
PANORAMA DE PROBLEMÁTICAS VISIBLES, INVISIBLES Y OCULTAS, Y ALTERNATIVAS SUSTENTABLES EN LA CONSTRUCCIÓN CON MADERA

**MÜHLMANN, Susana Isabel; CARUSO, Susana Inés; MORE,
Mariela; CANTIRI, Juan Ignacio**

susanamul@hotmail.com, arqas1@yahoo.com.ar,

marielamore@hotmail.com, jicantiri@hotmail.com

Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE-SI- FADU-UBA)

Resumen

En la Arquitectura, la cultura visual cumple un rol fundamental en la transmisión de información. Una imagen bien lograda logra hasta evocar experiencias olfativas, táctiles, auditivas y gustativas, sin embargo, la percepción sensorial no es tal y hasta puede estar distorsionada o camuflada. En relación con la selección de materiales, cabe preguntarse qué es lo que determina la predilección por la madera.

Antigua como la Tierra misma, además de sus propiedades y versatilidad, se destaca por su apariencia, variedad de texturas y colores, y también por otras sensaciones, como la calidez, el aroma, el crujido, la relación directa con la naturaleza, su raigambre con la historia, la percepción de lo familiar, lo inmanente, lo que permanece en el tiempo.

Globalmente tradicional y valorada, ininterrumpida candidata en el abanico de posibilidades constructivas, por su capacidad regenerativa, la madera se posiciona hoy como uno de los materiales del futuro, generando el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas en función de proyectar edificios contemporáneos con miras a la arquitectura por venir. Los códigos de construcción la vuelven a incluir, ampliando sus aplicaciones, y surgen de esa manera, cursos y capacitaciones

para que los diseñadores y arquitectos adquieran habilidades específicas.

Sin embargo, la madera, materia orgánica, no es perfecta, es susceptible de ser atacada por agentes químicos, biológicos y climáticos, y puede arder.

Estas desventajas, conocidas desde tiempo inmemorial, han llevado al desarrollo de productos para su preservación y protección. Algunos son evidentes, como los plastificados, lustres y barnices, pero la evolución tecnológica ha logrado nuevos tratamientos que pasan desapercibidos, sin alterar color, textura ni temperatura, e imperceptibles al olfato. La contracara es el impacto en ambiente y salud por el uso de químicos, por lo general tóxicos, en las etapas de fabricación y aplicación, y sobre todo, en contacto con el fuego.

Encuadrado en el Proyecto de investigación “Materiales cultivables para la construcción. Criterios de sustentabilidad en el uso de la madera en Argentina” y en concordancia con la propuesta de estas jornadas, este trabajo apunta a hacer visible un panorama de situaciones no percibidas a simple vista, intrínsecamente inherentes al uso de la madera, particularmente en la construcción, en la que los usuarios se encuentran en potencial estado de vulnerabilidad, y también, presentar alternativas sustentables, tanto de conocimiento ancestral como actual, en función del objetivo de hacer de la madera un material del futuro desde una mirada integradora, comenzando por el presente.

Palabras clave

Arquitectura, Construcción, Materiales, Madera, Sustentabilidad

Introducción

Todo material tiene origen en materias primas provenientes de los tres reinos de la naturaleza; animal, vegetal y mineral. En su mayoría, los materiales de la construcción se obtienen del reino mineral (recursos naturales no renovables), luego del vegetal y por último, del animal (ambos, recursos naturales

renovables). Datos que aporta la ciencia confirman el agotamiento de los recursos minerales y evidencian el elevado e insoslayable impacto de los edificios, particularmente los construidos con materiales y productos de esa procedencia, en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). “En términos de uso de la tierra y extracción de materiales, la industria de la construcción tiene el mayor impacto de cualquier sector” (Lambin & Fine, 2004: 6-7) verificando que los edificios son contribuyentes primarios en la degradación ambiental durante todas las fases de obra: construcción, operación y mantenimiento, y demolición, contabilizando desde hace más de una década:

- 40% de residuos sólidos no industriales o 136 millones de toneladas de escombros de construcción y demolición por año (Lambin & Fine, 2004: 6-7).
- 38% de todas las emisiones de dióxido de carbono – GEI (Gurgiola, 2005: 5).

Ante este panorama, el concepto de sustentabilidad propone una nueva mirada hacia las prácticas profesionales y el cuidado del planeta al expresar que:

Desarrollo sustentable es aquel desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (Brundtland, 1987: en línea).

Consecuentemente, existen hoy en día desarrollos de materiales que posibiliten la reversión de esta situación y ofrezcan soluciones a largo plazo para diseñar, construir y habitar edificios sanos y seguros para las personas y el ambiente, en armonía con la calidad de vida y el cuidado de los recursos, en términos de aire puro, agua limpia y suelos sanos. Por su capacidad de regeneración, esos materiales tienen origen en el reino vegetal y se los conoce como *materiales cultivables*.

La variedad de especies cultivables para la fabricación de materiales y productos para la construcción se clasifica en *madera, cañas (bambú, tacuara), hongos y algas*. Su aplicación va desde la totalidad de elementos estructurales, de cerramiento y carpinterías, hasta detalles y equipamiento, con un amplio espectro de investigaciones actuales que llevan a la posibilidad de producir maderas de alta performance (Song, J., Chen et al, 2018: 224). En el caso de la madera, las especies que se utilizan en construcción son mayoritariamente de bosques de cultivo, eucaliptus y pinos, especies exóticas, no nativas, que por un lado ofrecen la ventaja de un rápido crecimiento, y evitan o reducen la tala de bosques nativos, pero por otro, su impacto ambiental no está suficientemente estudiado. Por no ser naturales ni espontáneas, estas especies requieren del uso de fertilizantes: “El sostenimiento de la productividad de las forestaciones intensamente manejadas requiere mantener la fertilidad del suelo en el largo plazo” (O’Connell et al., 2004: 36, 39-48). Si bien necesarios, como así también ciertos pesticidas, según el caso, no hay aún estudios concluyentes sobre sus impactos en suelos y agua en los ecosistemas a lo largo del tiempo. La creación de sistemas internacionales de certificación

forestal¹ ofrece soluciones concretas porque su implementación asegura la sanidad de un bosque, sea nativo o de cultivo, pero la realidad es que a nivel local, la madera certificada es de difícil adquisición. En relación con los tratamientos para evitar el ataque de agentes químicos, biológicos y climáticos de especies que no poseen o presentan baja resistencia propia, históricamente ha habido procedimientos ambientalmente amigables. La evolución tecnológica, particularmente la petroquímica, desarrolló productos eficaces y de fácil aplicación pero con contenido tóxico, algunos de ellos ya prohibidos en territorio nacional, y aunque actualmente se orientan al uso de químicos cada vez más benignos, distan aún de ser inocuos. A través de recursos que provee la cultura visual, este proyecto propone una puesta al día de problemáticas visibles, invisibles y ocultas en la construcción con madera, en función de estudiar alternativas sustentables en la Argentina, acorde a experiencias internacionales, y la aplicación de normativas nacionales y provinciales, investigando técnicas y modalidades sustentables de tratamientos y protección, orientada a una indagación de soluciones posibles en el marco local.

Hipótesis de trabajo

Hay maderas usadas en la construcción y equipamiento que aparentemente no registran anomalías, pero que por haber recibido determinados tratamientos con preservantes o adhesivos, o por su eventual contacto con el fuego, son tóxicas para el ambiente y la salud humana.

Objetivos

- Promover el debate sobre las posibilidades de conocimiento de los efectos de determinados preservantes, adhesivos y acabados de la madera, en el ambiente y la salud humana.
- Presentar legislación y casos concretos para facilitar la comprensión de estas situaciones.
- Presentar alternativas más benignas para la salud y el ambiente en el marco de la sustentabilidad.
- Exponer cómo a partir de esta indagación es posible incidir en las políticas de estado, actualizando documentación oficial y ampliando las posibilidades de aplicación de criterios de sustentabilidad en forma regulada.

Estado de la cuestión

Como material presente en todo el planeta, la madera ha sido usada por todas las culturas de todos los continentes, con numerosos ejemplos en pie hasta el día de hoy. Esa antigüedad da cuenta del manejo de un

¹ FSC – Forestry Stewardship Council.

material que requiere conocimientos, habilidad y la aplicación de estrategias para lograr calidad, rendimiento, protección y durabilidad. Por su extensión territorial y variedad de zonas climáticas, la Argentina también cuenta con construcciones en madera, con exponentes en las provincias del Norte y la Mesopotamia, y en mayor medida, en la Patagonia, región en la que continúa siendo uno de los materiales de construcción por excelencia (Mühlmann y Caruso, 2017: 2196-2216).

En la región central, sin embargo, sobre todo en las ciudades, el uso de la madera disminuyó al punto tal de estar prohibida en códigos de edificación, particularmente en la Ciudad de Buenos Aires, situación modificada a partir del lanzamiento del Nuevo Código de Edificación-NCE (GCBA, 2018)², en el que la madera se propone como material estructural. Esta aceleración conduce, por otro lado, a la necesidad de conocer en profundidad determinados aspectos del uso de la madera, y tener claro un panorama en el que si ciertas problemáticas no son tenidas en cuenta, pueden llegar a generarse efectos no deseados en la salud y en el ambiente. Una de las razones por las que en la región metropolitana se prohibió la construcción en madera, fue por razones de seguridad ante la posibilidad de incendio. No obstante, hay argumentos para rebatir esta aprensión, basados en estudios que verifican que la seguridad depende de que el edificio esté bien construido (Arizaga et al, 2012, en línea) en el sentido de que la madera esté aislada, completamente separada, protegida de fuentes de calor extremo -chimeneas, cocinas, hornos, estufas, hogares, etc., por materiales resistentes al fuego (sustitutos del amianto/asbesto, usado comúnmente en Argentina hasta su prohibición). Por lo general el fuego se propaga por enseres, ropa, muebles, alfombras, adhesivos, cortinas y otros materiales inflamables de uso común en viviendas (Fritz & Berdichewsky, 2004: 375). Otro factor de peso en el NCE, es que en la última década han surgido ejemplos de edificios urbanos en altura con madera como material estructural predominante, como el T3 -Timber, Technology and Transit- de 7 pisos, erigido por el Arq. Michael Green en Minneapolis (Green, 2016: en línea) o el multipremiado edificio PATCH22, también de 7 pisos en Amsterdam (Frantzen, 2009: en línea) En Noruega, cerca de Oslo, se encuentra la torre de madera más alta del mundo hasta el momento, la torre Mjos de 18 pisos y 84,5 metros de altura (Ingenio, xyz, 2018: en línea). Supera a la torre Treet, Bergen, Noruega, de 49 metros, y a la torre HoHo de Viena, de 84 metros de altura. (Diario La Nación, 2018: en línea). Michael Green ha desarrollado sistemas estructurales de madera laminada encolada, en los que los adhesivos juegan un rol preponderante y en su publicación Tall Wood (Green, 2012: en línea), dedica un capítulo al formaldehído, uno de los químicos más agresivos por su impacto en salud y en ambiente, de extenso

² 3.11 Calidad y Resistencia de las construcciones. 3.11.2 Calidad de los materiales a utilizar en las construcciones. Permite el uso de materiales y sistemas nuevos, incluyendo madera estructural.

uso como preservante y desinfectante en la construcción. “Es volátil y sus vapores son irritantes para piel, ojos, mucosas y sistema respiratorio en general. Es combustible y al arder libera emisiones tóxicas” (Liteplo et al, 2002: en línea). Desde su primera versión, la certificación ambiental LEED lo clasifica dentro de los VOCs³, cuya exposición se recomienda evitar y limita su concentración en espacios interiores. La importancia de la publicación de Green, radica en que realiza una investigación sobre las concentraciones y volatilización del utilizado en sus edificios, para garantizar que aunque esté presente, no comprometa la calidad de aire interior.

En el mundo comienzan a estar en auge estos sistemas constructivos ejecutados en CLT⁴ o madera contralaminada. Su principal ventaja reside en que resuelven la triple función arquitectónica: estructural (mayor continuidad en transmisión de cargas), aislamientos térmico y acústico (por su mayor espesor) (AITIM, 2018: en línea). La desventaja es que por el momento, los adhesivos que usan para fabricar las placas no son completamente sustentables debido a que aún los certificados, contienen fenólicos y aminoplásticos, poliuretanos de un componente y emulsiones de polímeros de isocianato (AITIM, 2018: en línea). Hay en Argentina una extensa y valiosa trayectoria de investigaciones, desarrollo de normas y reglamentos dedicados al uso de la madera en la construcción⁵, pero las problemáticas actuales, en relación con el impacto en el ambiente y la salud, requieren ampliar ese espectro para dar respuestas concretas a nivel local, objetivo que a través de recursos de la cultura visual, se propone abordar en este trabajo.

Metodología de trabajo

- Se realizó una búsqueda bibliográfica de sustancias prohibidas y restringidas por sus efectos en la salud humana, presentes en preservantes, adhesivos y acabados de la madera, su situación oficial local y clasificaciones internacionales.
- Con los resultados, se elaboraron estudios de caso con fotografías de su uso en edificios y equipamiento. (Figs. 1, 2, 3 y 4).
- Se presentan, además, estudios de caso con alternativas de construcción en madera con criterios de sustentabilidad (Figs. 5, 6, y 7).

Información proveniente de organismos oficiales disponible para público en general

³ Compuestos Orgánicos Volátiles, sigla del inglés “*Volatile Organic Compounds*”.

⁴ Cross Laminated Timber.

⁵ Reglamento CIRSOC 601 – INTI.

Manual de Vivienda Sustentable (Presidencia de la Nación, 2019: en línea)

A través de la Secretaría de Vivienda del Ministerio de Interior, Obras Públicas y Vivienda, la Secretaría de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética del Ministerio de Energía, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, el 11 de abril de 2019 se presentó el Manual de Vivienda Sustentable, que en su Capítulo 2.2.5. Materiales, p. 43, incluye una Lista Roja⁶ que expresa:

Los productos de la Lista Roja son materiales que las agencias del gobierno de EEUU y la Comisión de la Unión Europea sobre el Medio Ambiente, entre otros organismos, designan como dañinos para la salud, entre ellos:

- Formaldehído
- Maderas tratadas con contenido de creosota, arsénico y pentaclorofenol
- Compuestos orgánicos volátiles en productos húmedos aplicados (COVs).

Químicos Prohibidos y Restringidos de Argentina y otros referentes

Encontrado en el Programa Nacional de Riesgos Químicos de la Dirección Nacional de Determinantes de la Salud e Investigación del Departamento de Salud Ambiental del ex Ministerio de Salud de la Nación (actualmente Secretaría de Salud y Desarrollo Social), la actualización 2017 de *Químicos Prohibidos y Restringidos de Argentina*⁷ incluye parte de esa lista y constituye un documento oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional. Se mencionan también clasificaciones de organismos internacionales como el IARC⁸, cuyas investigaciones se actualizan anualmente y conforman unos de los más sólidos argumentos para la prohibición, restricción o medidas de seguridad en relación con la carcinogenicidad de sustancias, y el Convenio de Basilea⁹, sobre Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, que Argentina ratificó desde su firma en 1992 junto a 180 países.

⁶ Del inglés "Red Lists", incluyen sustancias químicas que han sido designadas como dañinas para los seres vivos, incluidos los humanos, contaminando el medio ambiente, bio-acumulando la cadena alimentaria hasta alcanzar concentraciones tóxicas y dañando a obreros de construcción y fábricas, ILFI.

⁷ Ministerio de Salud de la Nación (2017).

⁸ International Agency for Research on Cancer - Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, órgano intergubernamental de la Organización Mundial de la Salud, Naciones Unidas.

⁹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Tabla 1

Arsénico
Categoría de Prohibido del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017 por Decreto 2121/ 90 http://goo.gl/yy10Ij . Figura Prohibición Total . Se usa en construcción.
Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.
Clasificado como Carcinógeno 1a del IARC (testado en humanos) ¹⁰
Clasificación Y24 según Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes, pp. 49, incluida en Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.
Junto al Cobre y el Cromo conforma las sales hidrosolubles CCA (Arseniato de Cobre Cromatado) para tratamientos preservantes de madera por impregnación en autoclave (Urrutia, 2016: en línea), comercializadas en territorio nacional.

Fuente: Químicos Prohibidos y Restringidos en Argentina. Arsénico, 2017: 13.

Tabla 2

Pentaclorofenol
Categoría de Prohibido del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017 por Resolución MSN 356/94 http://goo.gl/2e30ht y Resolución SAGPyA 532/2011 http://goo.gl/X2sCQi . Prohibición Total .
Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.
Clasificado como Carcinógeno 1a del IARC (testado en humanos) ¹¹
Tuvo un extendido uso como preservante de madera y en la actualidad hay aun maderas tratadas instaladas en edificios antes de su prohibición.

Fuente: Químicos Prohibidos y Restringidos en Argentina. Pentaclorofenol, 2017: 21

¹⁰ Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123. pp.3.

¹¹ Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123, pp. 27.

Tabla 3

Formaldehído
Categoría de Restringido por Disposición ANMAT/MSN 4623/2006 http://goo.gl/SXS18x y Prohibido por Resolución 709/ 1998 https://goo.gl/2isHaZ del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017 (en productos domisanitarios , no en construcción).
Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.
Clasificado como Carcinógeno 1a del IARC (testado en humanos) ¹² .
Clasificación Y5 (desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera) según Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar, pp. 48, incluida en Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos
Gas incoloro y de fuerte olor, se utiliza como preservante en construcción: prensada y contrachapada, tableros de partículas y de fibra, adhesivos, pinturas oleosas, tejidos de prensado permanente, revestimientos de productos de papel, ciertos materiales aislantes y para hacer otros productos químicos, como solventes, diluyentes, aguarrás y lacas poliuretánicas, entre otros. ¹³

Fuente: Químicos Prohibidos y Restringidos en Argentina. Formaldehído, 2017: 8 y 19

Comportamiento ante el fuego

Si bien hay químicos clasificados como tóxicos porque comprobadamente afectan salud y ambiente, ese efecto puede no manifestarse en la etapa de uso, sino ante eventos tales como el fuego. En relación con **maderas impregnadas** (Tabla 1. Fig.1): *Cuando la madera tratada con CCA se quema, sustancias químicas venenosas se liberan al aire y afectan a personas y ambiente. El arsénico puede acumularse en cenizas e inhalarse o contaminar el área de disposición* (Greater Wellington Regional Council, 2019: en línea). En cuanto a **maderas tratadas con preservantes oleosos y oleosolubles** (formaldehído / pentaclorofenol) (Tablas 2 y 3. Figs. 2 y 3):

Presentan un alto grado de inflamabilidad, que decrece a medida que se evapora el solvente. 10 Se utilizan en general para situaciones que requieren mayor resistencia a la humedad, al mismo tiempo que la

¹² Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123, pp.16.

¹³ American Cancer Society (2019).

madera tratada no esté expuesta al contacto humano ni animal y que cuente con una adecuada disposición final de los residuos generados. (Urrutia, 2016: en línea).

De ahí la importancia de conocer y divulgar información, tomar medidas de seguridad, y avanzar en políticas de estado que contemplen estas situaciones en función de la prevención.

IRAM - Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

“Una norma técnica es un documento que establece requisitos (p. ej. tamaño, forma, diseño, funciones o rendimiento, o etiquetado y embalaje, y adicionalmente, formas de verificación de conformidad), publicado por un organismo de normalización y de cumplimiento voluntario” (Curi, 2019¹⁴).

Desde 1935, IRAM cuenta con 167 normas vinculadas a la madera, con temas que abarcan desde vocabulario y clasificaciones hasta elementos, maquinarias, herramientas, tableros y toxicidad de preservadores, entre otros. Dada la cantidad y variedad, se consultaron normas vigentes cuyos títulos mencionan temas investigados. Se presentan los resultados en orden de publicación de la revisión hecha hasta la fecha, que será ampliada en el marco del PIA.

- IRAM 9518 (1962). *Toxicidad, permanencia y eficacia de los preservadores de madera.* Hace referencia a toxicidad con relación a insectos y microorganismos que atacan la madera, pero no a salud humana.

- IRAM 9520 (1962). *Naftenato de cobre para preservación de maderas.* Su Objeto es *Establecer las características, los procedimientos de extracción de muestras y los métodos de ensayo del neftalato de cobre que se emplea en la preservación de madera contra agentes biológicos.* No hay mención de impacto en ambiente o salud, o comportamiento ante el fuego.

- IRAM 9526 (1992). *Preservación de maderas. Determinación de cromo, cobre, arsénico y boro, en soluciones preservantes o en maderas preservadas. Método por espectrometría de absorción.* Su Objeto es *Establecer un método para la determinación de los metales en las soluciones preservadoras, y en su Fundamento expresa: Se miden las absorbancias de soluciones complejas y se determinan sus concentraciones analíticas respectivas.* No hay mención de impacto en ambiente o salud, o comportamiento ante el fuego.

- IRAM 9511 (1993). *Preservación de maderas. Vocabulario.* De esta norma se han extraído dos definiciones relacionadas con la investigación:

Preservación de maderas: Tratamiento a que se somete la madera para aumentar su resistencia al ataque de organismos capaces de destruirla o afectarla (hongos, insectos, taladro marino, etc.) comúnmente con alguna sustancia química denominada preservante.

¹⁴ Ing. Guillermo Curi, Director de Certificación IRAM, "Reglamentos Técnicos aplicables a tableros de madera". FITECMA 2019.

Preservador de madera: Término que abarca el o los productos químicos que protegerán la madera contra el deterioro ocasionado por uno o más de los siguientes agentes: pudrición, insectos, taladro marino, fuego, intemperie, absorción de humedad y acción química.

- IRAM 9515 (2003). *Preservación de maderas. Preservadores solubles en agua. Requisitos y métodos de análisis.* Su Objeto es *Establecer los requisitos que deben cumplir los preservantes solubles en agua utilizados en la protección de madera y métodos de análisis correspondientes.*

En los Comentarios menciona que *la utilización de preservantes quedaba supeditada a lo que disponga el SENASA*¹⁵. En su Introducción cita:

Dado que los preservantes indicados contienen compuestos contaminantes y peligrosos, se deben tomar los recaudos necesarios para la correcta disposición de los residuos como así también las medidas de precaución correspondientes, y nombra los siguientes preservantes:

- Cromocupricos (CC)
- Cuproarsenicales (CA)
- Cromo cupro arsenicales (CCA)
- Cromo cupro bóricos (CCB)
- Bórico Sódicos (BS)

Estas normas se encuadran en la Clasificación Internacional de Normas (ICS¹⁶), que es una:

Estructura pensada para organizar normas internacionales, regionales o nacionales en sectores y subsectores tanto en catálogos como en sistemas de suscripción. Es utilizada por la ISO a nivel internacional y organismos regionales y nacionales encargados de publicación y distribución de normas (IRAM, 2019: en línea).

Cada norma tiene objetos específicos y aunque sus títulos mencionan un mismo tema, por antigüedad y tecnologías y normativas posteriores no todas desarrollan o relacionan los mismos contenidos, por lo tanto, lo expuesto es una primera aproximación sin resultados concluyentes sobre los temas investigados. De hecho, los marcos legales evolucionan y las normativas trascienden sus organismos de origen, interrelacionándose y creando nuevas normativas. Tal es el caso de los "Reglamentos Técnicos aplicables a tableros de madera", recientemente presentados en FITECMA 2019¹⁷ en relación con el formaldehído.

¹⁵ Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

¹⁶ International Classification for Standards.

¹⁷ Feria internacional de Madera y Tecnología, julio 2019, Buenos Aires.

Contenido de formaldehído en tableros de madera

De la consulta realizada en IRAM:

Contenido de formaldehído: En las normas UNE-EN 312 y UNE-EN 13986 se especifican las dos clases de contenido de formaldehído, E1 y E2, determinadas con el método del perforador (UNE-EN 120) y el de cámara (UNE-EN 717-1). La tendencia actual es utilizar tableros con bajo contenido en formaldehído, algunos fabricantes ya los suministran con contenidos muy inferiores (4 mg) a los exigidos para la clase E1 (8 mg). (Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera de España, 2019: en línea).

En julio de 2019, en el marco de FITECMA se dictó el Seminario INTI e IRAM “Reglamentos Técnicos (RT) aplicables a tableros de madera”. El Ing. Guillermo Curi expuso sobre procesos de certificación, requisitos y ensayos de productos específicos, y se refirió a resoluciones que incluyen estos RT, emitidas por la Secretaría de Comercio Interior (SCI), que comprenden determinados requisitos obligatorios para la comercialización de tableros de madera:

- Resolución SCI N°900/2017. *Requisitos técnicos de calidad y seguridad.*

Aplica a tableros compensados de madera. Publicada en 2017, incluye Declaración jurada de cumplimiento en 2018, Certificación sin contenido de formaldehído de cumplimiento hasta mayo de 2019 y Certificación completa a partir de esa fecha.

- Resolución SCI N°240/2019. *Requisitos técnicos de calidad y seguridad.*

Aplica a tableros derivados de la madera de fibras y de partículas. Publicada en 2019, incluye Declaración jurada con ensayos de cumplimiento hasta 2020 y Certificación completa a partir de esa fecha.

A continuación, el Lic. Damián Gherscovic. Responsable del Laboratorio Químico del INTI¹⁸, expuso sobre “Formaldehído, Control de emisión en muebles planos”. Encuadrada en la SCI del Ministerio de Producción y Trabajo, presentó la Resolución 494/2018, referida al Reglamento Técnico Específico para Muebles de Tableros Planos, a los que definió como:

Aquellos muebles construidos con una o más partes de tableros, los cuales pueden contener otros materiales como madera maciza, metal, vidrio, tejidos, cueros, plásticos y otros componentes, con alcance a los tableros de partículas (PB), de fibras (MDF, HB), compensados de madera (Plywood), revestidos y con recubrimiento superficial.

¹⁸ Instituto Nacional de Tecnología Industrial

El alcance no incluye tableros OSB¹⁹ o de fibras orientadas. En el Anexo sobre Requisitos Técnicos, dentro de las Características Principales, figura 8. *Emisión, Contenido de Formaldehído.*

La exposición incluyó la vinculación con normas IRAM sobre Requisitos:

- IRAM 9728-1 (2018). Tableros derivados de la madera revestidos. Parte 1: Requisitos.
- IRAM 9728-2 (2018). Tableros derivados de la madera revestidos. Parte 2: Métodos de ensayo.
- IRAM 9731-1 (2016). Tableros de fibras. Parte 1 - Requisitos generales.
- IRAM 9723 (2012). Tableros de partículas. Requisitos.

Y con normas IRAM sobre Medición de Formaldehído:

- IRAM 9707 (2011). Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método de extracción denominado del perforador.
- IRAM 9709 (2012). Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método del frasco.
- IRAM 9710 (2011). Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método de la cámara.
- IRAM 9711 (2012). Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método del desecador.
- IRAM 9712 (2015). Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método del análisis de gas.

En síntesis, se verifica un significativo avance en la reducción, eliminación y control de químicos comprobadamente tóxicos para la salud humana en el marco legal local, auspicioso para extender el alcance a más sustancias nocivas usadas en la industria de la construcción.

Estudio de caso Tratamiento de viga de encadenado inferior con CCA y maderas exteriores con barniz al agua.

¹⁹ del inglés: Oriented Strand Board.

Fig. 1. Casa en Barrio El Cazador, Escobar

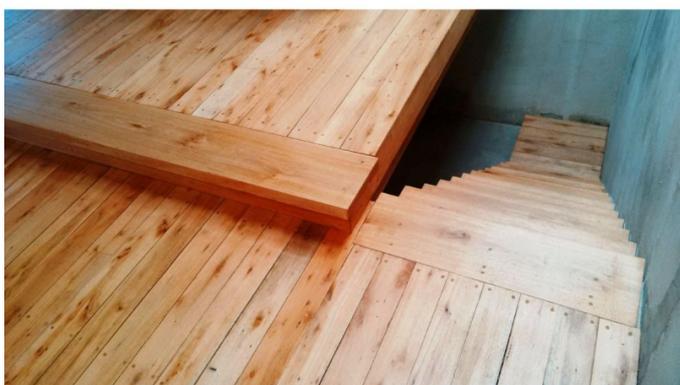


Exteriores tratados con barniz al agua, más sustentable que el de base solvente, aunque contiene derivados del petróleo. La foto sobre el texto muestra el deterioro luego de 4 años desde su aplicación. La foto de la izquierda muestra la viga de encadenado tratada con CCA, tratamiento que no se puede distinguir visualmente. Proyecto y dirección, Susana Caruso

Fotos: Susana Caruso

Estudio de caso madera maciza con preservante oleoso.

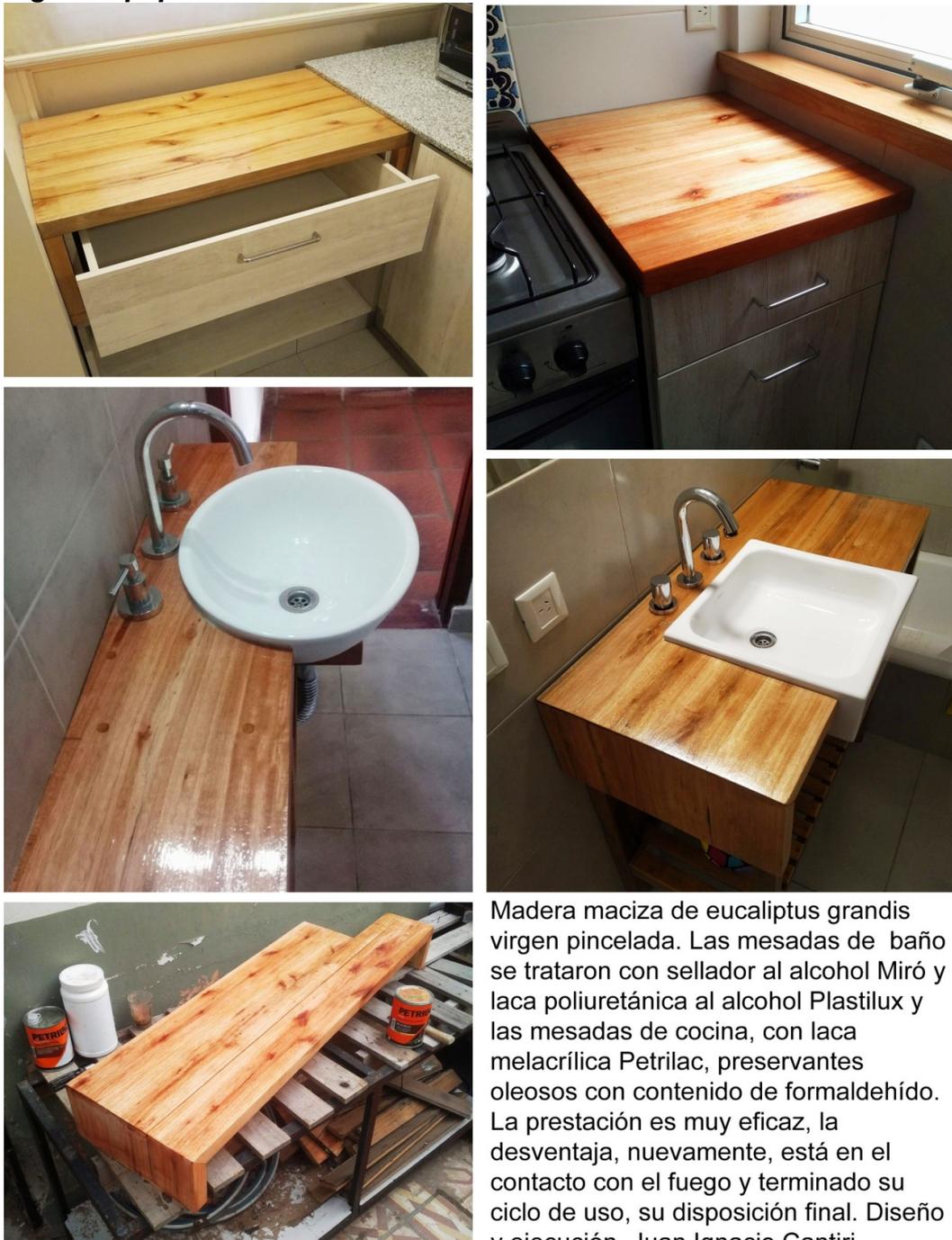
Fig. 2. Reforma de PH en Ciudad de Buenos Aires



Madera maciza de eucaliptus grandis virgen, pincelada con Penta, preservante oleoso con contenido de formaldehído. La prestación es muy eficaz, la desventaja está en el eventual contacto con el fuego y terminado su ciclo de uso, su disposición final. Proyecto y dirección, Juan Ignacio Cantiri.

Juan Ignacio Cantiri
 Estudio de caso maderas interiores con preservantes oleosos.

Fig. 3. Equipamiento



Madera maciza de eucaliptus grandis virgen pincelada. Las mesadas de baño se trataron con sellador al alcohol Miró y laca poliuretánica al alcohol Plastilux y las mesadas de cocina, con laca melacrílica Petrilac, preservantes oleosos con contenido de formaldehído. La prestación es muy eficaz, la desventaja, nuevamente, está en el contacto con el fuego y terminado su ciclo de uso, su disposición final. Diseño y ejecución, Juan Ignacio Cantiri.

Juan Ignacio Cantiri

Construcción en madera con criterios de sustentabilidad: Vivero de la Isla Victoria, Parque Nacional Nahuel Huapí.

Fig. 4. Arboretum. Vivero Isla Victoria, Bariloche



El Vivero del Parque Nacional Nahuel Huapi en la Isla Victoria, Bariloche fue realizado íntegramente con madera de la isla. Las uniones son a través de encastres, y planchuelas y piezas metálicas, sin uso de adhesivos. El motivo fue armarlo con piezas individuales que eventualmente se pudieran desensamblar para reparación o reemplazo. Originalmente la madera se iba a dejar sin tratar para que cumplido su ciclo volviera a la cuna, la tierra, pero durante la ejecución se tomó la decisión de aplicarle preservante pincelado Cetol al agua, más benigno que los oleosos porque no contiene formaldehído, no obstante, en caso de arder no es inocuo. Proyecto, Verónica Skvarca.

Susana Mühlmann
Construcción en madera con criterios de sustentabilidad: Intendencia de Bariloche.

Fig. 5. Intendencia de Bariloche

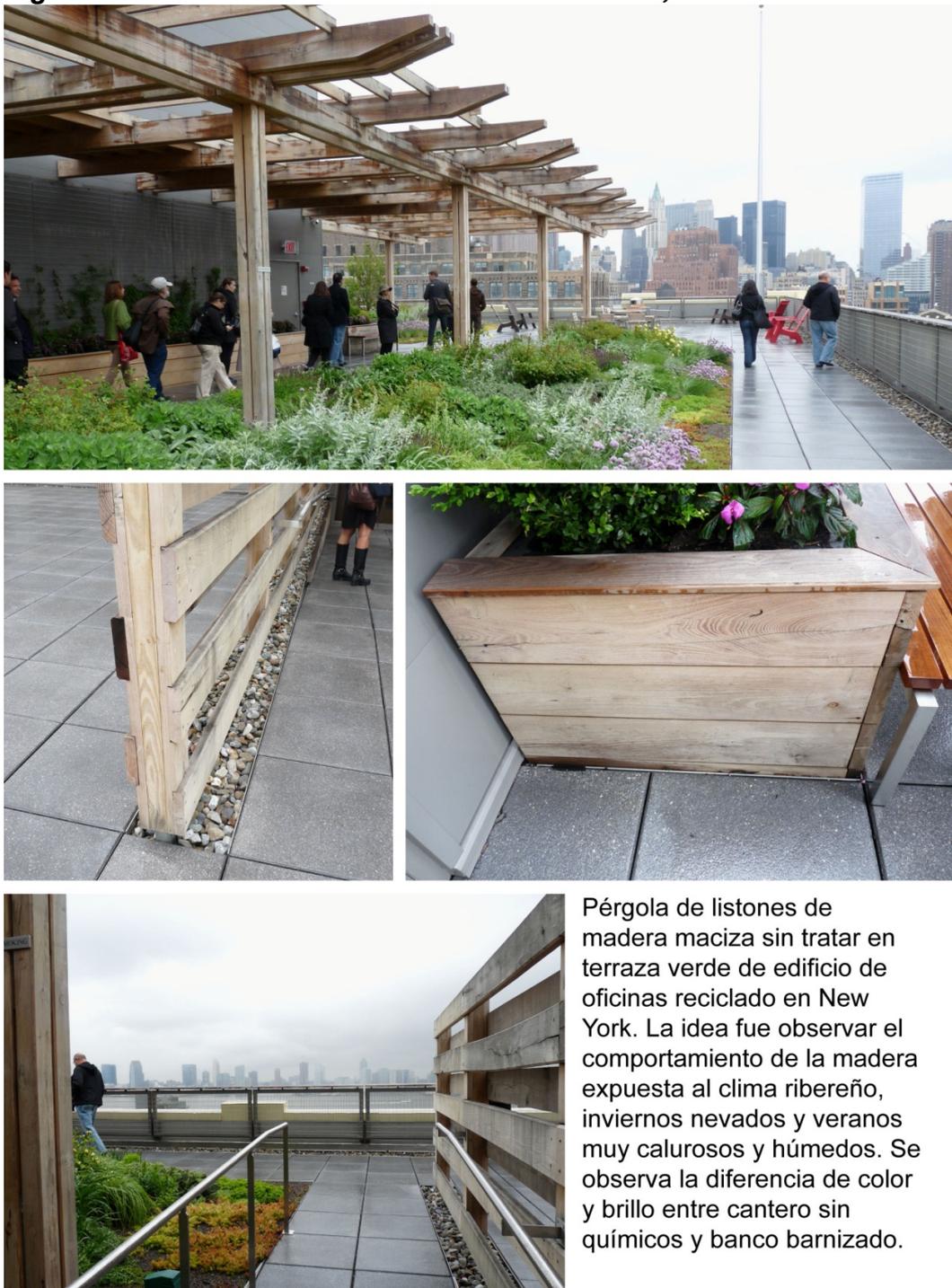


Reemplazo de cubierta y alero de tejas de alerce (especie protegida) por ciprés. Para su impermeabilización se las sumergió en aceite de lino hirviendo, tratamiento tradicional realizado in situ. Se colocaron sin adhesivos, sólo claveteado, acorde a la construcción original. Proyecto y dirección, Verónica Skvarca.

Susana Mühlmann

Construcción en madera con criterios de sustentabilidad: terraza verde en edificio de oficinas, New York.

Fig. 6. Edificio de oficinas en 250 Hudson Street, New York



Pérgola de listones de madera maciza sin tratar en terraza verde de edificio de oficinas reciclado en New York. La idea fue observar el comportamiento de la madera expuesta al clima ribereño, inviernos nevados y veranos muy calurosos y húmedos. Se observa la diferencia de color y brillo entre cantero sin químicos y banco barnizado.

Susana Mühlmann

Construcción en madera con criterios de sustentabilidad: terrazas en The Visionaire, New York.

Fig. 7. Edificio The Visionnaire, New York



Tratamiento paisajístico exterior con madera maciza sin tratar en complejo de viviendas, oficinas y locales comerciales en Battery Park, New York, del Estudio Pelli – Clarks – Pelli, el primero con certificación LEED. La idea, nuevamente, fue observar el comportamiento de la madera expuesta al clima ribereño, inviernos nevados y veranos muy calurosos y húmedos, en contraste con la alta tecnología del resto del edificio. Se observa el color grisáceo que va adquiriendo la madera debido a la cercanía de los ríos East y Hudson. Salvo el cambio en el color, no se observaron deterioros en ese momento.

Susana Mühlmann
 Consideraciones sobre los materiales estudiados

En la mayoría de las construcciones y equipamiento de madera, es insoslayable la necesidad de un biocida, y se verifica que en los preservantes y

curadores hay un significativo viraje hacia químicos cada vez más benignos, sobre todo los de base acuosa, no obstante, aún distan de ser inocuos. En cuanto a maderas tratadas, es necesario generar protocolos para disposición final de sobrantes, cortes en obra o residuos de desmontaje o demolición de impregnadas con CCA, y también, para determinar si madera desmontada o de demoliciones recibió pincelado con químicos tóxicos, y tomar medidas de seguridad para operarios y ambiente. Es auspiciosa la reciente legislación para tableros derivados de la madera en general (a excepción de los OSB) sin contenido de formaldehído, no obstante, queda por resolver qué se hace con los fabricados hasta el presente con relación a su reciclado (por lo general improbable), disposición final y precauciones en relación con el fuego. No todos los materiales pueden ser sustituidos por otros más benignos, pero es posible promover un giro hacia productos y prácticas más saludables.

Conclusiones

A partir de lo expuesto, se verifica que maderas usadas en la construcción y equipamiento que aparentemente no registran anomalías, pero que por haber recibido determinados tratamientos con preservantes o adhesivos, o por su eventual contacto con el fuego, son tóxicas para el ambiente y la salud humana.

Que de acuerdo con esa verificación, es posible sentar las bases para el cumplimiento de objetivos desde una mirada de la salud y profundizar la modificación de políticas de estado en función de un viraje hacia la aplicación de criterios de sustentabilidad en forma regulada.

Finalmente, se demuestra la importancia de los recursos que la cultura visual provee para la comprensión del problema y la evolución hacia soluciones integrativas que a modo introductorio propone este trabajo, en concordancia con el espíritu de las jornadas.

Reconocimientos

Esta investigación se encuadra en el Proyecto de investigación “Materiales cultivables para la construcción. Criterios de sustentabilidad en el uso de la madera en Argentina”, PIA TPR-26, con sede en la Secretaría de Investigaciones FADU UBA. Tutor: Dr. Arq. D. Kozak. Directora: Arq. Susana I. Mühlmann. Co-directora: Arq. Susana I. Caruso y Docentes Investigadores: Arqs. Mariela More y Juan Ignacio Cantiri.

Bibliografía

Fritz, A., & Berdichewsky, K. (2004). *Manual La Construcción de Viviendas en Madera*. Santiago: CORMA.

Gurgiola, M., (2005). *Boomer Buildings; Mid-Century Architecture Reborn*, M. J. Mulgrave, Victoria: Crosbie ed., The Image Publishing Group, pág. 5.

Lambin, J. & Fine, S., (2004). *Rallying Support for Resources from the Recent Past*, National Trust for Historic Preservation, Forum Journal, vol. 18 N° 4, Washington DC, págs. 6-7.

Mühlmann S. (2012). La Selección de Materiales de Construcción con Criterios de Sustentabilidad como Interfase en el Proceso Proyectual, *XXV Jornadas de Investigación y VII Encuentro Regional, si+amb, Proyecto y Ambiente*, SI-FADU-UBA, pp. 1008-1018, Coordinado por G. Sorda, Ed. literaria, I. Mignaqui, 1° ed., Buenos Aires: Aulas y andamios.

O'CONNELL AM, GROVE TS, MENDHAM DS, RANCE SJ (2004). *Impact of harvest residue management on soil nitrogen dynamics in Eucalyptus globulus plantations in south western Australia*. Soil Biol Biochem 36:39–48.

SONG, J., CHEN, C., ZHU, S., ZHU, M., DAI, J., RAY, U., & YAO, Y. (2018). *Processing bulk natural wood into a high-performance structural material*. Nature, 554 (7691), 224.

Material online

AITIM (2018). *Madera Contralaminada. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la madera*. Madrid. Recuperado el 21/07/19 de https://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_394_Madera%20Contralaminada_06.07.2018.pdf el 10/07/2019.

AMERICAN CANCER SOCIETY (2019). *What causes cancer? Formaldehyde*. Recuperado el 22/06/19 de <https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/formaldehyde.html>

ARIZAGA, M. ET AL (2012). *Situación actual y posibilidades de construcción de casas de madera en Uruguay*, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República. Recuperado el 20/07/19 de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/579/1/M-CD4438.pdf>

ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LAS INDUSTRIAS DE LA MADERA DE ESPAÑA (2019). *Contenido de formaldehído*. Recuperado 21/07/19 de <https://infomadera.net/modulos/aitim.php?id=4>

Brundtland, G. H. (1987). *UN Documents, Gathering a Body of Global Agreements, The Report of the Brundtland Commission, Our Common Future*,

Chapter 2: Towards Sustainable Development, Oxford University Press.
Recuperado el 22/06/19 de <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

DIARIO LA NACIÓN 05/09/18, Recuperado el 20/07/19 de <https://www.lanacion.com.ar/2169153-noruega-construye-torre-madera-mas-alta-del>

FSC - Forestry Stewardship Council - Recuperado el 27/10/18 de <https://us.fsc.org/en-us>

FRANTZEN ET AL ARCHITECTEN (2009). *Patch 22*, Recuperado el 20/07/19 de <https://www.arquired.com.mx/arq/arquitectura/patch22-una-torre-madera-gana-premio-residencial-wan-award-2016>

GREATER WELLINGTON REGIONAL COUNCIL (2019). *Burning treated wood releases toxins*. New Zeland. Recuperado el 22/06/2019 de <http://www.gw.govt.nz/assets/RelocatedUploads/Adlam205/Burning-issues-brochure.pdf>

GREEN, M. (2012). *Tall Wood - The case for tall wood buildings, How Mass Timber Offers a Safe, Economical, and Environmentally Friendly Alternative for Tall Building Structures*, Canadian Wood Council on behalf of the Wood Enterprise Coalition by Forestry Innovation Investment, North Vancouver, British Columbia. Recuperado el 20/07/19 de <http://cwc.ca/wp-content/uploads/publications-Tall-Wood.pdf>

GREEN, M. (2016). *T3 - Timber, Technology and Transit*- Recuperado el 20/07/19 de <https://www.competitionline.com/en/projects/64065>

IARC - International Agency for Research on Cancer (2019). Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.iarc.fr/>

IARC (2012). *Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123*. Recuperado el 22/06/2019 de <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/09/ClassificationsAlphaOrder.pdf>

ILFI - International Living Future Institute (2019). *The Red List*. Recuperado el 22/06/2019 de <https://living-future.org/declare/declare-about/red-list/>

Ingenio, xyz (2018). *La Torre noruega Mjøsa, próxima en marcar récords de altura en madera*. Recuperado el 20/07/19 de <https://ingenio.xyz/articulos/20181001-la-torre-noruega-mjos-proxima-en-marcar-records-de-altura-en-madera>

International Classification for Standards (ICS). Recuperado el 20/07/19 de https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/international_classification_for_standards.pdf

IRAM 9511 (1993). *Preservación de maderas. Vocabulario*. Edición 1. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/7144>

IRAM 9515 (2003). *Preservación de maderas. Preservadores solubles en agua. Requisitos y métodos de análisis*. Edición 2. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/7148>

IRAM 9518 (1962). *Toxicidad, permanencia y eficacia de los preservadores de madera*. Edición 1. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/7149>

IRAM 9520 (1962). *Naftenato de cobre para preservación de maderas*. Edición 3. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/7150>

IRAM 9526 (1992). *Preservación de maderas. Determinación de cromo, cobre, arsénico y boro, en soluciones preservantes o en maderas preservadas. Método por espectrometría de absorción*. Edición 1. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/7155>

IRAM 9707 (2011). *Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método de extracción denominado del perforador*. Edición 2. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/8014>

IRAM 9709 (2012). *Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método del frasco*. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/8016>

IRAM 9710 (2011). *Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método de la cámara*. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/8017>

IRAM 9711 (2012). *Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método del desecador*. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/8018>

IRAM 9712 (2015). *Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído por el método del análisis de gas*. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/8019>

IRAM 9728-1 (2018). *Tableros derivados de la madera revestidos. Parte 1: Requisitos*. Edición 2. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/8081>

IRAM 9728-2 (2018). Tableros derivados de la madera revestidos. Parte 2: Métodos de ensayo. Edición 2. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/8082>

IRAM 9731-1 (2016). Tableros de fibras. Parte 1 - Requisitos generales. Edición 2. Incluye Modificación N° 1: 2017. Vigente. Recuperado el 20/07/19 de <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/8083>

IRAM 9723 (2012). Tableros de partículas. Requisitos. Edición 2. Incluye Modificación N° 1: 2017. Recuperado el 20/07/19 de Vigente. <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/11314>

IRAM/ICS - *Clasificación Internacional de Normas*. Recuperado el 20/07/19 de <http://www.iram.org.ar/index.php?IDM=44&IDN=528&mpal=no&alias=>

Liteplo, R.G. et al (2002). *Formaldehyde, Concise International Chemical Assessment Document 40*, World Health Organization, Geneva. Recuperado el 09/07/17 de <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad40.pdf>

Ministerio de Producción (2017). *Resolución SCI N°900/2017*. Recuperado el 22/06/2019 de <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/290000-294999/291689/norma.htm>

Ministerio de Producción y Trabajo (2019). *Resolución SCI N°240/2019*. Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.boletinoficial.gov.ar/detalleAviso/primera/207709/20190517>

Ministerio de Producción y Trabajo (2018). *Resolución 494/2018*. Recuperado el 22/06/2019 de <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/310000-314999/313639/norma.htm>

Ministerio de Salud de la Nación (2017). *Químicos prohibidos y restringidos en Argentina*. Recuperado el 22/06/2019 de http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000001076cnt-2017_Quimicos_prohibidos_y_restringidos.pdf

MÜHLMANN, S. Y CARUSO S. (2017). *Aplicación de criterios de sustentabilidad y operaciones de diseño en vivienda de madera en el Municipio de Escobar*, XXXI Jornadas de Investigación y XIII Encuentro Regional SI + des, Desnaturalizar y Construir, FADU-UBA, Buenos Aires, pp. 2196-2216. Recuperado el 22/06/19 de https://drive.google.com/file/d/1L2S6el_WQRBIHEYdlf_Qr6JFJO9qJxAG/view

Separata del Boletín Oficial de la Ciudad De Buenos Aires N° 5526 (2018). *Código de Edificación*. Recuperado el 20/07/2019 de <https://documentosboletinoficial.buenosaires.gov.ar/publico/PL-LEY-LCABA-LCBA-6100-18-ANX.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (1992). *Convenio de Basilea*, Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 22/06/2019 de <http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconvention-text-s.pdf>

Presidencia de la Nación (2019). *Manual de vivienda sustentable*, Capítulo 2.2.5. Materiales, p 43. Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/innovacion-para-el-desarrollo/vivienda>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1992). *Convenio de Basilea*. Recuperado el 22/06/2019 de <http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconvention-text-s.pdf>

Reglamento CIRSOC 601 – INTI. Recuperado el 20/07/19 de <http://maderayconstruccion.com.ar/myc/PDF/manual601-completo.pdf>

SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.argentina.gob.ar/senasa/que-es>

URRUTIA, A. (2016). *La madera tratada con CCA ¿solución o problema?*, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Recuperado el 22/06/2019 de <http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2016/01/Tesina-Adriana.-Urrutia.pdf>