

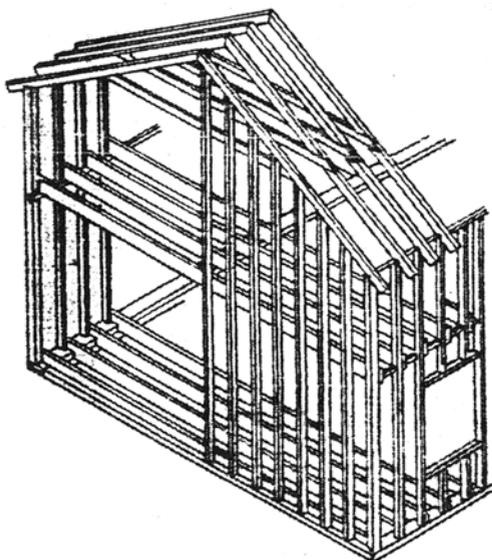
# EL SISTEMA CONSTRUCTIVO "BALLOON-FRAME"

Características básicas de la construcción tradicional en madera y su evolución histórica reciente.

Heinz Leser S.

**Características básicas de la construcción tradicional en madera y su evolución histórica reciente.**

*Basic characteristics of traditional timber construction and its most recent evolution.*



La madera ha sido, por siglos, el material de construcción por excelencia, que el ser humano supo emplear, desde su origen, no sólo para lograr la materialización del cobijo familiar, sino que también para elaborar los más variados tipos de utensilios domésticos y de trabajo, necesarios para el desarrollo de su acción cotidiana, incorporando a ellos, espacios y elementos, la calidad de este material natural, rico en expresión y en contenido.

El trabajo manual de la madera para la construcción fue una forma de artesanía que exigía largo tiempo de aprendizaje para llegar al conocimiento cabal del oficio y al dominio de técnicas complejas, basadas en el conocimiento del material y en la habilidad de carpinteros expertos, pero, ante todo, requería de piezas de madera de grandes dimensiones o escuadrías, por imposición de las uniones proyectadas, posibles de realizar sólo con complicados rebajes y ensamblajes mediante elaboración manual de dichas piezas.

El uso de la madera se circunscribía así a zonas geográficas donde hubiera amplia disponibilidad de material y, desde luego, una marcada tradición constructiva en su uso y aplicación.

El acelerado proceso de industrialización, que tempranamente irrumpe en Europa durante el siglo XIX, y que revoluciona también naciones como EE.UU., caracterizado por la implantación de máquinas de reciente invento, por el surgimiento de innovadoras técnicas de producción, y la aparición de nuevos productos y materiales, así como nuevos requerimientos de productividad ante la exigencia de construir pueblos y ciudades, genera la invención de renovados procesos y sistemas constructivos, como respuesta a las condiciones económicas y sociales de la época.

La madera es sometida a nuevas técnicas de aserrío, normalización de cortes y dimensiones, conversión mecánica, tratamiento y elaboración final, transformando el producto del bosque en un material industrializado que, conservando sus propiedades ingénitas de cuerpo orgánico se pone a disposición del usuario en un mercado más amplio y accesible.

Consecuente con estos procesos de industrialización, las uniones de una estructura de madera se realizan con el clavo fabricado en serie, que aparece en esa época, reemplazando la tradicional espiga o tarugo de madera y al clavo forjado a mano, simplificando notablemente el proceso constructivo tradicional, ya que, por sus propiedades mecánicas, costos y disponibilidad, desplaza ventajosamente a los otros sistemas de unión en uso, posibilitando estructuras más livianas y rápidas.

Como resultado significativo del desarrollo histórico-constructivo de la madera, y en respuesta a los requerimientos y posibilidades de la época, surge en Estados Unidos el principio de construcción tipo *Balloon*, supuestamente creado por George Washington Snow (1797-1870), y

cuya primera aplicación destacada en dicho país fue la Iglesia St. Mary de Chicago (construcción realizada por Agustine Taylor, de Hartford-Connecticut, en 1833).

Este sistema descrito por primera vez en "Homes for the people", publicación de Gervase Wheeler en el año 1855, reemplaza los antiguos métodos pesados de las estructuras tridimensionales en madera, por un concepto de armazón de gran liviandad, racionalidad y rápido montaje, que produce una innovación radical en la forma de empleo del material, como resultado de la mecanización y la aparición de nuevas herramientas, suprimiéndose los ensamblajes que requieren tiempo y habilidad, ya que todas las uniones se hacen sobre la base del clavo industrializado.

## CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL SISTEMA BALLOON

### Descripción y posibilidades del sistema.

El sistema *Balloon* en su primera etapa de desarrollo, que se prolonga hasta 1900, consiste en una serie de piezas de madera equidistantes, que forman paredes, entrepisos y techumbres.

Esta estructura es luego revestida por ambos lados con una capa de tablas que constituye una garantía contra las deformaciones; adicionalmente, y según cada caso, se consultaba para los muros, la colocación de riostras o diagonales en rebajes previstos en los pie derecho, quedando definidas las uniones que esta estructura genera, con la utilización del clavo industrializado de alambre de acero.

Todo el armazón está constituido por un entramado de piezas normalizadas (madera aserrada y dimensionada), cuyas escuadrías básicas son 2" x 4", siendo lo singular de dicho entramado la reducida distancia entre cada pie derecho o viga, y que fluctúa entre 16" y 2 pies, vale decir 0.40 - 0.60 m., y que se debió en su origen, a la existencia y uso del llamado martillo Stanley de 35,5 cm de largo, el cual hacía las funciones de metro para marcar la posición de cada pie derecho, de 2" de espesor, generando una distancia de 16" entre ejes.

Terminando los cimientos, que generalmente son de hormigón, se fija al sobrecimiento la primera pieza del armazón, la solera basal (2" x 4"), que determina en todo su recorrido, el nivel horizontal y el plomo vertical de la estructura. En la solera basal se apoyan, tanto los pie derechos, que pasan en forma continua por todos los pisos superiores, como el envigado de piso del nivel, clavando cada viga a la cara del pie derecho respectivo.

El envigado de los pisos superiores, incluso el de techumbre, se apoya en una pieza maestra de 1 1/2" x 3 1/2", que se inserta en caladuras previstas en el canto de los pie derechos, clavándose lateralmente a ellos en igual forma que en el primer nivel. Esta pieza maestra al recibir solicitaciones del envigado de piso en vanos, se transforma en dintel de 1 1/2" x 4 1/2" y si por razón de luces mayores, pasa a ser viga, ésta puede dimensionarse con una escuadría de

1. Construcción en madera tipo *balloon*. En WOODWARD, G. E., *Woodward's Country Homes*, Nueva York, 1869. Imagen reproducida en GIEDION, Siegfried, 1958, op. cit., p. 360.
2. Iglesia de Santa María, Chicago, 1833. Es la primera construcción en estructura tipo *balloon*. Demolida y reconstruida por tres veces durante su breve existencia. Imagen en GIEDION, Siegfried, 1958, op. cit., p. 360.

2" x 8", conservando si, en ambos casos, el calado primitivo en el pie derecho de no más de 1".

El sistema *balloon* que hemos descrito sucintamente, presenta así beneficios especiales frente a las construcciones o tipologías tradicionales en madera, y posibilita el uso masivo y proyección de este material más allá de las ventajas y cualidades propias de la madera como material de construcción.

Marca el inicio de los procesos de industrialización en madera: pre-corte, racionalización, prefabricación e industrialización y montaje en serie a pie de obra, todo lo cual posibilita el armado de la estructura final con mano de obra no especializada y en lugares apartados de los centros de explotación o elaboración de la materia prima, lo cual se ve facilitado por las características propias del material, como ser su reducido peso (500 kg/m<sup>3</sup>) en relación a su resistencia mecánica.

La utilización del clavo como único elemento de fijación entre las piezas estructurales y, posteriormente, del revestimiento, agiliza el proceso constructivo y reduce significativamente los costos, permitiendo, además, lo ya dicho en relación con el empleo de mano de obra no especializada.

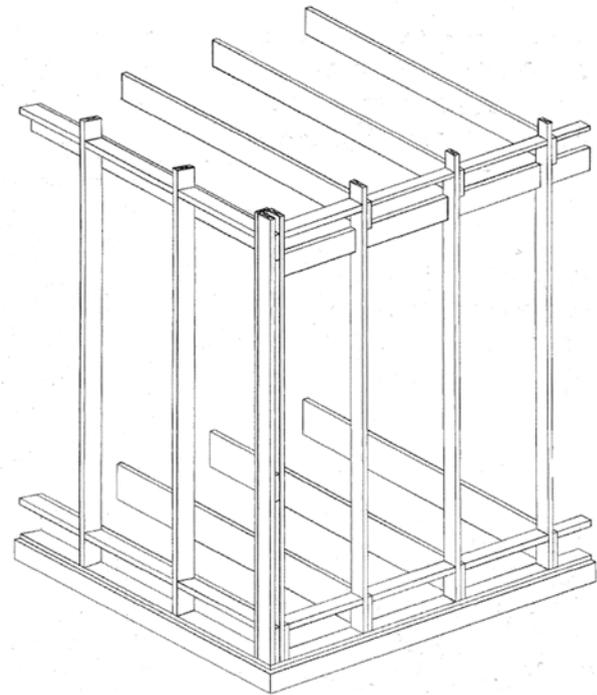
El hecho de que el sistema *balloon* se basa, fundamentalmente, en el uso de un tipo de escuadría para las piezas estructurales, aumenta enormemente el rendimiento de la madera como material, redundando una vez más en economía general, simplicidad de montaje o de armado y facilidad en la comprensión de la secuencia constructiva.

Junto con las ventajas técnico-constructivas ya mencionadas, de rapidez menor costo y construcción racionalizada, parece importante enfatizar que el sistema *balloon* genera estructuras más livianas, y rápidas que las tipologías que lo precedieron, posibilitando un armazón espacial flexible en uno, dos, o más pisos, con balcones o galerías como continuación natural de los envigados interiores, una expresión formal rica en proporciones y elementos de fachada, y un variado campo de aplicación, no sólo en construcciones habitacionales, sino también en edificios públicos y de servicios, sin que esto signifique o requiera cambios fundamentales en el sistema estructural básico.

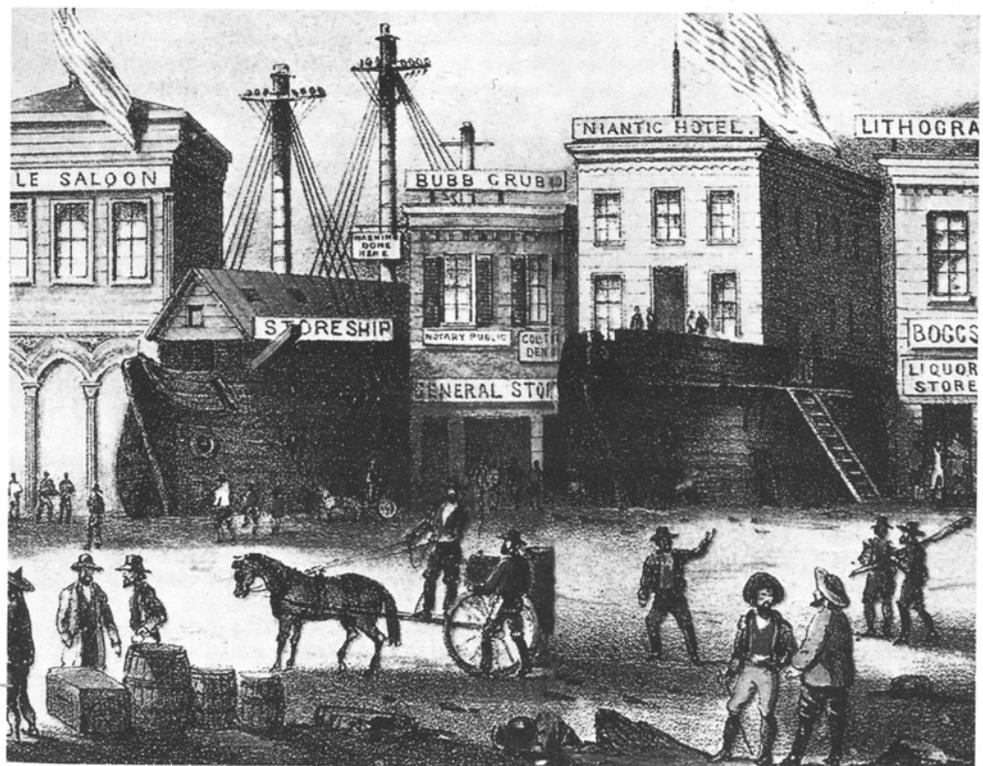
*"...Balloon Frame tiene importancia porque gracias a este sistema, los norteamericanos pudieron concretar técnicamente la tendencia precisa que debían seguir en cuanto a organización espacial.*

*La esterometría exacta de las casas coloniales de New England (Boston, por ej.) y de Virginia, contrasta con la elasticidad volumétrica de la gran masa de la Arquitectura Norteamericana. En este último caso, la planta baja es flexible, no está atada por formalismos compositivos, puede ser ampliada y reducida cada vez que las condiciones sociales y*

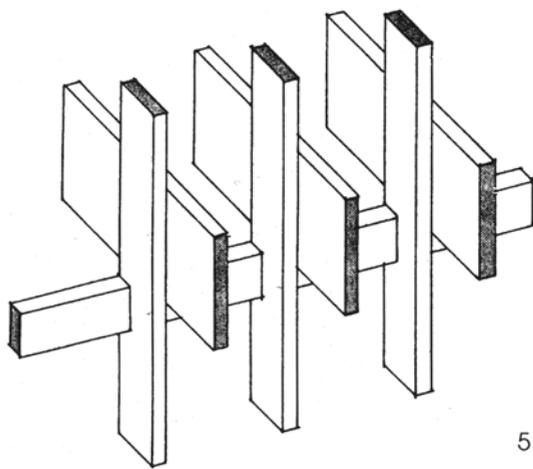
3. Sistema Constructivo *balloon*. Dibujo de Ernesto López.
4. Arquitectura en madera en San Francisco. El "Revival Gótico", en un *saloon* (iz.) de San Francisco, "la puerta de oro", desarrollado inmediatamente posterior al "Revival Griego" (1840-1880). Se aprecia la ventana de guillotina y la columna de madera de sección cuadrada. En la imagen se aprecia, además, el curioso efecto de los barcos encallados en San Francisco (el *Niantic*, convertido en Hotel, en la imagen), rodeados de caserones al construirse embarcaderos a todo lo largo de la costa, desde 1850, que pronto se llenaron con la tierra y rocas sacadas de las colinas. Dibujo en: LE BRIS, Michel, *La fiebre del Oro*, Aguilar Universal/Aventuras, 1989, p. 40-41, original color. Reproducción con fines culturales.



3



4



5

*económicas lo exijan. Las necesidades interiores rigen la Arquitectura”.*

#### **IMPLANTACION DEL BALLOON EN CHILE Iquique 1880 - 1910**

A partir de los albores del siglo XIX en que se inicia la incipiente elaboración del Salitre mediante el primitivo proceso de las “Paradas”, que consistía en la lixiviación del caliche en fondos calentados con leña de Tamarugo, pasando por el primer embarque de Salitre hacia Europa, en 1830, y hasta 1855, en que la exportación del Salitre salta a 45.000 toneladas gracias a un nuevo sistema de elaboración, el sistema Gamboni, Iquique crece y se desarrolla, llegando a los 2.000 habitantes, siendo declarado por Lima, Puerto Mayor, con lo cual ata su destino a la suerte que correrá la industria salitrera.

El terremoto y maremoto de 1868, y el incendio de 1875 que arrasa veinticinco manzanas, no detiene el acelerado crecimiento de Iquique que, en 1878, es elevado al rango de capital del Departamento de Moquegua, siendo ya un puerto cosmopolita con 21.200 habitantes y una producción salitrera de 320.000 toneladas.

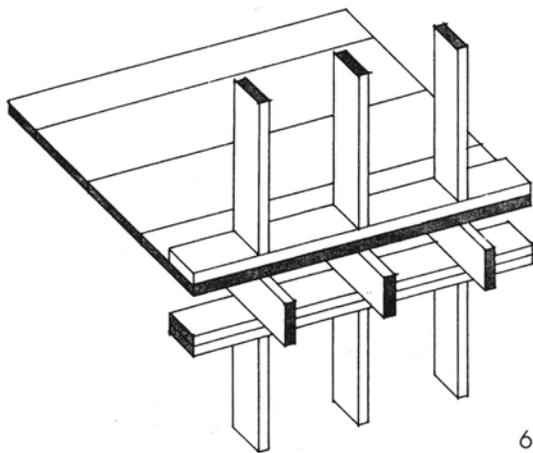
La ciudad tiene ya iglesias, hospitales, bancos, casas comerciales, postes de alumbrado público de kerosene y gas, ferrocarril salitrero inglés y clubes sociales, pero aún es, en general, una ciudad de calles estrechas, con poca gracia, en que el refinamiento y el estilo de las casas y de la vida aún no preocupa a una comunidad dedicada fundamentalmente a comprar y vender.

Algunos hechos significativos que suceden a partir del 23 de noviembre de 1879, en que las fuerzas chilenas toman posición de la ciudad, van determinando y orientando el cambio y la transformación de esta comunidad, tanto en sus construcciones como en su forma de vida.

Es así como las nuevas políticas del gobierno central chileno, que impulsan, fuerte y sostenidamente, a partir de 1880, la industria salitrera, alientan la participación de capitales foráneos, lo que se traduce en la organización de compañías salitreras, principalmente inglesas y alemanas con la consecuente llegada de extranjeros residentes a la ciudad, que introducen nuevas costumbres y requerimientos.

Por otra parte el incendio del 23 de octubre de 1880, que destruye treinta manzanas, arrasando el sector central, marca un hito para la organización urbana y la arquitectura de la ciudad, y así como en 1883, Francisco Valdés Vergara, jefe político y Comandante General de Armas de Tarapacá sanciona la reforma del reglamento de la ciudad que redactó la Junta Municipal, verdaderas ordenanzas, que en adelante, regirán el trazado de calles y la edificación de Iquique.

Estas medidas y normas abren el paso a la necesaria transformación de la ciudad, cambiando su rostro, ensanchando sus calles y permitiendo que éstas sean adornadas con una arquitectura adecuada al clima, liviana y con ribetes clásicos en sus calles residenciales, hasta



6

tal punto que, en 1896, Andrés Bellesort en su libro *La Jeune Amerique*, consigna sobre Iquique lo siguiente:

*“Las calles, muy espaciosas alcanzan la misma anchura que los bulevares de París, de modo que el fuego no puede comunicarse de frente a otro. Sus casas, casi todas de madera tienen aires de coquetería en los mejores barrios. Sus colores frescos halagan los ojos; sus balcones, veredas y sus pequeñas columnas le dan la apariencia de templos de Ópera”.*

La nueva forma de vida que se genera, requiere de un modelo y de un estilo para sus casas, el cual viene de norteamérica con el pino Oregón entregado con regularidad por los veleros que acuden a cargar salitre, y el *balloon frame* que posibilita el uso rápido, racional y libre de madera disponible, a menor costo y sin necesidad de arquitectos, ya que los manuales prácticos de construcción editados en EE.UU. y Europa con variadas ilustraciones, detalles y medidas, difundieron el sistema y las formas clásicas adaptadas a la madera y la exportan a los puertos de la costa tropical del Pacífico Sur y Australia.

Tanto el sistema constructivo como su expresión arquitectónica se implantan sin contrapeso, en reemplazo de modelos sin mayor interés que reflejan los comienzos de una aventura minera, dando respuesta al clima, a la disponibilidad o limitaciones, técnico constructivas existentes, y a los requerimientos de una vida social ya arraigada, enriqueciéndose con elementos propios, como la azotea cubierta o el mirador.

Este tipo de arquitectura en madera, creadora de la unidad urbana y del sello personal que aún perdura en algunas de las calles de Iquique, se consolidó, así en parte importante gracias a un sistema constructivo que aún continúa vigente y con proyecciones futuras.

#### **POSIBILIDADES ACTUALES Y FUTURAS DEL BALLOON FRAME**

Después de analizar las generalidades del sistema *balloon*, sus características específicas, a través de su descripción constructiva, y formular sus principales ventajas, surge paralelamente la interrogante sobre aspectos tan conocidos, como el riesgo de incendio, el ataque de insectos, o el comportamiento de la madera frente a los rigores del clima y sus efectos sobre este sistema constructivo en particular.

Las frecuentes y muy a menudo prejuiciadas críticas del grueso público sobre estos aspectos “negativos”, se centran siempre en el material mismo -la madera- y nunca sobre un determinado sistema, realmente probado en la práctica.

Lo que se dice pragmáticamente es que la madera se quema, se descompone y se pudre, lo que se argumenta científicamente es que estas acciones destructivas que afectan a la madera son contrarrestadas, en primer lugar, con el

dominio cabal que debe tener el proyectista del diseño constructivo en madera, en segundo lugar, debe especificarse con especial responsabilidad, los materiales de revestimiento interior paredes y cielo raso, y anular la carga combustible que representan todos los objetos y utensilios (plásticos y textiles) propios de un espacio habitable, y que, desde luego, son de características pirógenas mucho más riesgosas que la madera misma.

Por último, la industria química ha ido desarrollando paulatinamente, productos específicos para proteger la madera contra fuego e insectos; estos recubrimientos (barnices - pintura y otros) y las sales que se emplean en los métodos de impregnación, son cada vez más eficientes y económicos, pero sobre todo, las materias primas utilizadas no son tóxicas y, por lo tanto, son perfectamente saludables para el hábitat del hombre y respetuosas con el equilibrio ecológico de nuestro entorno.

Actualmente hemos observado que en la zona típica de Iquique, hay intervención en las fachadas, para efectos de reemplazar la pintura -que era un elemento clásico de la expresión formal y estética de esta arquitectura- por recubrimientos basándose en barnices, con el agravante que, para aplicar el barniz, se están retirando perfiles y molduras decorativas propias del estilo clásico que imperó en la ciudad.

Cabe destacar que el barniz que se está aplicando sufrirá resquebrajamiento y cambios químicos con la acción del sol, que no garantizan la permanencia en el tiempo de esta protección, haciendo su mantención más cara, si efectivamente se hiciera. Por lo demás, una aplicación correcta de barniz sobre pino Oregón, por ejemplo, es un proceso largo continuo y muy específico, que requiere obreros especializados.

Contemplando el desarrollo tecnológico de las construcciones en base de entramados, que se han ido gestando en las más diversas regiones geográficas del mundo, se constata que el sistema *balloon* y sus derivados, mantiene su vigencia en estos casi 170 años de aplicación en las edificaciones de mediana envergadura, pero sobre todo en las viviendas.

En los países de habla inglesa se impulsan acciones tendientes a mejorar cada vez más, los detalles constructivos, principalmente en cuanto a sus uniones ya que la disponibilidad de una amplia gama de conectores de acero galvanizado, facilita la solución de cualquier nudo constructivo, sin prescindir del clavo como el elemento de fijación final.

De igual modo, los sistemas generales de entramados se optimizan estructuralmente, a partir del invento e industrialización del contrachapado hecho en Alemania en 1885 y que, finalmente, también empieza a fabricarse en EE.UU. a partir de 1901. Desde luego las investigaciones relativas al contrachapado, aceleraron su uso y la aplicación del principio *Stressed-Skin*, es decir del concepto de diafragma; con esto, las paredes del edificio ya no requerían las riostras tradicionales, por cuanto



el arriostamiento general se lograba con el revestimiento de la placa contrachapada, que trabaja en la resistencia a la compresión y tracción, con altas tasas admisibles

Junto con el mejoramiento de procesos de racionalización, los adhesivos como parte importante en la fabricación del contrachapado, también muestran una evolución de sus propiedades cualitativas; desde la caseína hasta los actuales adhesivos epóxicos hay un largo camino de experiencias.

El sistema *balloon* es una obra maestra de simplicidad constructiva, en comparación con cualquier otro sistema de entramado en madera. Su acabada tipología estructural y constructiva, entrega al diseño arquitectónico la más amplia libertad para configurar una morfología arquitectónica en perfecta armonía con el espíritu del lugar (*Genius Loci*) en que se ubica, siguiendo de esta forma la tradición de las construcciones en madera de nuestros antepasados.

Que importante sería decir, al igual que Mies van der Rohe en relación con nuestra arquitectura en madera:

*"Qué sensibilidad por el material, y qué poder de expresión, nos entregan estas construcciones. De ellas emanan un agradable calor y una gran belleza. Estos edificios resuenan como cantos antiguos..."* ■

#### REFERENCIAS

##### Bibliografía:

- GÖTZ-HOOR-MÖHLER-NATERRER, *HolzbaufAtlas*, 1ª Edición, München, Editorial: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH., 1978, pp. 180, 187.
- NORBERG-SCHULTZ, Christian, *Genius Loci*, 1ª Edición, Stuttgart, Editorial Klett-Cotta, 1982, pp. 18-22, ISBN 3-608-76157-8.
- GIEDION, Siegfried, *Espacio, Tiempo y Arquitectura*, 2ª Edición, Barcelona, Editorial Haeopli S.L. Barcelona, 1958, pp. 360-369.
- MONTANDON, Roberto, "Una ciudad singular: Iquique", en: Suplemento Literario, Artístico y Científico de *El Mercurio*, 5 de junio de 1977.
- ZEVÍ, Bruno, *Historia de la Arquitectura Moderna*, EMECE Editores S.A., Buenos Aires, Argentina, 1954, 800 págs. ilustradas.

5. Sistema *balloon*. En la construcción *balloon*, los pies derechos pasan por todos los pisos en forma continua; la viga maestra continua, se inserta y se clava en caladuras previstas en los pies derechos. Las vigas secundarias que forman el entrepiso se apoyan en la viga maestra, clavándose lateralmente a los pies derechos.
6. En las construcciones *platform*, los diafragmas de los muros tienen la altura normal de un piso. Sobre la solera superior del diafragma se clava una pieza estructural (solera o dintel), la que recibe las vigas del Iquique. Foto: Oscar Ortega S. entrepiso. Finalmente, un entablado total -clavado sobre las vigas del entrepiso- configura una plataforma, la que constituye la superficie de trabajo para los pisos siguientes.
7. Práctica actual de raspado de la pintura en casas tradicionales de Iquique. Foto: Oscar Ortega S.