

# Análisis de vigencia del sistema constructivo LAD-MA para la autoconstrucción asistida de viviendas progresivas

## *Study of the validity of the constructive system LAD-MA for the self-help housing of incremental housing*

Rodolfo Jiménez (\*)

### RESUMEN

Desde mediados de los años 80 y hasta principios de los años 90 del siglo XX, diversas ONG que trabajaban en la problemática de la vivienda para los sectores más vulnerables de la sociedad en Chile, exploraron diferentes alternativas para ofrecer soluciones habitacionales en un contexto de dictadura política y de un Estado con baja capacidad de respuesta. Entre las ONG de la época, destaca el Centro Urbano de Asistencia Técnica, Taller Norte. El presente artículo forma parte de una investigación que rescata la experiencia tecnológica del diseño del sistema constructivo LAD-MA concebido para ser usado en programas de autoconstrucción con ayuda mutua. Este trabajo analiza cómo las condiciones del contexto social económico y político de la época determinaron su diseño y busca establecer si el sistema mantiene vigencia en las actuales condiciones sociales económicas y políticas del país.

**Palabras clave:** *Construcción de viviendas; prefabricación; vivienda social; auto construcción asistida de vivienda.*

### ABSTRACT

*Since the mid-1980s and until the early '90s of the twentieth century, various NGOs working on the housing problem for the most vulnerable segments of society in Chile explored different alternatives to offer practical solutions in a context of political dictatorship and a State with low response capacity. Among the NGOs of the time, «Taller Norte» Technical Assistance Center stands out. This article is part of an investigation that retrieves the technological experience of the LAD-MA construction system design, created to be used in mutual self-help programs. The study analyzes the effect that the economic and political social context of the time had over the system design, seeking to establish the validity of the construction system in the current social economic and political conditions.*

**Keywords:** *Construction of houses, prefabrication, social housing, mutual self-help housing.*

(\*) Académico de Universidad. Profesor Asociado Escuela de Arquitectura. Universidad de Santiago de Chile (Chile).

Persona de contacto/Corresponding author: [rodolfo.jimenez@usach.cl](mailto:rodolfo.jimenez@usach.cl) (R. Jiménez).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4136-2828> (R. Jiménez).

---

**Cómo citar este artículo/Citation:** Jiménez, Rodolfo (2020). Análisis de vigencia del sistema constructivo LAD-MA para la autoconstrucción asistida de viviendas progresivas. *Informes de la Construcción*, 72(560): e367. <https://doi.org/10.3989/ic.73728>.

**Copyright:** © 2020 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 24/07/2019  
Aceptado/Accepted: 10/03/2020  
Publicado on-line/Published on-line: 18/12/2020

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación aborda el caso del sistema constructivo LAD-MA concebido en 1989 en la ONG Centro Urbano de Asistencia Técnica Taller Norte para el programa de autoconstrucción asistida de viviendas progresivas «Construyendo Juntos» (1), en los barrios populares de Peñalolén Alto y Lo Hermida en la comuna de Peñalolén en Santiago de Chile<sup>1</sup> (2). Son analizados sus aspectos funcional, tecnológico y económico conforme a la «Propuesta de Evaluación de Sistemas Constructivos» de Monjo (3) para determinar su actual utilidad técnica y social.

La problemática de la producción del hábitat popular tiene tanta vigencia hoy como en el año 1990 cuando se construyeron viviendas de LAD-MA. Las diferencias radican en que en 2017 el país ya tenía un ingreso per cápita de US\$ 21.346,4, seis veces más alto que el de 1990 que alcanzaba a US\$ 2.500,65 (4) y han ocurrido importantes cambios en la política pública de vivienda. A comienzos de los 90 Chile recién salía de una dictadura que había transformado el enfoque y el rol del Estado instalando un modelo neoliberal que redujo drásticamente el gasto público y otorgó al mercado un lugar que antes el Estado había tenido para sí. La vivienda social más que un derecho devino en un bien al que se accede mediante el ahorro y el crédito. (5). Bajo el lema «Chile país de propietarios» el gobierno militar se propuso reducir el déficit habitacional, -que según Joan MacDonald alcanzaba en 1982 las 820.959 unidades de vivienda (6)- mediante una política de subsidios habitacionales orientados principalmente a los grupos con una cierta capacidad de ahorro, quedando fuera del apoyo estatal los segmentos más marginados de la sociedad.

En ese contexto, el Centro Urbano de Asistencia Técnica «Taller Norte», ONG trabajó desde el año 1983 hasta el año 1993 sobre problemas del hábitat popular urbano, el desarrollo de tecnologías constructivas y de mecanismos de acción y de participación de los habitantes de barrios populares, contribuyendo a que éstos protagonizaran con autonomía el mejoramiento de sus condiciones de vida y, en general, los procesos de democratización y cambio social del país en los años finales de la dictadura militar.

La ONG en conjunto con la organización vecinal promovió la creación de los comités «Construyendo Juntos» (7) como una forma socialmente organizada de abordar los problemas de carencia habitacional de familias de Peñalolén Alto y Lo Hermida en la comuna de Peñalolén. Esta propuesta de construcción de vivienda tenía como base la articulación de tres principios fundamentales:

1. De organización y gestión popular, bajo el principio de la ayuda mutua.
2. De organización social para la obtención y administración de recursos financieros y de asistencia técnica, fueran del Estado o de otra institución.
3. De innovación tecnológica y económica, basado en un sistema alternativo de bajo costo que considera la posibilidad del crecimiento progresivo posterior de la vivienda.

Sobre esos principios se desarrollaron diversas experiencias de mejoramiento habitacional y tecnológicas para la cons-

trucción de viviendas. Inicialmente se trabajó en base a una tabiquería de madera y barro. Aunque esta solución ayudó a resolver el problema de la falta de vivienda de numerosos participantes del programa (2) (8), no tuvo una masiva aceptabilidad entre los habitantes del barrio por cuanto muchos la asociaban con viviendas precarias y pobres de su infancia en el mundo rural. Hacia fines de los años 80 en las postrimerías de la dictadura, Taller Norte desarrolló el sistema LAD-MA, una alternativa constructiva que incluía ladrillos de arcilla cocida en los muros, material ampliamente aceptado por la comunidad. No contamos con datos fidedignos sobre la cantidad total de viviendas experimentales construidas con este sistema, pero según estimaciones de uno de los técnicos que participó de la experiencia serían alrededor de dieciocho casos, de los cuales solamente fue posible documentar seis que se ubican en la calle Río Lauca de Peñalolén Alto. Han pasado 28 años desde esta experiencia y nos preguntamos si aquel sistema constructivo es solamente arqueología constructiva o tiene vigencia total o parcial.

## 2. METODOLOGÍA

La investigación se centró en el sistema constructivo LAD-MA, en sus fundamentos sociales, económicos y culturales y en los propiamente técnicos. La primera parte de la investigación consistió en reconstruir y procesar la documentación disponible en antiguos archivos y fichas relativos al sistema y al proceso constructivo y organizativo que llevó a cabo Taller Norte, hasta que dejó de funcionar el año 1993. Estas propuestas fueron analizadas a la luz de las políticas y programas de vivienda y normativa vigente en la actualidad. Posteriormente, en seis de las viviendas construidas con el Sistema LAD-MA en la calle Río Lauca de la Comuna de Peñalolén, se realizó un levantamiento de planos y de fotografías de su configuración actual, y análisis del estado de conservación y de las transformaciones que han tenido en los últimos 28 años. En cuatro de las viviendas estudiadas se instalaron estaciones meteorológicas domiciliarias «Neta-dmo» que durante un año han estado arrojando información por Internet sobre temperatura, humedad, ruido y CO<sub>2</sub> al interior y exterior de las viviendas, cuyos resultados se analizan in extenso en otra parte de la investigación. Ello ha permitido hasta la fecha formular nuevas interrogantes sobre la relación de los resultados observados con el sistema constructivo, con la situación arquitectónica original de las viviendas y sus transformaciones y, particularmente, con las formas de uso y los modos de calefacción y ventilación. La evaluación del estado de conservación de las viviendas fue ocular, teniendo como foco de atención principal el estado de las maderas por ser el elemento más sensible a daño por condiciones ambientales y ataques biológicos. Esto se apoyó con un cuestionario a las familias respecto de: la manutención que habían realizado a los muros y pilares, hábitos de calefacción y opciones que tomaron al momento de ampliar sus viviendas.

Para hacer el análisis del sistema constructivo se recurrió a la propuesta de Evaluación de Sistemas Constructivos de Juan Monjo Carrió, (3) por considerarse que otorga una estructura analítica vigente y adecuada a nuestro problema. El autor plantea que seleccionar un sistema constructivo requiere de

<sup>1</sup> Este programa recibió el Premio Internacional LIGURIA 1988, otorgado por el Centro Internacional para el Desarrollo de los Pueblos. Génova-Italia.

su evaluación, ponderando sus posibilidades arquitectónicas sin reducirlas a meros atributos formales. Para esto propone abordar tres aspectos, lo funcional, lo formal y lo tecnológico considerando para el análisis de cada uno de ellos un conjunto de variables. Hemos asumido también la definición del mencionado autor de «sistema constructivo» como un «conjunto de materiales, elementos y unidades constructivas relacionadas coordinadas entre sí por leyes físicas y geométricas, con el objetivo final de construir un edificio o parte de él». Estos aspectos permitirán controlar todas las fases de un proyecto desde su diseño hasta la construcción.

De acuerdo con las definiciones de Monjo podemos caracterizar el sistema LAD-MA como un sistema parcial o subsistema que tiene por objeto resolver una parte constructiva del edificio, que en nuestro caso corresponde al subsistema de muros portantes compuestos por una estructura de madera con un cuerpo de losetas de ladrillo prefabricada en taller y vigas de fundación prefabricadas a pie de obra. En ese mismo marco de definiciones, el LAD-MA corresponde a un sistema abierto por cuanto permite la incorporación de múltiples elementos producidos en el mercado.

### 3. ANTECEDENTES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

LAD-MA es un sistema constructivo que fue concebido para ser usado en uno de los programas de vivienda impulsados por Taller Norte, a fines de los años 80 durante la dictadura militar. Tuvo su origen en dos variables, una de carácter socio-cultural, y otra de tipo técnico. La variable socio-cultural refiere a la idea arraigada en los sectores populares de muchas regiones del país, de que la vivienda es digna y definitiva sólo si es de «material», para señalar su solidez. La situación cultural del usuario lo hace preferir lo «sólido», la vivienda «de material», términos con que se nombran las albañilerías y el concreto armado. «La costumbre es golpear las murallas para ver si son huecas, aceptando solo lo monolítico, pesado y rígido, en base a materiales pétreos» (9). La vivienda sólida se alejaría también del imaginario de la vivienda pobre, rural, de material ligero y perecible.

Por otra parte, el sistema debía facilitar la participación de usuarios sin experiencia –mayoritariamente mujeres-, como mano de obra en el proceso constructivo mediante la ayuda mutua y autoconstrucción; en esa época era muy frecuente que fueran las mujeres quienes tomaban iniciativa para resolver las necesidades de la familia. El trabajo de mujeres se facilitaba con la realización de faenas en un taller y a pie de obra con apoyo de monitores. La variable técnica refería a la necesidad de contar con un sistema constructivo económico, de fácil ejecución, que garantizara estabilidad estructural.

El sistema fue diseñado para realizarse en etapas de desarrollo progresivo. Una primera parte realizada por las mismas familias con apoyo técnico y financiero de la ONG, y la segunda por mejoras y nuevas partidas de diversa envergadura, definidas según los recursos económicos y materiales que cada familia tuviera. (1). La primera etapa consistía en una obra gruesa habitable que podía ser mejorada. Estas mejoras consistían principalmente en revoque de mortero sobre

los paneles de ladrillo, pinturas y barnices para proteger las maderas y placas de madera o yeso cartón y aislantes en el segundo piso de madera, y las ampliaciones que requiriera cada familia.

En definitiva, se buscaba interpretar algunas de las aspiraciones sentidas por los usuarios con una alternativa de bajo costo, segura, de fácil ejecución, con materiales locales aceptados y conocidos por la gente y procedimientos que permitieran construir con participación del usuario y desarrollo progresivo.

### 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema LAD-MA consiste un conjunto de 4 paneles de muro típicos, (figuras 1, 2, 3 y 4) que se pueden organizar de acuerdo con el proyecto de arquitectura. Los muros soportantes se componen de un entramado estructural de pies derechos y soleras superiores de madera de pino sin tratar de 2x4», arriostrados con diagonales de pino de 1x4», que actúan solidariamente con un cuerpo de losetas prefabricada hechas con 'ladrillo fiscal'<sup>2</sup>. Las losetas de ladrillo se fijan a la estructura de madera y entre sí mediante mortero de cemento de 400 kg/c/m<sup>3</sup> y con una armadura horizontal para el esfuerzo de corte de fierro redondo liso de 6 mm, fijada mediante doblez y grampas en uno de sus extremos de panel de muro, tensada y fijada en el otro extremo con tuercas con golillas. Para su fijación a las fundaciones se usó una barra de acero estriado de 8 mm en cada extremo del panel de muro sujetado en la parte superior con grampas (figura 1).

En obra se hacen los dados de fundación directamente sobre una excavación y sin moldes. Las vigas de fundación son prefabricadas a pie de obra usando moldes que contienen guías para ubicar los anclajes de fe de 8mm del pie derechos centrales. Las vigas de fundación se montan sobre los dados de fundación perfectamente nivelados en su cara superior. Sobre la estructura de LAD-MA se dispone un entramado de piso de madera, para habilitar un segundo piso, que se soluciona totalmente con una estructura de madera tradicional que en muchos casos provenía del reciclaje de la vivienda precaria (figura 4).

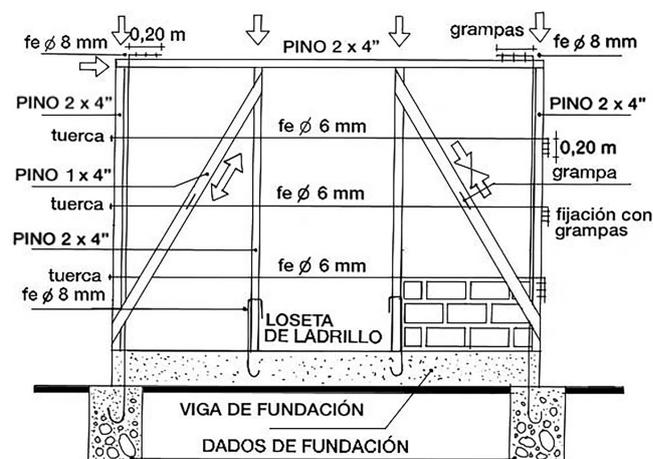


Figura 1. Esquema de panel de muro LAD-MA.

<sup>2</sup> El 'ladrillo fiscal' es un bloque artesanal de arcilla cocida de 28.5x14x7 cm. Profusamente usado en la construcción de viviendas y otras edificaciones en Chile.

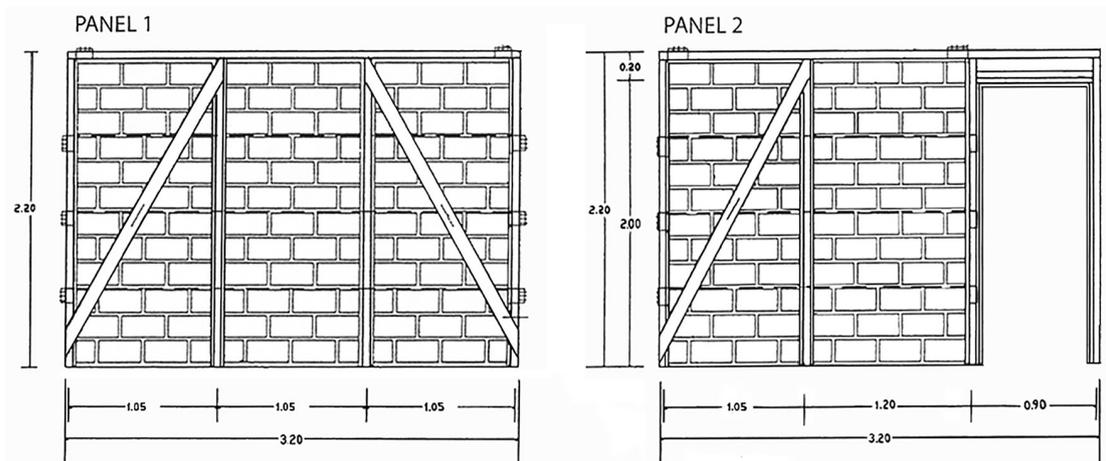


Figura 2. Paneles de muro LAD-MA 1 Y 2.

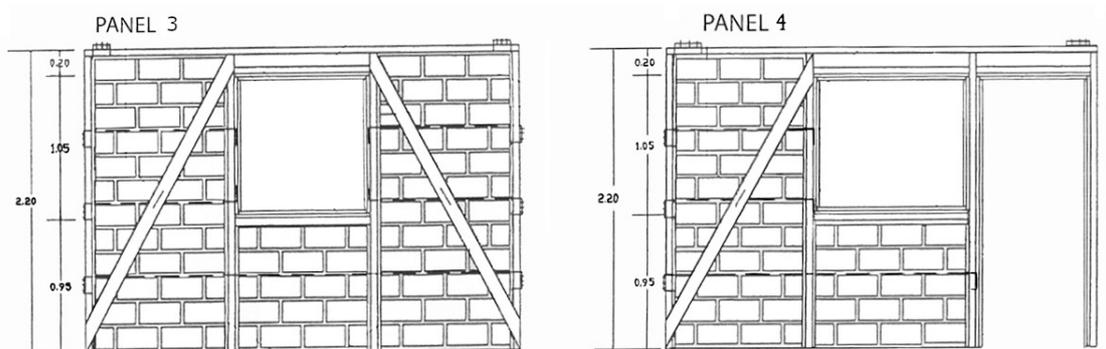


Figura 3. Paneles de muro LAD-MA 3 Y 4.

Cada uno de los cuatro paneles de muro típicos se conforma con pie derechos de madera y losetas de ladrillo. Para posibilitar alternativas arquitectónicas existe un panel de muro lleno, un panel de muro con ventana centrada, un panel de muro con ventana y un panel de muro con puerta y ventana. Siguiendo esta misma modulación de paneles, se introdujeron algunas variantes para recintos como baños y cocinas donde se modificaron las alturas de antepechos.

El sistema considera dos tipos de losetas de ladrillo prefabricadas de 0,975 m de ancho por 0,50 m de alto que alternan la ubicación de ladrillos para facilitar su trabazón y un tipo único de loseta de 1,125 m de ancho por 0,50 m de alto.

#### 4.1. Características estructurales del sistema

El sistema constructivo LAD-MA tiene una estructura de tipo mixta donde se combinan las propiedades estructurales de la madera y del ladrillo:

1. La madera absorbe de manera principal las cargas verticales y colabora de modo secundario con el arrioste mediante las diagonales fijadas a los pies derechos y a las losetas de ladrillo.
2. El relleno de losetas de ladrillo toma los esfuerzos de corte y colabora en la repartición de cargas verticales.
3. La enfierradura amarra todo el sistema permitiendo el trabajo integrado de la madera y las losetas de ladrillo,

reforzando la albañilería y uniéndola con la estructura de madera y hormigón.

4. El estuco como terminación de a lo menos una de sus caras mejora considerablemente el panel homogenizando los planos en forma de placas (1).

Módulos de paneles de muro compuestos de estructura de madera y cuerpo de losetas de ladrillo del sistema constructivo LAD-MA fueron sometidos a ensayos de viga de sobre cimiento de hormigón armado (10) y a ensayos de carga vertical y horizontal (11) (12), siendo certificados para ser utilizado en construcciones destinadas a vivienda progresiva de hasta dos pisos por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (13).

Las cargas de diseño, métodos de cálculo y características de los materiales, fueron los especificados en las normas chilenas: N.Ch. 1537 cargas permanentes y cargas de uso; N.Ch. 431 construcción y sobre carga nieve; N.Ch. 432 cálculo de la acción del viento y N.Ch. 433 cálculo antisísmico de edificios. Los valores obtenidos en estas experiencias fueron superiores a los valores estimados en el cálculo estructural (14)

El sistema LAD-MA se diseñó para viviendas de dos plantas (figura 4). En el primer piso con el sistema LAD-MA, segundo con construcción de madera tradicional. A comienzos de los años '90 se realizaron viviendas con esta tecnología en varias comunas de la Región Metropolitana de Santiago de Chile<sup>3</sup>,

<sup>3</sup> En esta etapa de la investigación no fue posible encontrar documentación sobre la cantidad de viviendas construidas con el sistema LAD-MA

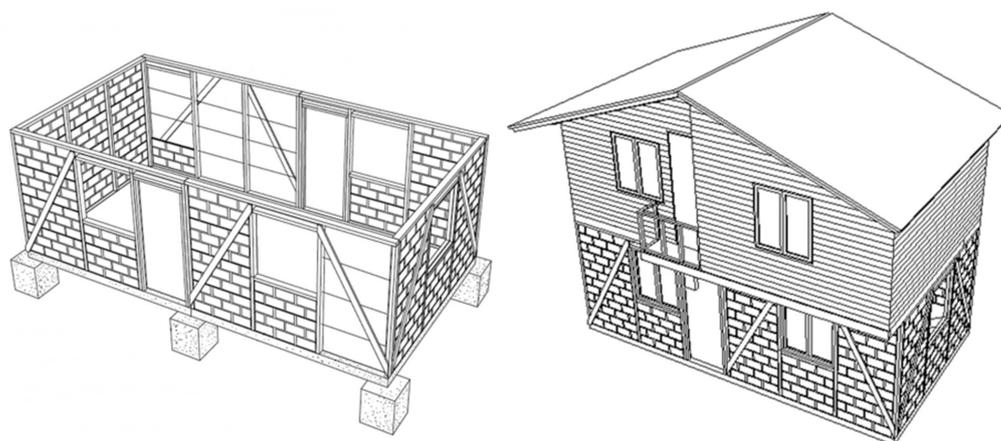


Figura 4. Isométrica de construcción tipo y casa tipo con madera en 2° piso.

en el marco de un proyecto de densificación de lotes para acoger a dos familias en un mismo terreno.

#### 4.2. Imágenes de proceso constructivo de una vivienda

Imágenes significativas de la secuencia constructiva de las viviendas realizadas con sistema LAD-MA (figuras 5, 6 y 7).

### 5. ANÁLISIS DEL SISTEMA LAD-MA

A continuación, se muestran los cuadros y las categorías de análisis según la propuesta para la Evaluación de Sistemas Constructivos de Monjo (3).

#### 5.1. Análisis de Condicionantes Funcionales del sistema LAD-MA

Las condicionantes funcionales son aquellas que aseguran: Integridad; seguridad; adecuación confort ambiental y composición formal.

- Integridad frente a acciones mecánicas, acciones climáticas y acciones de agentes biológicos.

- Seguridad frente a acciones humana directas e indirectas como la contaminación y el fuego.
- Adecuación al uso y procedimientos constructivos donde consideramos la progresividad y la autoconstrucción.
- Confort ambiental: higrotérmico, higiénico, acústico y visual.
- Composición: geométrica y de color como la posibilidad arquitectónica del sistema para otorgar posibilidades de diseño.

Al analizar el sistema LAD-MA bajo los criterios antes señalados, se observa que la posibilidad de obtención y adecuación a las condicionantes se encuentra en la mayoría de las variables en un rango medio. Respecto de ataques biológicos (termitas) tiene una baja integración si no se usan maderas tratadas como fue en el caso estudiado. También están en el rango bajo la seguridad ante el fuego por usarse en estructuras maderas con escuadrías de pequeñas dimensiones. La adecuación ante el uso es baja ya que requiere de mantenencias que los usuarios no siempre realizan. No obstante lo señalado, el sistema LAD-MA al ser concebido para una obra gruesa habitable fue, en la mayoría de los casos estudiados, mejorado con acciones de los usuarios en varias de las condicionantes iniciales. En cuanto a las condicionantes de confort ambiental, cabe mencionar que el



Figura 5. Prefabricación de paneles de muro en madera en taller y prefabricación de losetas de ladrillo en del patio taller.



Figura 6. Proceso de montaje de muro LAD-MA.



Figura 7. Vivienda en 1990 y vivienda en su estado actual en 2018.

sistema LAD-MA cumple con transmitancias térmicas que podrían considerarse «altas» desde el punto de vista normativo, aproximadamente 3.23 W/m<sup>2</sup>K de valor de transmitancia para muros, lo que significa que el sistema es adecuado para zonas al norte del país, pero no cumple con la actual reglamentación térmica para la zona central y sur del país. Por lo anterior se ha considerado una obtención media. No obstante, el sistema permite ser readecuado mediante la incorporación de materiales aislantes, preferentemente instalados en el exterior de los muros. Respecto del comportamiento acústico, el sistema no cumple con la norma que exige un mínimo de 45 db (A) aunque también puede ser mejorado su desempeño. (ver tabla 1).

La adecuación socioeconómica es de rango medio y difícilmente podría ser superada ya que el sistema no responde a estándares socioeconómicos altos ni medios. Su adecuación constructiva es media, favorece la autoconstrucción asistida, aunque no resultó ser adecuada a la construcción progresiva ya que las familias al ampliar sus viviendas sin asistencia no lo hicieron con este sistema. La geometría de sus paneles ofrece posibilidades de adecuación arquitectónica en los aspectos visuales, geométricos y de color y están en rango alto (ver tabla 1).

Tabla 1. Análisis de Condicionantes Funcionales del sistema LAD-MA.

Alto ● Medio ■ Bajo ▲

CONDICIONANTE	POSIBILIDAD DE OBTENCIÓN	ADECUACIÓN A LA SITUACIÓN						
		GEOGRÁFICO-CLIMÁTICA			SOCIO-ECONÓMICA			
		ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA	
INTEGRIDAD ANTE	ACCIONES MECÁNICAS		■			■		■
	ACCIONES CLIMÁTICAS	AGUA		■			■	
		SOL		■			■	
		VIENTO		■			■	
	ANIMALES Y PLANTAS			▲		■		
SEGURIDAD ANTE	ACCIONES HUMANAS DIRECTAS		■			■		■
	ACCIONES INDIRECTAS	CONTAMINACIÓN		■			■	
		FUEGO		■			▲	
ADECUACIÓN	DE USO		■			▲		■
	CONSTRUCTIVA	CONSTRUCCIÓN PROGRESIVA		■			■	
		AUTOCONSTRUCCIÓN		■			■	
CONFORT AMBIENTAL	HIGROTÉRMICO		■			■		■
	ACÚSTICO			■		■		■
	VISUAL	●				■		■
COMPOSICIÓN	GEOMÉTRICA	●				■		■
	COLOR	●				■		■

## 5.2. Análisis de las Condicionantes Constructivas del Sistema LAD-MA

Las condicionantes constructivas del sistema están referidas a tres fases del proceso; la de fabricación de los componentes, la de transporte a obra y el montaje in situ y se puede considerar una cuarta fase del proceso que condiciona la vida útil de la construcción: la de mantenimiento. Las condicionantes de materiales, fabricación, transporte, montaje y mantenimiento, se cruzan con la posibilidad de obtención, la aceptación por los usuarios, el control de calidad y el mantenimiento requerido del edificio en cuestión.

En el sistema LAD-MA los materiales, tanto la madera, el ladrillo y el acero empleado son de fácil obtención tienen una alta aceptación por parte de los usuarios, con controles de calidad adecuados. El cuidado sin embargo requiere de una atención importante por parte de los usuarios con una posibilidad de mantención de rango medio y baja posibilidad de continuidad. Fabricación, transporte y montaje se ubican también en un rango alto en posibilidad, aceptación y control de calidad, siendo el mantenimiento el aspecto más crítico del sistema en sus condicionantes constructivos (ver tabla 2).

**Tabla 2.** Análisis de los Condicionantes Constructivos del Sistema LAD-MA.

CONDICIONANTE	POSIBILIDAD			ACEPTACIÓN			CONTROL DE CALIDAD			CONTINUIDAD		
	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA
MATERIALES	●			●			●					■
FABRICACIÓN	●			●			●					■
TRANSPORTE	●			●			●					■
MONTAJE	●			●			●					■
MANTENIMIENTO		■		●			●					▲

Alto ● Medio ■ Bajo ▲

## 5.3. Análisis de Perfil Tecnológico del Sistema LAD-MA

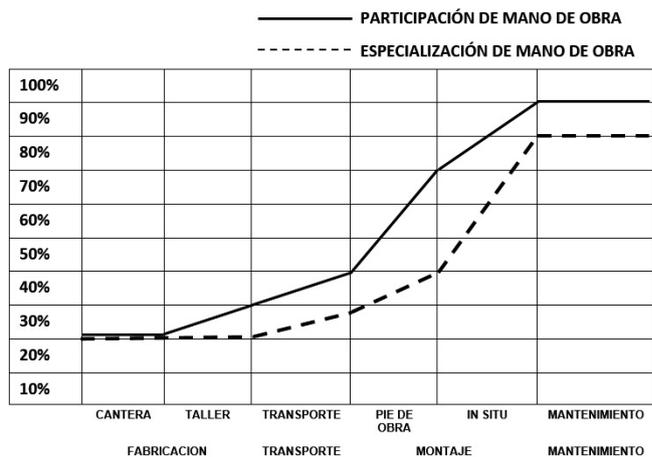
La evaluación del perfil tecnológico analiza la incidencia de la mano de obra en el sistema constructivo, teniendo como contraste el nivel de mecanización o industrialización y por tanto su nivel tecnológico, considerando la incidencia económica de la mano de obra.

Las materias primas del sistema constructivo LAD-MA provenían de comercios cercanos, eran transportadas hacia el taller de prefabricación por los propios proveedores.

El sistema LAD-MA fue diseñado para ser intensivo en mano de obra no especializada. Usa tres componentes constructivos principales: las vigas de fundación, paneles de muro de madera y losetas de ladrillo. Las vigas de fundación se moldean y montan in situ para evitar transporte y permitir que se ejecuten con mano de obra no especializada bajo supervisión de monitores; los paneles de muro de madera y la prefabricación de losetas de ladrillo se realizaba en un taller con mano de obra no especializada y también bajo supervisión de monitores para ser transportadas hasta las obras, las cuales estaban dispersas dentro de un barrio.

La construcción de una vivienda con sistema LAD-MA es intensiva en participación de mano de obra, la cual alcanza alrededor de un 90%. El porcentaje de mano de obra sin o con baja especialización es de alrededor de un 80% y correspondía principalmente a mujeres. (ver tabla 3).

**Tabla 3.** Análisis de Perfil Tecnológico del Sistema LAD-MA.



## 5.4. Análisis de subsistemas del Sistema LAD-MA

El sistema LAD-MA se descompone en subsistemas que podrían eventualmente usarse por separado. Las vigas de fundación podrían ser soporte de otro sistema constructivo, los paneles de muro de madera podrían contener otro elemento de relleno distinto de las losetas de ladrillo. En ese sentido es un sistema constructivo abierto que permite y requiere de la incorporación de otros elementos ajenos al mismo, producidos en el mercado.

La mayor parte de los subsistemas de una vivienda construida con LAD-MA se incorporan en obra y son ajenos al sistema. Recordemos que la vivienda tipo propuesta consideraba un primer piso en LAD-MA y un segundo piso en madera que en muchos casos provenía parcialmente del reciclaje de la vivienda precaria.

Como se ha dicho, el sistema fue diseñado para ser una «obra gruesa habitable» completada por los mismos usuarios en un proceso progresivo de mejoramiento. Su objetivo primero era otorgar una envolvente estructural, vertical y horizontal que permitiera alojar en su segundo piso una versión mejorada de la vivienda precaria en que vivían las familias. Los muros del Sistema LAD-MA resuelven los elementos estructurales verticales que en este caso coinciden con el cerramiento de fachada (ver tabla 4).

## 5.5. Análisis de condiciones económicas del Sistema LAD-MA

Las condiciones económicas en que se usó el sistema LAD-MA eran las de un país con un ingreso per cápita al año 1990

**Tabla 4.** Análisis de subsistemas del Sistema LAD-MA.

FACTORES ECONÓMICOS BÁSICOS	ADECUACIÓN A CIRCUNSTANCIAS ECONÓMICAS LOCALES											
	POLÍTICO-ECONOM. (Planificación)			SOCIO-ECONOM. (Poder Adquisitivo)			TECNOLÓGICAS (Nivel Industrial)			CULTURALES (Nivel de exigencia)		
	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA
COSTE	MATERIALES	●			●			●			●	
	TRANSPORTE	●			●			●			●	
	MANO DE OBRA	●			●			●			●	
TIEMPO	DE FABRICACIÓN	●			●			●			●	
	DE EJECUCIÓN	●			●			●			●	
CALIDAD	FUNCIONAL	●			●			●			●	
	MATERIAL	●			●			●			●	

Alto ● Medio ■ Bajo ▲

de U\$ 2.500, diez veces más bajo que el del año 2018 que alcanza aproximadamente a los U\$25.000 según el FMI. Es en esas condiciones, de altos índices de pobreza, que el sistema tenía una alta adecuación a la situación socioeconómica, tecnológica y al nivel industrial al que podían acceder los actores involucrados (ONG y usuarios). Asimismo, desde el punto de vista técnico la solución proveía de condiciones superiores a las que se encontraban y a las que podrían acceder con sus recursos propios. Eso explica también la aceptabilidad del sistema (ver tabla 5).

**Tabla 5.** Condiciones Económicas del Sistema LAD-MA.

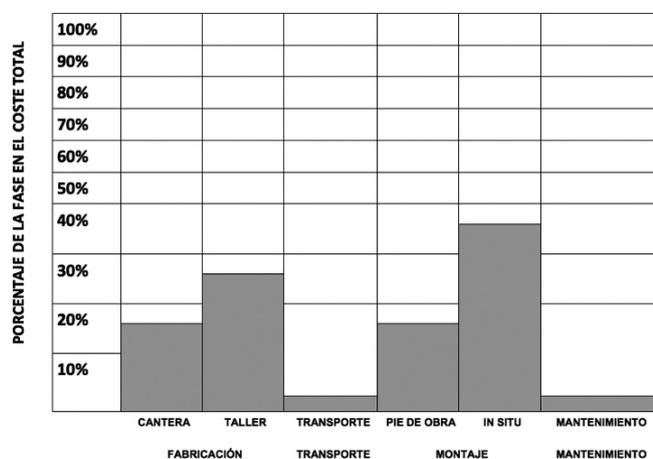
PROPIO ● AJENO ■

SUBSISTEMAS		INCORPORADO EN TALLER		INCORPORADO EN OBRA	
		PROPIO	AJENO	PROPIO	AJENO
ESTRUCTURA	CIMENTACIÓN			●	
	VERTICAL	●			
	HORIZONTAL				■
CERRAMIENTOS	FACHADA	●			
	CUBIERTA				■
	TABIQUERÍA				■
	VENTANAS				■
	PUERTAS				■
ACABADOS INTERIORES	SUELOS				■
	PAREDES				■
	TECHOS				■
INSTALACIONES	AGUA POTABLE				■
	ALCANTARILLADO				■
	ELECTRICIDAD				■

### 5.6. Análisis de perfil económico del Sistema LAD-MA

El sistema constructivo LAD-MA tiene costes normales en cantera y fabricación que corresponde a los materiales que se adquieren en el mercado: madera, ladrillos, cementos, áridos y hierros. El costo de los trabajos en taller se compone de los gastos generales de operación y de remuneración de monitores supervisores de la mano de obra de los usuarios. La participación de los usuarios en todas las etapas fue calculada para efectos del análisis a valor de mercado, como costo teórico, porque en la experiencia fue trabajo no remunerado (ver tabla 6).

**Tabla 6.** Perfil económico del sistema LAD-MA.



## 6. DISCUSIÓN

### 6.1. La situación contextual

La realidad de Chile en 2019 en términos macroeconómicos, sociales y culturales es muy diferente a la del período en que se desarrolló el sistema LAD-MA. Al asumir el gobierno democrático del Presidente Patricio Aylwin, en 1990, el país tenía niveles de pobreza superiores al 40% de la población, con altas tasas de desempleo o subempleo. Según estimaciones del Ministerio de Planificación Nacional había un déficit cuantitativo de 918.756 viviendas y un déficit cualitativo de 666.194 viviendas sobre una población aproximada de 13.000.000 de habitantes. El PIB ha crecido diez veces desde entonces, pero esto no se ha reflejado en una mayor equidad social; el Índice de Gini coloca a Chile como el séptimo país más desigual en el mundo (15). El aumento de las familias allegadas ha provocado que el país retroceda 20 años en su situación habitacional. La encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional 2017 mostró que faltan alrededor de 500 mil viviendas (16). Techo Chile (17) sostiene que los «campamentos»<sup>4</sup> han aumentado un 48 por ciento durante los últimos seis años, con 40.541 familias viviendo en 702 campamentos.

La política pública en vivienda ha privilegiado por décadas la oferta privada de viviendas por medio del subsidio a la demanda. Prácticamente no se consideran modelos flexibles como la autoconstrucción directa, la participación de los usuarios ni la progresividad de las soluciones, usados en décadas anteriores. Esto que podría constituir una buena noticia por cuanto podría expresar que el Estado o el mercado están proveyendo de soluciones adecuadas, es desmentido por los datos antes expuestos.

El caso de la ciudad de Santiago es el más crítico ya que la capital concentra casi el 32 por ciento de la población del país y prácticamente no hay suelo disponible para su expansión horizontal, por lo cual se ha producido en los últimos años un explosivo aumento de la oferta de vivienda en altura que se ha expresado en los denominados «guetos verticales» (18).

Desde el Estado y en forma tímida e incipiente han surgido iniciativas que podrían abrir nuevas alternativas de solución al problema habitacional de sectores vulnerables como son el conjunto de programas Tipologías de Radicación: Densificación Predial<sup>5</sup>, Construcción en Sitio Propio y Pequeño Condominio que buscan mantener las redes de apoyo familiar, responder de forma pertinente a la situación de familias diversas, desarrollarse en suelo bien localizado, aportar al crecimiento en densidad aprovechando la infraestructura y servicios existentes, reducir los costos de transporte por cercanía a centros de trabajo y educación así como aportar a las condiciones de equidad urbana, ser una respuesta apropiada para renovación de vivienda en caso de desastres naturales, siniestros, obsolescencia y en general en procesos de reconstrucción y favorecer la integración social a través de la autoconstrucción. (19)

### 6.2. El papel de la tecnología en proyectos de vivienda popular

El concepto de «tecnología» usado en este artículo corresponde a una de las acepciones de la RAE: «Conjunto de los ins-

<sup>4</sup> Asentamientos precarios e ilegales generados a partir de la ocupación de suelos públicos o privados.

<sup>5</sup> Este programa tiene antecedentes en la experiencia piloto desarrollada por Taller Norte a comienzos de los años 90.

trumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto» donde –en el caso del sistema constructivo LAD-MA– los instrumentos y procedimientos empleados los elementos constructivos modulares que se prefabrican en obra y taller y se integran en un proceso constructivo que emplea la autoconstrucción asistida y la ayuda mutua. Esta idea es diferente del concepto de «técnica» que la RAE define como: «Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte» y tiene un alcance más restringido que el concepto de «tecnología».

Las exploración en uso de sistemas constructivos con incorporación de componentes industrializados, tiene en Chile antecedentes desde los años 40' del siglo xx con a lo menos 12 sistemas constructivos usados en vivienda social hasta fines de los años 70' del mismo siglo, muy ligados a políticas públicas que promovieron su desarrollo. De ellos destacamos el sistema «Isolita» (20) por cuanto tiene similitud con el sistema LAD-MA. EL sistema «Isolita» de 1946 se basaba en muros construido con pilares de madera de roble de 4»x4» entre los cuales se fijaban planchas horizontales de paneles de concreto liviano de 85 cm de alto («Isolita»). Otro antecedente muy importante del sistema LAD-MA es el sistema BENO desarrollado por el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) en Córdoba, Argentina que utiliza pilares de hormigón entre los cuales se colocan placas compuestas de ladrillos pegados con mortero de cemento, con el que se han construido alrededor de 600 viviendas en ese país.

Taller Norte sostenía que ante la magnitud del problema habitacional cualquier solución era buena: autoconstruir, tecnología de punta y alternativa, sistemas constructivos en base a barro, ladrillo, madera, hormigón armado, entre otras. La mejor solución sería aquella que favoreciera la participación del usuario, organizadamente, en el pleno uso de sus derechos y con respeto a su saber tradicional. Declaraba que la opción a tomar en los comités «Construyendo Juntos» debía ser comunicable, posible de aprender y operable por los propios usuarios en una visión participativa de las relaciones humanas, económicas, administrativas y constructivas en el territorio. (7). Esta idea implica que ningún sistema puede constituirse como una respuesta universal para ser aplicado en distintos tiempos y contextos. Una tecnología constructiva debe responder adecuadamente al problema que busca resolver, ser apropiada y apropiable en los términos que plantea Massuh (21).

La tecnología tiene intencionalidad, responde a intereses de diversa naturaleza, puede ser motor de desarrollo o fuente de dependencia. Las tecnologías tradicionales, son aquellas que pueden ser transmitidas generacionalmente y en las cuales sus cambios operan de manera lenta y con pequeñas variantes. Dentro de estas se encuentran las construcciones en madera y las distintas albañilerías –como adobes, ladrillos, bloques de piedras que, por su naturaleza, son básicamente artesanales, con mucho trabajo en obra sin mayor sofisticación tecnológica y con uso intensivo en mano de obra Massuh (21).

Con estas premisas se entiende la tecnología como un medio y no un fin en sí mismo que, en un marco socioeconómico-cultural determinado, forma parte de un proceso complejo de

producción del hábitat como uno de sus componentes, siendo de la mayor importancia los procesos de organización colectivos, donde prima el sentido de comunidad sobre el individualismo en la construcción del hábitat. Esta idea está en el campo conceptual de la producción social del hábitat –que se viene utilizando desde los años 70 del siglo XX y fue difundido principalmente por HIC (Hábitat International Coalition) (22)

Un ejemplo contundente de la aplicación de este enfoque a mediana escala, es la experiencia en innovación y transferencia tecnológica del, CEVE que con sus 44 años de existencia, constituye un valioso referente, tanto por la prodigiosa producción de nuevas tecnologías constructivas, como también por ser un modelo de gestión para la producción social del hábitat.

## 7. CONCLUSIONES

«La tecnología para la construcción de la vivienda está íntimamente ligada a los procesos sociales y económicos de una comunidad, así como los conocimientos y experiencias de la que ella es depositaria»

Arq. Víctor Basauri<sup>6</sup>

Del estudio del sistema constructivo LAD-MA, podemos colegir y concordar con la propuesta de Evaluación de Sistemas Constructivos de Monjo (3) en que es necesario analizar un conjunto de aspectos que son propios de su materialidad, en lo que él define como las Condiciones Funcionales. Forman parte de ellas la integridad ante acciones mecánicas, acciones climáticas, respuesta a problemas de seguridad frente al fuego, la contaminación y la acción humana o de agentes biológicos, como también su capacidad de adecuación al medio geográfico, climático y de manera especial a las condiciones socioeconómicas del tiempo y lugar donde se emplea el sistema.

Parte de la investigación que no se presenta en este artículo pero que alimentó el análisis del sistema constructivo, es el levantamiento detallado de la situación actual de seis de las viviendas construidas en los años 90 con el sistema LAD-MA, por cuanto confirmó muchas de las premisas iniciales que tuvo el sistema, como ser una fase de una solución progresiva dentro de un proceso de mejoramiento habitacional. Las familias progresivamente fueron estucando con mortero de cemento los muros LAD-MA, con lo cual mejoraron sus condiciones iniciales de aislación térmica y acústica, a la vez que mejoraron la capacidad del ladrillo frente a la intemperie.

Se pudo comprobar que todas las viviendas fueron ampliadas, pero que en ninguna de ellas se empleó el LAD-MA, lo que dejó en evidencia que el sistema constructivo no cumplió con una de sus premisas, cual fue la de que los usuarios se pudieran apropiar de la tecnología. Los usuarios consultados sobre este aspecto plantearon que les resultó más fácil utilizar entramados de madera forrados con placas de madera aglomerada, ya que no contaban con el soporte de la asistencia técnica y el trabajo colaborativo de sus vecinos. En este caso se cumple lo planteado por Massuh (21) que las tecnologías tradicionales son aquellas que pueden ser transmitidas generacionalmente y en las cuales sus cambios operan de manera lenta y con pequeñas variantes.

<sup>6</sup> El arquitecto Víctor Basauri Tocchetton, fue uno de los fundadores de Taller Norte y su director.

Se constató que tanto el cálculo estructural como los ensayos de laboratorio a los que fueron sometidos los paneles cumplieron con las expectativas de diseño. Las viviendas resistieron el fuerte terremoto de 2010, uno de los mayores terremotos de la historia que sacudió el centro-sur de Chile, con una magnitud de 8,8 grados en la escala de Richter. En ese terremoto cayeron edificios de hormigón armado de construcción reciente.

Se constató que la manutención juega un rol muy importante en el estado de conservación y de integridad de las viviendas construidas con LAD-MA. Las viviendas cuyas maderas fueron pintadas y barnizadas regularmente están en muy buenas condiciones, a diferencia de aquellas viviendas en que no habiéndose realizado ninguna acción de cuidado, las maderas sufrieron degradación producto de los rayos ultravioletas y ataque de termitas.

Mediante el análisis de las condicionantes funcionales, constructivas, de perfil tecnológico, de subsistemas, condiciones y perfil económico fue posible concluir que el sistema constructivo LAD-MA en cuanto a una innovación tecnológica que se diseñó para y a partir de la necesidad de resolver un problema específico, en un contexto social económico político y cultural determinado, respondió adecuadamente a condiciones históricas, sociales, económicas culturales y políticas de su tiempo.

El sistema ocupó materiales disponibles en su entorno y que contaban con la aceptación de los usuarios. El sistema ocupó de manera intensiva el recurso más disponible en el momento: la mano de obra de los propios participantes. Se cumplió con la condición de ser amigable con el medio ambiente mediante el uso de materiales renovables como la madera y en muchos casos el reciclaje de la vivienda precaria original.

La tecnología es simple y de fácil aprendizaje; favoreció la participación de mano de obra no especializada por medio de la ayuda mutua y la autoconstrucción. La producción de viviendas se apoyó en la gestión social, fortaleciendo la acción comunitaria.

El proceso de producción recogió la experiencia acumulada de un saber hacer, presente en la cultura local, acogiendo necesidades, aspiraciones y deseos de una comunidad pobre. Este factor fue acompañado por la asistencia técnica de profesionales y técnicos, por el soporte de un taller de prefabricación de componentes, un banco de materiales, un banco de herramientas, y apoyo financiero.

Con la llegada a la democracia se produjo un acelerado crecimiento de la economía y de las expectativas de la gente res-

pecto del rol que el Estado debía cumplir en la solución de sus problemas. Frente a este escenario las ONG vinculadas a procesos de desarrollo social fueron perdiendo vigencia, muchos de sus cuadros profesionales se fueron al sector público y el soporte financiero que provenía de la cooperación internacional fue disminuyendo hasta desaparecer.

La principal ventaja que presentó el sistema constructivo LAD-MA en las condiciones de su aplicación, fue que permitió procesos de autoconstrucción asistida con materiales de bajo costo asegurando controles adecuados de calidad. La principal limitación que encuentra el sistema LAD-MA en las actuales condiciones del país, es que no cumple con las exigencias higrotérmicas que establece la normativa vigente, pero que tiene la posibilidad de ser mejorado, tema que desarrollamos con mayor detalle en una investigación complementaria a esta.

Por ser el sistema constructivo analizado el resultado de la innovación de una ONG, no se desarrollaron experiencias en otros contextos territoriales diferentes a los lugares donde intervino Taller Norte y no hubo continuidad después de su cierre.

El sistema LAD-MA puede cobrar vigencia en las actuales condiciones, sociales, económicas, culturales, normativas y tecnológicas del país, si se cumplen las siguientes condiciones: que la política pública privilegie modelos de intervención sin fines de lucro; que integre la variable de la participación de los usuarios; que exista una adecuada asistencia profesional y técnica soportada con una mínima infraestructura para la prefabricación de componente, y que se le realicen las mejoras y actualizaciones poniendo al sistema en concordancia con la normativa vigente, particularmente en lo relativo a las condiciones higrotérmicas. La investigación toma como desafío en su siguiente etapa el evaluar las alternativas de mejora del sistema LAD-MA, para su eventual uso en otros países del mundo.

## 8. RECONOCIMIENTO

Este trabajo forma parte de la investigación «Evaluación de un sistema constructivo no convencional con componentes prefabricados que emplea madera y ladrillo como componentes estructurales» ha sido posible gracias al financiamiento de DICYT 091790JC de la Universidad de Santiago de Chile.

Se agradece la colaboración en la investigación sobre el sistema LAD-MA a los arquitectos David Cabrera Hinojoza, Hugo Pérez Herrera, al Ingeniero Civil Luis Leiva Aravena, a las Estudiantes de arquitectura Daniela López Gálvez y Aldana Fernández Guerrero y al estudiante de Ingeniería Física Camilo Valdebenito Monsalve.

## REFERENCIAS

- (1) Taller Norte. (1990). Descripción del Sistema Constructivo LAD-MA. (no publicado).
- (2) Taller Norte. (1987). El «Construyendo Juntos» de la Villa La Concepción. (no publicado).
- (3) Monjo Garrió, Juan. (1986). Propuesta de Evaluación de Sistemas Constructivos. *Informes de la Construcción*. 38(385): 5-29, doi: <https://doi.org/10.3989/ic.1986.v38.i385.1691>
- (4) Banco Mundial. (2017). PIB per cápita (US\$ a precios actuales). <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=ZJ-CL>
- (5) Rivera, Alvaro. (2012). Historia de la política habitacional en el área metropolitana de Santiago. *Revista CIS*. 10(Nº16): 27-44.

- (6) Imilan Ojeda, Walter. (2016). Políticas y luchas por la vivienda en Chile: El camino neoliberal. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/141198>
- (7) Taller Norte. (1986). Los Construyendo Juntos, Construcción por ayuda mutua. (no publicado)
- (8) Cortinez, José Manuel. (1991). Construyendo juntos. Salas, Julian (Ed.). *Vivienda Latinoamericana*. (59-68). Santiago: Programa Cyted-d. [https://www.academia.edu/6077349/vivienda\\_latinoamericana\\_tecnologia\\_y\\_participacion\\_social\\_en\\_la\\_construccion\\_del\\_habitat\\_popular](https://www.academia.edu/6077349/vivienda_latinoamericana_tecnologia_y_participacion_social_en_la_construccion_del_habitat_popular)
- (9) Zaccarelli, Oscar. (1993). Informe al Sector Público. *Revista invi*. 8(19), 5-18. <http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/166/663>
- (10) IDIEM. (1990). Informe sobre ensayos de vigas viviendas económicas «Taller Norte», Factibilidad Estructural. *Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales de la Universidad de Chile*. (no publicado). Extractado de documento Sistema Constructivo LAD-MA. Taller Norte (1990).
- (11) IDIEM. (1990). Informe sobre ensayos de módulos de tabiquería viviendas económicas «Taller Norte», Factibilidad Estructural. *Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales de la Universidad de Chile*. (no publicado). Extractado de documento Sistema Constructivo LAD-MA. Taller Norte (1990).
- (12) Leiva, Luis. (1991). Estudio del comportamiento de muros del sistema LADMA bajo carga horizontal. Santiago, Departamento de Ingeniería en Obras Civiles: Programa de Investigación en Vivienda de Bajo Costo, Universidad de Santiago de Chile (no publicado).
- (13) Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. (1990). Certificado. Departamento de Estudio y Extensión, División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional.
- (14) Pinto, Mario. (1990) *Memoria Estructural Vivienda Tipo, Sistema Constructivo LAD-MA*. Extractado de documento Sistema Constructivo LAD-MA. Taller Norte (1990).
- (15) Parra, Jaime. (2018). Aparece Chile: estos son los 10 países más desiguales del mundo. *BioBioChile*. <https://www.bio-biochile.cl/noticias/nacional/chile/2018/07/04/aparece-chile-estos-son-los-10-paises-mas-desiguales-del-mundo.shtml>
- (16) Muga, Marco. (2018). Aumento de allegados provoca que Chile retroceda 20 años en déficit habitacional. *Emol*. <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2018/09/14/920701/Aumento-de-allegados-provoca-que-Chile-retroceda-20-anos-en-deficit-habitacional.html>
- (17) Palma, Karina. (2017). *Aumento de campamentos: La cara visible de la exclusión habitacional*. DiarioUChile. <https://radio.uchile.cl/2017/10/23/aumento-de-campamentos-la-cara-visible-de-la-exclusion-habitacional/>
- (18) Cooperativa.cl. (2017) Orrego denunció guetos verticales y falta de plan regulador en Estación Central. Cooperativa. <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/vivienda/orrego-denuncio-guetos-verticales-y-falta-de-plan-regulador-en/2017-04-06/153208.html>
- (19) MINVU. (2011). Cartillas Programa Fondo Solidario de Elección de Vivienda. Santiago. <https://www.minvu.cl/elementos-tecnicos/circulares-division-de-politica-habitacional/circulares-programa-fondo-solidario-de-eleccion-de-vivienda-fsev-d-s-n-49-v-y-u-de-2011/>
- (20) Vivienda Social Industrializada: la experiencia chilena (1960-1995). Bravo, H, Luis. 28, 1966, BOLETIN INVI N°28, Vol. 2, págs. 2-36.
- (21) Massuh, Hector. (s.f). Acerca de las Tecnologías Apropiadas y Apropiables. <https://es.scribd.com/doc/103870260/Acerca-de-Las-Tecnologias-Apropiadas-y-Apropiables>
- (22) Romero, Gustavo. (1995). La producción social del hábitat: reflexiones sobre su historia, concepciones y propuestas. *Habitat International Coalition*. <http://www.hic-gs.org/document.php?pid=2522>

\* \* \*