailto:evansjmartin@gmail.com)

## RESUMEN

Este trabajo presenta un enfoque que contribuye a la formación de arquitectos en la producción de edificios de bajo impacto ambiental en relación a la salud y a la reducción de dicho impacto en el entorno construido existente. Se realizó un análisis del impacto de materiales y sus componentes en el organismo humano, el cual incluye un trabajo, basado en estudios médicos, donde se analizan las formas de absorción de sustancias en el cuerpo humano y los efectos que producen en los diferentes órganos y sistemas fisiológicos. El estudio de este aspecto tiene por objetivo facilitar la comprensión del impacto negativo en salud que la exposición o contacto con ciertos materiales y sustancias puede provocar, aunque no haya relación directa aparente. Se presta especial importancia al reconocimiento de materiales contaminantes y al desempeño de procedimientos de descontaminación que correspondan según el caso. En esta etapa del trabajo, se analiza una serie de materiales específicos tomando en cuenta el ciclo completo de vida útil y se investigan alternativas sustentables de su obtención en el mercado local y regional. Esta información se aplica al proceso de diseño, con énfasis en la remediación de situaciones existentes como también en la selección de materiales de bajo impacto en proyectos y obra nueva. Finalmente, se presentan cuatro casos de estudio, desarrollados con los procedimientos del CIHE, aplicando investigaciones previas referentes a salud e impacto ambiental, con encuestas a los potenciales usuarios, en función de casos de asesoramiento técnico realizado en proyectos. El trabajo aporta a la calidad del hábitat construido y agrega nuevos enfoques y conocimientos a los productores y diseñadores en el marco de la sustentabilidad del hábitat construido.

## ABSTRACT

*This article presents an approach that contributes to the architects training regarding the production of buildings with low environmental impact in relation to health and the reduction of the impact in the existing build environment. An analysis of the impact of building materials and their components on the human organism was carried out, which included a study, based on medical findings, that analyses the different ways the human body absorbs substances and their effects on the physiological systems and organs. The aim of this study is to facilitate the understanding of the negative health impact that the exposure or contact with certain materials and substances may provoke although not directly related. Special importance is given to the recognition of contaminating materials and the performance of decontamination procedures according to specific cases. In this stage of research, a series of specific materials were analysed, taking into account the life cycle analysis (LCA), while research was carried out on sustainable alternatives available in local and regional markets. This information is applied to the design process, with emphasis in the remediation of existing situation as well as the selection of low impact materials both for projects and new construction. Finally, four case studies, developed with CIHE procedures, are presented applying previous research related to health and environmental impact, with interviews to potential users, concerning technical advisory services to projects in existing buildings and new construction. The article provides support and innovation to the quality of built environments and adds new focus and knowledge to the producers and designers in the frame of sustainability of the built environment.*

## KEYWORDS:

*building materials, toxic substances, health, built environment, life cycle analysis (LCA).*

## INTRODUCCIÓN

Todo proceso de diseño incluye una selección de materiales. De igual manera, si el proyecto comprende una remodelación o reciclaje, tanto de un edificio, sector urbano o elemento constructivo particular, es necesario realizar un correcto reconocimiento de los materiales que forman parte del entorno construido existente. En dicho reconocimiento, importa conocer el potencial aprovechamiento de los residuos de demolición y la detección de sustancias contaminantes, las que deben ser extraídas con los correspondientes procedimientos de seguridad para las personas y el medio ambiente.

En ambos casos, y aunque en obra nueva los criterios de edificación sustentable van adquiriendo mayor relevancia y difusión, no es frecuente que la formación de los profesionales de la construcción incluya información sobre los efectos de la exposición a sustancias contaminantes en la salud de las personas, tanto por el riesgo que conlleva la desconocimiento de factores contaminantes como el de ejecutar una remoción de contaminantes que no implementa procedimientos apropiados de seguridad, o seleccionar materiales desconociendo la inclusión de sustancias tóxicas en sus componentes, según su concentración o dilución.

El trabajo que se presenta aquí es resultado de investigaciones y procedimientos desarrollados en el CIHE aplicados en una serie de casos de asesoramiento a proyectos. Sus objetivos aspiran a incorporar nuevos enfoques y conocimientos a los productores y diseñadores del hábitat construido, así como también, a estudiar la factibilidad de un progresivo mercado de materiales de bajo impacto a nivel local o regional.

## EL IMPACTO DE LOS MATERIALES Y SUS COMPONENTES EN EL ORGANISMO HUMANO

Al considerar el impacto de materiales de la construcción y sus componentes en la salud, es necesario conocer el objeto del impacto y la razón por la cual se

produce. Por lo tanto, se describen brevemente a continuación ciertos aspectos del cuerpo humano y sus reacciones ante la absorción de sustancias tóxicas.

En el organismo humano interactúan una serie de sistemas fisiológicos, tales como el nervioso, el cardiovascular, el inmunológico, el urinario, el reproductivo, el hemolinfático, el digestivo, el respiratorio, correspondiendo determinados órganos a cada sistema. Las sustancias tóxicas en contacto con el organismo humano, de acuerdo a su forma de absorción y dosis, afectan a un determinado sistema, así como a los órganos involucrados y las funciones que éstos cumplen. Así mismo, cada organismo constituye un laboratorio ambulante, y sus funciones dependen de permanentes reacciones químicas dentro del organismo. Por eso, cuando una sustancia extraña ingresa al organismo, el correcto funcionamiento del mismo puede verse afectado. Cuando ingresan sustancias tóxicas, se generan respuestas defensivas que, en muchos casos, pueden descontrolarse y tener consecuencias nocivas en la salud, tal como sucede con las alergias.

Es así que en el caso de la exposición a sustancias tóxicas, el sistema respiratorio suele ser uno de los más afectados, por lo que requiere particular atención. Entre las afecciones respiratorias más comunes se encuentra el asma, enfermedad multifactorial inflamatoria, cuyos factores desencadenantes son, entre otros, de tipo emocional, climático, stress, alimentos, vegetación, predisposición hereditaria, ejercicios físicos sin supervisión, alergias respiratorias, ambientales a través de ácaros y hongos de humedad (microorganismos naturales) y los irritantes químicos. En una crisis de asma, se produce una hiperreacción llamada broncoconstricción, durante la cual el aire se inhala pero no se exhala. Estas hiperreacciones pueden ser provocadas por factores ambientales originados en la volatilización de sustancias artificiales

que el organismo no puede metabolizar ni eliminar. Al mismo tiempo, esta imposibilidad de eliminación provoca una acumulación paulatina de estas sustancias, cuya consecuencia es la disminución de capacidades funcionales, en este caso respiratorias, prematuras, en forma invisible.

En este punto es importante mencionar que, si bien estas sustancias afectan en principio a personas con predisposición a afecciones respiratorias, la acumulación antes mencionada, dependiendo del tiempo y grado de exposición, también pueden terminar afectando a personas sin predisposición previa.

En función de prevenir esa acumulación y sus consecuencias, es necesario analizar la vía de ingreso de la sustancia al organismo y el recorrido que sigue hasta afectarlo negativamente. Formas de absorción de sustancias en el cuerpo humano y sus efectos

Por su característica química, cada sustancia interactúa en forma diferente con el organismo. Esto depende de la manera en que dicha sustancia ingresa al mismo, y de la forma de absorción, la que puede producirse por:

•**INHALACIÓN:** La sustancia ingresa por nariz y se orienta hacia el sistema respiratorio. Por ej.: fibras de amianto, gases irritantes, etc.

•**INGESTA:** La sustancia ingresa por boca, se dirige al sistema digestivo y, desde allí, también hacia el sistema urinario. Por ejemplo: desprendimientos de pintura con plomo ingeridos por niños pequeños.

•**CONTACTO:** La sustancia entra por piel y el torrente sanguíneo se encarga de distribuirlo a todo el organismo. Por ejemplo: acumulación de plomo en el cuero cabelludo de operarios y personas vecinas a fábricas o talleres de pintura.

En ciertos casos, la forma de absorción define el target o blanco, según al órgano o célula que impacta y, en consecuencia, al sistema fisiológico que afecta. El daño puede estar dado por el plazo hasta que se produce el impacto o se detectan los síntomas, el cual depende de la rapidez con que se acumula la sustancia tóxica y el tiempo transcurrido en identificar el daño según la dosis recibida. Ello corresponde a lo que se ha dado en llamar 'efectos agudos vs. efectos crónicos', los que pueden ser también causados por la acumulación paulatina.

#### CLASIFICACIÓN DE SUSTANCIAS

##### DE ACUERDO AL TIPO DE DAÑO

Ciertas sustancias sólo requieren una dosis mínima para causar daño. Otras, como los mutágenos (por ejemplo, benceno) siempre hacen daño y la dosis aumenta la probabilidad del daño. Acorde al tipo de daño que pueden producir, las sustancias se clasifican en:

**SUSTANCIA TÓXICA:** Si se ingiere menos de la DT50 o Dosis Tóxica 50, dosis necesaria para provocar efectos tóxicos en el 50 % de animales en estudio expuestos, provoca síntomas de malestar a nivel orgánico (náuseas, vómitos, tos, picazón), pero no daño permanente. En dosis masivas puede provocar la muerte (por ejemplo: monóxido de carbono). Un aspecto favorable del daño a nivel orgánico, es que provoca síntomas detectables y, por lo tanto, si la exposición cesa a tiempo, el daño se puede prevenir, o al menos, reducir.

**SUSTANCIA IRRITANTE:** Puede provocar daño a nivel orgánico y/o a nivel celular. La exposición a un irritante desencadena una reacción biológica a nivel orgánico, como irritación, la cual puede tener, por ejemplo, un efecto bronco constrictor (dificultad respiratoria), que provoca molestia y daño. Al igual que lo que ocurre con las sustancias tóxicas, la aparición de

síntomas detectables permite prevenir o reducir la exposición y, consecuentemente, el daño o afectación. Un irritante pulmonar puede desencadenar, también, una reacción en las células del epitelio pulmonar, produciendo daño a nivel celular, el cual concluye con el desprendimiento y muerte de las células que recubren el pulmón, o más frecuentemente, las vías aéreas (tráquea y bronquios). Las personas con asma se encuentran más predispuestas a estos efectos y ello desencadena un proceso similar al causado por un alérgeno (elemento que provoca alergia). El daño a nivel celular no siempre provoca síntomas detectables, por lo que la persona expuesta no es consciente de la absorción y acumulación del irritante en su organismo ni del daño que, con el tiempo, esa acumulación le va a provocar.

**SUSTANCIA CARCINÓGENA:** Produce un efecto crónico a dos niveles, celular y molecular, consecuencia del daño genético, o daño al ADN (ácido desoxi ribonucleico). Los ácidos nucleicos forman material hereditario y son el "programa" que organiza y condiciona las funciones y estructuras de los seres, también llamado información genética, que determina las características de un individuo, tanto las comunes a su especie (número de patas, huesos, etc.), como las propias a cada individuo, que confiere las características particulares (color de ojos, predisposición a afecciones, etc.). Una modificación (mutación) a nivel del ADN no necesariamente provoca síntomas detectables, sino un efecto posterior por la acumulación en el tiempo, como la degeneración de tejidos (tumores/cáncer), y puede predisponer a enfermedades hereditarias. El asbesto es un ejemplo de sustancia carcinógena, cuya absorción por inhalación no provoca ningún síntoma detectable, pero que por la imposibilidad de eliminar sus fibras de los pulmones, al cabo de décadas puede llegar a provocar formaciones tumorales.

Es así que estos conceptos se aplican a sustancias concretas de componentes de materiales de la construcción, con los correspondientes efectos en el organismo humano, si no se tiene el cuidado adecuado.

**Componentes tóxicos, irritantes y carcinogénico:** A partir del conocimiento de la forma de absorción de sustancias en el organismo humano, es importante identificar las sustancias que componen los materiales de construcción cuya exposición puede provocar daño. En principio, se puede establecer una diferencia entre sustancias tóxicas que componen materiales del entorno construido existente y sustancias que componen materiales nuevos.

#### MATERIALES CONTAMINANTES PRESENTES

##### EN EL ENTORNO CONSTRUIDO EXISTENTE

A modo de ejemplo cabe mencionar dos materiales contaminantes clásicos, ambos extraídos de la naturaleza, que han formado parte del entorno construido existente a nivel mundial y que, en la actualidad, son detectados y removidos por sus conocidos efectos nocivos. Ellos son el plomo y el amianto o asbesto y, en ambos casos, existen procedimientos para su remoción en condiciones de seguridad.

#### PLOMO

**PROPIEDADES:** Es un metal de muy alta densidad, fácilmente maleable, con capacidad aislante de rayos x.

**USOS EN LA CONSTRUCCIÓN:** Se ha utilizado principalmente como componente de pinturas, en cañerías de redes domiciliarias de agua fría, y como revestimiento aislante en salas de aplicación de rayos x.

#### FORMAS DE INGRESO AL ORGANISMO:

a) **POR CONTACTO,** entra por la piel directamente a células del sistema nervioso central y al torrente sanguíneo.

b) POR INHALACIÓN de vapores, humos, polvos y nieblas.

c) POR EL APARATO DIGESTIVO, al tragar partículas depositadas en las vías respiratorias superiores, o introducidas en la boca con los alimentos, los dedos, etc.

EFFECTOS EN LA SALUD: Provoca la enfermedad industrial llamada saturnismo, cuyos síntomas son: fatiga, insomnio y constipación, en una primera etapa. Si la exposición continúa, aparecen las siguientes manifestaciones: trastornos gastrointestinales, perturbaciones neuromusculares, perturbaciones en el sistema nervioso central, anemia y neuritis. El diagnóstico precoz se realiza con análisis de sangre y orina, los cuales detectan el contenido de plomo en los fluidos orgánicos. Acorde a las técnicas más avanzadas, este análisis se realiza también con cabello.

#### ASBESTO/AMIANTO

PROPIEDADES: Es un mineral en fibras que por su estabilidad química y térmica, y por su resistencia a la tensión, cumple la función de proteger del fuego y de altas temperaturas en todo aquello que recubre. Asimismo, sus propiedades lo han hecho apto para aislamiento acústico y su versatilidad le ha permitido que se combine con infinidad de materiales.

USOS EN LA CONSTRUCCIÓN: Utilizado desde tiempos prehistóricos, en construcción aún se lo encuentra como aislante térmico e impermeabilizante revistiendo piezas portantes de acero, calderas metálicas y antepechos de ventanas de madera con radiadores, en aislaciones sellantes de sistemas de calefacción, adhesivos para baldosas, fibrocemento (tejas, tanques de agua, chapas acanaladas, losetas), la capa superior de pavimento asfáltico y como aislante acústico en spray o mezclado en placas, entre otros usos.

EFFECTOS EN LA SALUD: De acuerdo a la roca mineral de la que se extrae, hay dos tipos de asbesto: serpentina

(variedad crisotilo) y anfíboles (resto de las variedades). La biopersistencia de las fibras en los pulmones lo torna muy peligroso para el sistema respiratorio, dado que, ante la imposibilidad de eliminarlas, pueden permanecer intactas por muchos años (en ciertos casos, se ha comprobado más de cien), dando tiempo para que el organismo desarrolle formaciones cancerosas. Asimismo, se comprobó que no hay cantidad mínima de fibras inhaladas para causar daño. Las enfermedades relacionadas con la exposición al amianto son: asbestosis, mesotelioma y cáncer de pulmón.

#### COMPONENTES DE MATERIALES DE FABRICACIÓN ACTUAL

El abordaje de este aspecto amerita mencionar, en principio, que si bien que el tema de la toxicidad de ciertos materiales de construcción se encuentra en pleno debate y permanente actualización, para ver en qué medida y en cualquiera de sus etapas, las sustancias tóxicas pueden ser eliminadas, reducidas y/o sustituidas, hay aún en el mercado de la construcción gran cantidad de materiales que las contienen, por lo que se hace imperioso conocerlas y saber manipularlas de la manera más segura para todos los que entran en contacto con ellas

Los compuestos volátiles y aromáticos y los componentes metálicos son parte de las sustancias susceptibles de ser reducidas y/o reemplazadas, y ya existen mercados de la construcción a nivel internacional que cuentan con materiales sustitutos. No obstante, no es ese el caso de los mercados en Latinoamérica, por lo que se hace necesario tomar como base la información desarrollada en otros mercados y, ante su presencia, se tomen las precauciones correspondientes.

De acuerdo a estudios realizados, y considerando grados de concentración, coeficientes de absorción, tiempos de exposición, etc., en cantidades excesivas en ambos grupos, tanto los componentes volátiles

y aromáticos como los metálicos, pueden provocar impactos nocivos en la salud de las personas y en el medio ambiente, desde la extracción de materia prima para su elaboración, hasta el proceso fabril, su aplicación, uso y desecho.

#### COMPUESTOS VOLÁTILES Y AROMÁTICOS:

Son sustancias derivadas de la industria petroquímica. No siempre son volátiles, que pasan al estado gaseoso a temperatura ambiente, pero generalmente son tóxicos. Los muy reactivos son carcinogénicos. Los dos más utilizados en la construcción son el formaldehído y el fenol.

USOS EN LA CONSTRUCCIÓN: Ambos son utilizados como conservantes, componentes de cartón fibra, yeso, enchapados y tableros de virutas, duros y de partículas, y aglomerados; adhesivos, pegamentos, colas y masillas para baldosas, aislaciones de ventanas y puertas, empapelados, alfombras, revestimientos de corcho; y en pinturas, diluyentes, solventes, removedores, lacas poliuretánicas y fijadores; yeso, cemento y escayolas procedentes de la minería del fósforo; vinilo en suelos y paredes, imitación madera, empapelados y aislación de espuma de urea-formol en paredes.

FORMAS DE EMISIÓN: Sumado a su natural volatilidad, se liberan durante la combustión en los incendios al quemarse los materiales sintéticos, el polietileno, el polipropileno. En el caso particular del formaldehído, la emisión de vapores de la resina aglomerante se produce de dos maneras: 1) Cuando el artículo que compone es nuevo y 2) En climas muy cálidos (+ de 35° C) y húmedos (+ de 85 % de humedad).

EFFECTOS EN LA SALUD: Ambos son gases muy irritantes que reaccionan con las células y dejan todas las estructuras morfológicamente intactas pero ninguna actividad biológica (fijación de tejidos). Eso sucede porque reaccionan con todas las proteínas y el ADN

de la célula (carcinogenicidad), de forma que la mayoría de estas moléculas pierde toda su actividad biológica, pero no su forma.

#### COMPONENTES METÁLICOS:

USOS EN LA CONSTRUCCIÓN: preservadores de maderas, pesticidas, rellenos para caucho, linóleo y plásticos, como pigmentos en las pinturas, en la fabricación de vidrio, en la industria de la cerámica, en la manufactura de PVC, como conservadores de goma y papel, en la fabricación de aceros, en recubrimientos y para curtir cuero, entre otros usos.

#### CLASIFICACIÓN SEGÚN SU PELIGROSIDAD (EPA – EEUU):

- PELIGROSOS: su exposición ligera puede causar daños a la salud humana: berilio y mercurio.

- CANDIDATOS A PELIGROSOS: cadmio, cobre, manganeso, níquel, vanadio, estaño, plomo, cinc, arsénico, cromo, hierro y titanio.

#### - NO METALES CON PROPIEDADES METÁLICAS:

##### SELENIO.

EFFECTOS EN LA SALUD: A nivel general, y de acuerdo a su uso, pueden provocar malestares tales como vómitos y dolores intestinales, irritación en ojos, nariz y garganta. Su exposición excesiva y la acumulación en el tiempo pueden provocar desde dermatitis, bronquitis, hemorragias en estómago, intestino, hígado o riñones, afectación del sistema nervioso central, convulsiones y neumoconiosis, hipertensión, agrandamiento del corazón, muerte prematura, daños cerebrales y la aparición de perforaciones en el septo nasal, hasta ejercer efectos carcinogénicos en los tejidos de la boca, esófago, laringe, vejiga y pulmones, e inducir anomalías cromosómicas, lumbago extremo y colapso esquelético.

#### ANÁLISIS DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL MERCADO LOCAL / REGIONAL

A partir del conocimiento del impacto en salud de sustancias componentes de materiales de construcción, y de una selección de dichas sustancias, es posible abordar el análisis de materiales y grupos de materiales desde el punto de vista de su obtención en condiciones de sustentabilidad a nivel regional.

Dada su amplia gama y variedad, se realizó una selección de los materiales más utilizados en la construcción en general, cuyo análisis se ha encarado acorde a su 'Ciclo de vida útil', considerando las etapas de: extracción de materia prima; traslados y procesamientos; instalación/aplicación; uso y desecho y, particularmente, el impacto en la salud en cualquiera de las mismas.

De igual manera, la investigación se estructuró partiendo de las problemáticas propias de cada material para culminar con opciones y alternativas que permitan lograr condiciones adecuadas y evitar situaciones perjudiciales, a fin de cumplir con criterios o parámetros de sustentabilidad.

En ese contexto, se analizaron los siguientes materiales: 1. ladrillos macizos; 2. cementos y hormigones; 3. maderas; 4. pinturas, lacas y barnices; 5. aislaciones térmicas y acústicas.

#### 1. LADRILLOS MACIZOS

SITUACIÓN ACTUAL: El 99% de la producción local de ladrillos macizos, en Argentina y la región, es informal y carece de regulaciones y controles. Para la extracción de materia prima, se utiliza tierra fértil o humus, importantísimo recurso natural, no renovable a escala humana, e imprescindible para la actividad agropecuaria. En la Llanura Pampeana, por ejemplo, los suelos utilizados para la fabricación de ladrillos son de óptima calidad para la producción agrícola,

en relación no sólo al país sino también a las áreas cultivables del mundo. Dicha extracción se realiza con el consecuente daño ambiental, particularmente problemático por tratarse de una zona de cultivos, afectándose los ecosistemas naturales y la calidad de vida de la población. Tampoco hay controles en la composición de la materia prima extraída para verificar posibles contenidos de impurezas. Este aspecto presenta dos consecuencias: 1) Si durante la cochura en horno a cielo abierto se queman sustancias tóxicas, por ej.: residuos sintéticos, se produce liberación de emisiones contaminantes. 2) La presencia de sustancias tóxicas en los ladrillos cocidos implica riesgo de exposición, tanto para operarios como para futuros usuarios, con las consecuencias en la salud provocadas por la forma de absorción.

ALTERNATIVAS SUSTENTABLES: Existen formas de obtención de materia prima para la producción de ladrillos macizos sin dañar el medio ambiente. 1) Extracción de materia prima en excavaciones para obra nueva en lotes urbanos y/o suburbanos que ya pertenecen a un tejido urbano y no serán afectados al uso agrícola. 2) Estudios realizados con material de dragado de lechos de ríos, lagunas colmatadas, canales de riego, esteros y bañados demuestran que dicho material, por lo general desechado, es apto para la fabricación de ladrillos macizos. En ambos casos deberían aplicarse políticas que regulen la extracción, el dragado y el transporte de la tierra extraída hacia plantas de producción. De igual modo, sería necesario realizar análisis de la composición de la materia extraída. Con referencia a controles durante la cochura, sería posible realizarlos en hornos cerrados utilizados para ladrillos huecos. Este procedimiento permitiría controlar tanto emisiones de humos, como aspectos estéticos tales como diferencias de color por la cercanía al fuego y deformaciones producidas por apilamiento en el horno a cielo abierto.

## 2. CEMENTOS Y HORMIGONES

**SITUACIÓN ACTUAL:** La materia prima para la fabricación de cemento es material silíceo calcáreo, el cual se somete a altas temperaturas, con la consecuente emisión de contaminantes al exterior y uso de amianto como aislante térmico de calderas y conductos y sellante de juntas de máquinas en las plantas de producción. Actualmente existe una nueva Norma IRAM que permite la incorporación de escorias de altos hornos de otras industrias (por ej.: pinturas). A pesar de las ventajas de la eliminación de residuos y la emisión reducida de CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico) a la atmósfera, no hay aún estudios sistematizados que permitan saber los componentes que aun quedan dentro del cemento de estos agregados. Otro punto a destacar es la incorporación de aditivos químicos, de los cuales no suele conocerse la fórmula.

**ALTERNATIVAS SUSTENTABLES:** Ya hay cementeras que realizan estudios de impacto ambiental previos a la extracción de minerales y desarrollan tareas de restauración del ambiente afectado. De igual manera, hay cada vez más controles en las plantas de producción, tanto para las emisiones (filtros en chimeneas), como para la protección de los trabajadores; por ej.: sustitución del amianto y uso de equipos de protección personal.

**HORMIGÓN RECICLADO:** De acuerdo a estudios de laboratorio, se ha visto que es posible reemplazar parte del agregado grueso (piedra partida) con hormigón triturado (reciclado) para reducir la explotación de canteras de piedra partida, como así también la recuperación, lavado y reciclado de arena (trituration fina) para el agregado fino. Además, es posible recuperar acero, siempre que no haya sido afectado por el fuego. En cuanto a los aditivos, es importante que sean libres de cloruros, los que dañan el acero. Hay aditivos que hacen que un hormigón sea autocompactable y permiten ahorro de energía y mano de

obra, y otros que aumentan su resistencia. Desde el punto de vista ambiental, es importante conocer la formulación del producto, tanto las sustancias que lo componen como las reacciones con el resto de los componentes y las posibles emisiones que puedan tener durante estas reacciones.

## 3. MADERAS

**SITUACIÓN ACTUAL: PROBLEMAS DETECTADOS:**

1. Extracción de materias primas sin control, principalmente la tala indiscriminada de bosques nativos.
2. Utilización de preservantes y conservantes contra agentes químicos y biológicos, con sustancias nocivas para la salud, por ej.: pentaclorofenol y lindano, carcinogénicos ya prohibidos o restringidos.
3. Uso de sales de CCA (cobre, cromo, arsénico) en maderas impregnadas. El problema de estas sales radica en su comportamiento ante el fuego, por la liberación de emisiones venenosas por el contenido de arsénico.
4. Con referencia a productos derivados de la madera, como enchapados y tableros de partículas (MDF, Guillermina, Fibrofácil), el impacto en la salud se produce por la utilización de preservantes con contenido de fenol y/o formaldehído (COVs, irritantes, absorción por inhalación).
5. El impacto también se produce por los gigantes de las partículas, en general adhesivos con componentes irritantes y carcinogénicos, como el tolueno, aunque ya hay prohibiciones y sustitutos de bajo impacto.
6. Con relación a tratamientos para pisos de interior, el plastificado tradicional se realiza en base a lacas poliuretánicas, fuertemente irritantes para el sistema respiratorio, particularmente nocivas para personas con predisposición a asma y alergias.

ALTERNATIVAS SUSTENTABLES: Aplicación de políticas que regulen y controlen la tala en bosques certificados (Sistema FSC, Forest Stewardship Council), nativos y de cultivo. Los preservantes, conservantes y adhesivos presentan el mayor problema de la utilización de maderas y subproductos. En los adhesivos, es importante verificar que no contengan tolueno, irritante carcinógeno. En las plantas de fabricación de carpinterías, deben cumplirse estrictamente las protecciones que indican las regulaciones de higiene y seguridad ocupacional. Asimismo, deben aplicarse recomendaciones tales como ventilar los ambientes u objetos fabricados con estos materiales más allá de la percepción de los olores que emanan, antes de ponerlos en contacto con los usuarios. Cuando las especificaciones de proyecto indiquen la utilización de maderas impregnadas, es recomendable optar por las CCB (cromo, cobre y bórax). Para protección de pisos de madera, se recomienda usar cera, o aplicar hidrolaqueado, plastificado de base acuosa, con impacto sensiblemente más bajo en el sistema respiratorio.

#### 4. PINTURAS, LACAS Y BARNICES

SITUACIÓN ACTUAL: Las pinturas actuales, compuestas de un vehículo líquido que permite su aplicación, y de pigmentos que dan color, contemplan, además, necesidades tales como: poder cubritivo, capacidad de estiramiento, fluidez o viscosidad, adherencia, resistencia a agentes químicos y biológicos, y resistencia a la intemperie. Esto se logra incorporando componentes tales como resinas, plastificantes, extendedores inertes, cargas, aditivos y secantes que, si bien alcanzan los objetivos técnicos deseados, traen aparejados problemas en relación al medio ambiente y la salud. El vehículo puede ser de base acuosa u oleosa. Este último contiene solventes o disolventes hidrocarbonados, que se evaporan luego de la aplicación, liberando compuestos orgánicos volátiles (VOCs). Sumado a los efectos negativos en salud, los VOCs alteran otros mecanismos naturales, como la

disminución de espesor y extensión de la capa de ozono, aumento del efecto invernadero, producción de lluvias ácidas y deterioro de las fuentes de agua, lo que afecta la flora y la fauna.

ALTERNATIVAS SUSTENTABLES: Optar por pinturas de base acuosa, con menos olores y ausencia de irritantes, pero también, considerar todos los componentes de la formulación. Aunque en el mercado local es difícil encontrar pinturas "verdes", existe gran potencial para elaborar especificaciones de pinturas que cumplan con determinados requerimientos, acorde a las necesidades de proyecto, y encargar su fabricación aplicando controles para su cumplimiento. Así mismo, si bien no hay pinturas certificadas en el mercado local, es posible certificar partidas o lotes en base a ensayos IRAM o similar para verificar el cumplimiento de ciertas condiciones de sustentabilidad y protección a la salud.

#### 5. AISLACIONES TÉRMICAS Y ACÚSTICAS

SITUACIÓN ACTUAL: En el entorno construido existente es usual detectar aislantes térmicos y acústicos carcinogénicos (asbesto), y/o materiales con mal comportamiento ante el fuego como las placas acústicas de espuma poliuretánica que no propagan llama pero emiten gas cianhídrico, versión gaseosa del cianuro. La importación, extracción, manufactura, transporte y comercialización del asbesto se encuentra prohibida en Argentina desde el 1º de enero de 2003, aunque todavía falta contar con una normativa local para regular y controlar los procedimientos de manipulación, tratamiento y remoción de asbesto instalado en condiciones de seguridad. Otro aislante muy difundido es la lana de vidrio. No obstante su buen comportamiento ante el fuego e inatacabilidad por agentes químicos y biológicos, está fuertemente cuestionada por su contenido de formaldehído, así como también por la irritación en piel, ojos y mucosas que produce la exposición a la misma.

**ALTERNATIVAS SUSTENTABLES:** En principio, es relevante el reconocimiento, detección, manipulación, tratamiento y remoción de materiales contaminantes con procedimientos seguros, y en segundo lugar, la utilización de materiales sustitutos de bajo o nulo impacto, tanto para el asbesto como para todo tipo de aislaciones. En el mercado de materiales local es posible obtener, entre otros, lana de piedra (aislante térmico y acústico), aislantes celulósicos (acústicos, celulosa con tratamiento de bórax), como telas entrelazadas con diversidad de materiales combinados para equipos de protección personal.

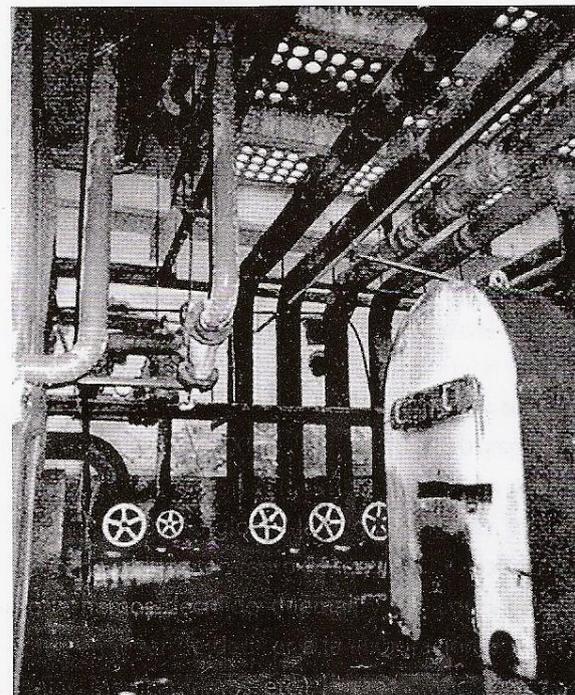
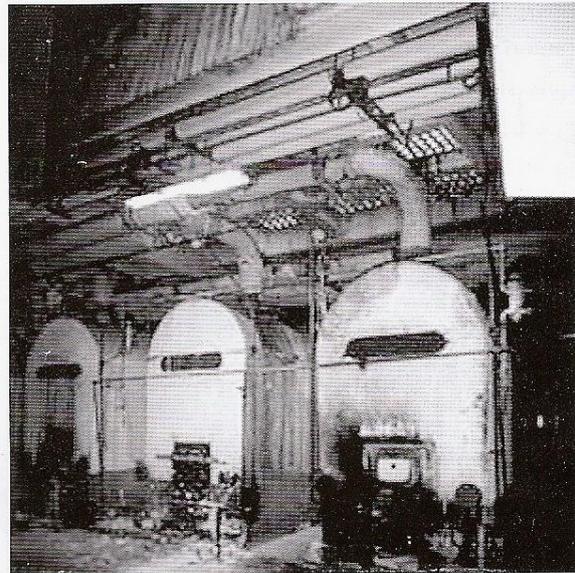
#### ESTUDIO Y APLICACIÓN EN CASOS DE ASESORAMIENTO

El conocimiento del impacto en la salud de determinadas sustancias componentes de los materiales de construcción, los mecanismos de ingreso al organismo humano y el efecto de esas sustancias en la salud, se realizaron estudios cuyos resultados se aplicaron en casos de variada diversidad y diferente factibilidad. Las obras nuevas y remodelaciones incluyeron encuestas a los usuarios, focalizadas tanto en temas de salud como alergias, predisposición a afecciones respiratorias y sensibilidades particulares, en las necesidades funcionales y equipamiento, y también en aspectos subjetivos de preferencias y adaptación o rechazo a ciertas terminaciones, colores, texturas, etc. En ese contexto, se presentan cuatro casos, según se detallan a continuación, los que requirieron procedimientos particulares dado el tipo de intervención y etapas de construcción: demolición, obra nueva, y remodelación.

#### CASO 1. DEMOLICIÓN: REMOCIÓN DE ASBESTO INSTALADO EN LA EX CÁRCEL DE CASEROS

Fue el Primer Proyecto de Remoción de Asbesto Instalado de Argentina, realizado en 2003, encuadrado en el Proyecto de Demolición de la Ex Cárcel de Caseros, Buenos Aires. El plan original consistía en demoler el edificio tal cual estaba, pero una visita

técnica de representantes del Ministerio de Salud de la Nación en compañía del especialista en procedimientos de seguridad para amianto de Alemania, Dr. Bernd Wüstefeld, permitió detectar la presencia de material sospechado de contener amianto en una sala de calderas de 1.600 m<sup>2</sup>.



Las muestras de material oportunamente tomadas se analizaron en laboratorios de Alemania, arrojando resultados que confirmaron que el material sospechado era amianto crisotilo. La presentación de estos resultados ante el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires impidió la ejecución de la inminente demolición. Posteriormente, las autoridades decidieron encarar los trabajos de descontaminación las que, siguiendo normativas internacionales, dieron por resultado la remoción de 22 toneladas de amianto en condiciones de seguridad. Con la cárcel libre de asbesto, se llevaron a cabo los trabajos de demolición de la misma.

#### CASO 2. OBRA NUEVA: COMPLEJO URBANO EL ALEPH

Se trata de un proyecto de desarrollo urbano del Estudio de Norman Foster & Partners, Londres, actualmente en ejecución en Puerto Madero, Buenos Aires, donde los criterios rectores incluyeron la utilización de materiales representativos de la ciudad y la factibilidad de usar materiales sustentables certificados, tanto por la manera sustentable de obtención de materiales como por considerar la distancia de la fuente a la obra dentro del país. La investigación realizada demandó consultas a especialistas y centros de investigación, obteniéndose no sólo información sobre el mercado local, sino detectando gran interés por parte de los productores de materiales, mostrando el potencial todavía inexplorado en este campo en el país.

Se analizaron alternativas sustentables, particularmente referidas a cementos y hormigones, ladrillos huecos y macizos, pinturas, revestimientos pétreos, sistemas de construcción con tierra, vidrios, cerámicos, azulejos, acero y maderas, material de gran interés por la multiplicidad de aplicaciones en la construcción y su valor potencial en la reducción de emisiones GEI, orientando la indagación sobre variedad y usos. Ello permitió investigar diversidad de especies, y la cadena de custodia desde su obtención

en bosques certificados. Asimismo, otro punto crucial en relación a la salud de las personas, fue el tipo de preservantes y conservantes a los que se someten algunas especies.

#### CASO 3. OBRA NUEVA: CLÍNICA DE CABALLOS KAWELL

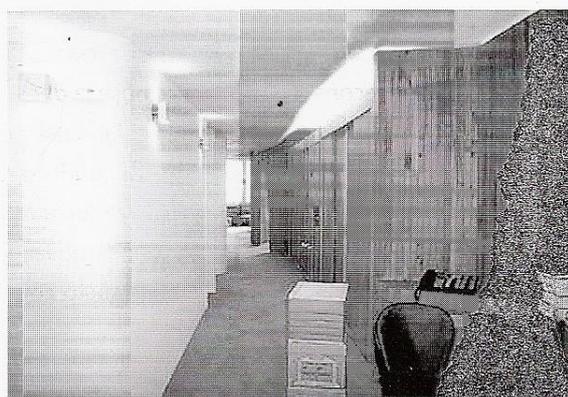
Este complejo edilicio, ubicado en San Antonio de Areco, Provincia de Buenos Aires, planteaba requerimientos muy específicos dada su función, particularmente dirigida a la recuperación de caballos pura sangre. Ello orientó la investigación hacia el estudio de características de equinos, comportamiento, sensibilidades y predisposiciones a enfermedades, considerándolos pacientes con defensas bajas, más expuestos al medio ambiente que un caballo sano. Los resultados arrojaron una rigurosa selección de materiales, evitando, por ejemplo, el uso de preservantes y conservantes en todo elemento de madera en contacto con los caballos, como así también, la incorporación de materiales aptos para el cuidado de sus cascos, como el asfalto. Este último material, si bien altamente recomendado por veterinarios especializados en equinos, fue inicialmente cuestionado por la liberación de emisiones tóxicas durante su preparación antes de ser aplicado, aspecto revisado y posteriormente reconsiderado, tomándose la decisión de montar la planta productora de asfalto fuera del sitio y efectuar un estricto control de las condiciones de seguridad, tanto para el personal involucrado como para el medio ambiente. En el caso de utilización de madera en edificios fuera del contacto con los caballos, se recomendó la utilización de maderas impregnadas con sales CCB (cromo, cobre y bórax).

#### CASO 4. REMODELACIÓN: BRITISH COUNCIL ARGENTINA

La remodelación de las oficinas de BCA, ubicadas en pleno centro de la Ciudad de Buenos Aires, requirió cuidados especiales dada su localización en el 4º piso de un edificio en altura. Por su condición de representatividad institucional, la investigación se centró



en materiales que fueran representativos tanto de Argentina como del Reino Unido, su comportamiento ante el fuego y sus condiciones de sustentabilidad según los criterios del sistema de certificación BREEAM. La investigación realizada dio por resultado un asesoramiento que incluyó maderas certificadas y tratadas con sales CCB, pisos de linóleo, tapizados y cortinados de telas con tratamiento anti-flama para emisión de humos blancos, utilización de cerámicos y revestimientos pétreos en general, corcho, chapa y en el caso de las pinturas, la recomendación de su fabricación y control en base a especificaciones con componentes de bajo impacto, a través de un centro de investigación especializado en el tema.



#### CONCLUSIONES

El conocimiento de las sustancias componentes de materiales de la construcción y su impacto en el organismo humano, sumado al análisis del mercado de materiales local y las alternativas sustentables posibles, aporta a la calidad del hábitat construido,

agregando nuevos enfoques, tanto a los que producen y diseñan ese hábitat, como a las instituciones y organismos que desarrollan políticas y legislación para su gestión y control en el espacio urbano y rural, tanto público como privado.

#### RECONOCIMIENTOS

Al valioso aporte realizado por los siguientes especialistas consultados: Dr. Carlos Damín, Jefe de la Unidad de Toxicología del Hospital Fernández, Buenos Aires; Dr. Enrique A. Mesri, Químico Investigador de Cornell University, School of Medicine, New York; Dr. Felipe Monk, Químico, Especialista en Patologías de la Construcción y Técnicas de Restauración; Ing. Alejandro Di Sarli, Director de CIDEPINT, La Plata, Pcia. de Buenos Aires; Ing. Luís P. Traversa, Director de LEMIT, La Plata, Pcia. de Buenos Aires; Ing. Gastón Fornassier, Laboratorio de Ensayos, Cementos Loma Negra, Olavarría, Pvcia. de Buenos Aires; Geólogas Mirta Cabral y Alina Críscoli, Arq. Luís Forte, Instituto de Geomorfología y Suelos de la Universidad de la Plata, Pcia. de Buenos Aires; Ing. Forestal Pablo Yapura, Coordinador FSC Argentina, Fundación Vida Silvestre, División Maderas; y Dr. Enrique Casal, Médico Veterinario, Especialista en la Cría de Equinos, Buenos Aires. A la Arquitecta María Emilia Pérsico, por su colaboración en la sección cementos y hormigones, investigación realizada con una pasantita académica en el CIHE, en el marco del Programa FI, Formación en Investigación, de la Secretaria de Investigaciones, SIFADU-UBA.

El trabajo se inscribe en el marco del Proyecto UBA-CyT A013 'Calificación y acreditación de sustentabilidad en arquitectura y urbanismo', Programación Científica 2008-2010, con la dirección de la Doctora Silvia de Schiller, y en el contexto de la tesis doctoral "Calificación de materiales para un diseño local sustentable" de la Arquitecta Susana Mühlmann.

#### FUENTES DE INFORMACIÓN

**Mangosio, Jorge E.** (1997). Medio Ambiente y Salud Ocupacional, su Administración en la Industria, Nueva Librería S. R. L., Buenos Aires. ISBN 950-9088-87-0

**Wooley, Tom, Kimmins, Sam, Harrison, Paul y Harrison, Rob** (1997). Green Building Handbook, ACTAC, E & FN, Green Building Digest; TJ International Ltd, Great Britain, SPON. ISBN 0 419 22690 7

**Pearson, David.** (1991). El libro de la casa natural, Revisión y adaptación a la versión castellana por Alvaro Altés. Colección Integral, Ediciones Oasis, Barcelona. Primera edición inglesa: The Book of the Natural House, David Pearson, Gaia Books Limited, UK, 1989. ISBN 84-7901-023-1

**Loke, J.** (1988). Pathophysiology and Treatment of Inhalation Injuries, Marcel Dekker Inc. New York.

**Rapp, Doris J. y Frankland A. W.** (1984). Alergias, como vencerlas. Editorial Hispano Europea, S. A. Barcelona, - Edición original inglesa: Allergies: Question and answers, by Heinemann Books, London. ISBN 84-225-0686-7

**Duffus, John D.** (1983). Toxicología Ambiental. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. ISBN 84-282-0681-3

**Referencias editoriales:** Mühlmann S., De Schiller S., Evans J. M. (2011) *Construcción + Salud + Ambiente: Materiales sanos para un hábitat sustentable*, Estudios de Arquitectura Bioclimática, Anuario 2011, Vol. X, pp. 91-106, Universidad Autónoma Metropolitana, ISBN 978-607-477-482-5, Azcapotzalco.