

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA | DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA
MAGISTER EN REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA SOSTENIBLE**



**UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA**



PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN VALPARAÍSO.

**PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y
REGISTRO DE LOS PROCESOS PATOLÓGICOS EN LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS
HISTÓRICAS DEL PUERTO DE VALPARAÍSO.**

**TESIS DE MAGISTER
PILAR BUSTOS LARRAÑAGA**

**DIRECTORA DE TESIS
DRA. MARCELA HURTADO SALDÍAS**

2023

AGRADECIMIENTOS | DEDICATORIA

*Agradezco en primer lugar,
a mi directora de tesis Marcela Hurtado Saldías
por toda su paciencia, comprensión, cooperación y
apoyo entregado en éste largo y difícil proceso.*

*En segundo lugar,
a mis profesores del magíster por los
conocimientos transmitidos y a todos quienes
contribuyeron en ésta investigación.*

*Por último, a mis padres
por motivarme y permitirme lograr alcanzar
éste grado académico. En especial a mi madre,
por mantenerse fuerte en los momentos difíciles
y nunca perder la esperanza en mí.*

*Dedicado a ti papá,
donde te encuentres sé que
estás muy orgulloso de mi.*

RESUMEN

Esta investigación tiene como fin aportar al conocimiento técnico sobre los procesos patológicos y degenerativos de los materiales, alteraciones bajo las que se encuentran sometidas los inmuebles de valor patrimonial situados en Valparaíso. Contexto porteño que presenta características intrínsecas como sus técnicas constructivas tradicionales en albañilería y entramados de madera, que se emplearon en la construcción de inmuebles de gran envergadura y viviendas de la alta sociedad durante el apogeo de la ciudad entre el siglo XIX y principios del XX.

Para ello en primer lugar, se analizan los sistemas constructivos identificándolos y caracterizándolos, en segundo lugar, se detallan las patologías asociadas a estos sistemas, posterior a ello se investigan las metodologías aplicadas en estudios patológicos, con el fin de formular una metodología propia que identifique, caracterice y registre el proceso patológico presente en un bien inmueble del contexto porteño y se verifique los factores determinantes como la incidencia del clima, del ambiente y su impacto sobre la edificación.

Este instrumento técnico podrá ser aplicado por la academia especializada en el campo de la rehabilitación arquitectónica, así como por el administrador del sitio, lo que permitirá en un futuro tener un catastro detallado de las causas más recurrentes de deterioro que experimentan los bienes patrimoniales de ésta ciudad.

PALABRAS CLAVES:

Albañilería ladrillo, entramados de madera, metodología de evaluación, patologías, Valparaíso.

ABSTRACT

This research aims to contribute to technical knowledge about the pathological and degenerative processes of materials, alterations under which the properties of heritage value located in Valparaíso are subjected. Buenos Aires context that presents intrinsic characteristics such as its traditional construction techniques in masonry and wooden frameworks, which were used in the construction of large buildings and high society homes during the heyday of the city between the nineteenth and early twentieth centuries.

For this, firstly, the constructive systems are analyzed identifying and characterizing them, secondly, the pathologies associated with these systems are detailed, after that the methodologies applied in pathological studies are investigated, in order to formulate a methodology that identifies, characterizes and registers the pathological process present in Valparaíso context and verifies the determining factors such as the incidence of climate, of the environment and its impact on the building.

This technical instrument can be applied by the academy specialized in the field of architectural rehabilitation, as well as by the site administrator, which will allow in the future to have a detailed cadastre of the most recurrent causes of deterioration experienced by the heritage assets of this city.

KEYWORDS:

Brick masonry, timber frames, evaluation methodology, pathologies, Valparaíso.

ACRÓNIMOS

CChC: Cámara Chilena de la Construcción.

CMN: Consejo de Monumentos Nacionales.

CNCR: Centro Nacional de Conservación y Restauración.

CONAF: Corporación Nacional Forestal.

CH: Centro Histórico.

DDU: División de Desarrollo Urbano.

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil.

DMC: Dirección Meteorológica de Chile.

EIA: Estudio de Impacto Ambiental.

ICH: Inmueble de Conservación Histórica.

IPT: Instrumentos de Planificación Territorial.

LGUC: Ley General de Urbanismo y Construcciones.

MH: Monumento Histórico.

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

MN: Monumento Nacional.

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

PLADECO: Plan de Desarrollo Comunal.

PRC: Plan Regulador Comunal.

PRCV: Plan Regulador Comunal de Valparaíso.

SPM: Sitios de Patrimonio Mundial.

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. En inglés:
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

VUE: Valor Universal Excepcional.

ZCH: Zona de Conservación Histórica.

ZT: Zona Típica.

INDICE DE CONTENIDOS

	AGRADECIMIENTOS DEDICATORIA	5
	RESUMEN	7
	ABSTRACT	9
	ACRÓNIMOS	11
I.	INTRODUCCIÓN	15
	Presentación del tema	15
	Objetivos	21
	Hipótesis	21
	Metodología	22
II.	CUERPO DE LA TESIS	
	CAPÍTULO 1. VALPARAÍSO	25
	1.1 Contexto físico-geográfico	25
	1.2 Contexto Histórico	31
	1.3 Patrimonio arquitectónico y urbano	38
	CAPÍTULO 2. TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS TRADICIONALES EN VALPARAÍSO	43
	2.1 La influencia de los extranjeros en la edificación patrimonial	44
	2.2 Albañilería de ladrillo	47
	2.2.1 Historia de la albañilería	53
	2.2.2 Albañilería en Valparaíso	57
	2.3 Entramados de madera	59
	2.3.1 Historia de los entramados de madera	66
	2.3.2 Entramados de madera en Valparaíso	71
	CAPÍTULO 3. PROCESOS PATOLÓGICOS	77
	3.1 Patologías de la albañilería	81
	3.2 Patologías de los entramados de madera	100
	3.3 Patologías en Valparaíso	112
	CAPÍTULO 4. METODOLOGÍAS DE CATASTRO Y EVALUACIÓN DE DAÑOS	119
	4.1 Metodologías aplicadas en estudios patológicos	119
	CAPÍTULO 5. PROPUESTA METODOLÓGICA	129
	5.1 Diseño de la metodología	129
	5.2 Aplicación a casos de estudio	133
	5.3 Resultados obtenidos	183
III.	CONCLUSIONES	189
IV.	REFERENCIAS	191
	Referencias bibliográficas	191
V.	GLOSARIO	201
VI.	ANEXOS	205
	Anexo 1	205
	Anexo 2	206
	Anexo 3	208



Fuente: Archivo propio, 2022.

INTRODUCCIÓN

PRESENTACIÓN DEL TEMA

El área puerto de Valparaíso declarada en Julio del año 2003 como uno de los Sitios de Patrimonio Mundial (SPM) de Chile por la UNESCO, está expuesta a múltiples amenazas antrópicas y naturales –vandalismo, incendios estructurales, terremotos, aluviones, marejadas, vientos extremos, plagas de ataque de xilófagos, roedores, entre otras–, que han conllevado a una preocupante degradación de bienes inmuebles. Edificios destinados a viviendas, comercio y equipamiento, que tienen valores arquitectónicos y urbanos notables, y exhiben sistemas constructivos que representan un avance tecnológico asociado a la época de apogeo de la ciudad.

La arquitectura patrimonial de la ciudad tiene características singulares, que le otorgan su identidad y en lo cual radica su valor universal excepcional (VUE), tal como se afirma en la cita a continuación:

“La originalidad de la arquitectura de Valparaíso radica en que aquí se ha resuelto un problema particularmente complejo –hacer una ciudad en un medio topográficamente inadecuado–, con los materiales de que se disponía, empleando sistemas constructivos de gran eficacia, respondiendo de una manera creativa a las condicionantes geográficas, climáticas y telúricas, y recogiendo todas las influencias y estilos que trajo aparejados el carácter cosmopolita del puerto.”
(CMN, 2004, p.33)

Esta arquitectura patrimonial responde a una combinación armónica, una mezcla de conocimientos, técnicas, estilos arquitectónicos y materialidades, que se reflejan en exponentes que van desde construcciones sencillas y espontáneas es sus cerros a inmuebles monumentales en el plan de la ciudad, diseñados por profesionales que demostraron un sabio manejo de los sistemas constructivos en aquella época.

Fue gracias a la independencia de Chile en 1810 que se produjo una apertura comercial a nivel mundial con Valparaíso como uno de los puertos mayores del país. La ciudad se transformó en un punto relevante dentro de la ruta del Pacífico Sur, estableciéndose contacto permanente con Europa y Norteamérica. Desde estas regiones provienen los patrones constructivos que influenciaron la arquitectura del puerto de Valparaíso, replicándose y adaptándose al contexto local, tal como se afirma en la siguiente cita:

“...el singular contexto geotopográfico y espacial de Valparaíso sumado al cambio de materiales y sistemas constructivos, derivado de la situación sísmica de la zona, respecto a la realidad europea, genera un conjunto de soluciones tipológicas adaptadas al medio, con escalas y proporciones que se incorporan perfectamente a nuestra realidad.”
(Jiménez & Ferrada, 2006, p.25)

Una parte importante del patrimonio histórico de la ciudad lo conforman las construcciones de albañilería, empleadas en inmuebles emplazados principalmente en el plan –lugar conformado en su mayoría por rellenos artificiales– (Ver fig. 1). En los inicios se utilizó albañilería en los almacenes, pero durante el siglo XIX y posterior al terremoto de 1906 uno de los más destructivos, se comenzó a utilizar albañilerías de ladrillos con refuerzos metálicos en edificios de gran envergadura, estructuras que le entregaron

características antisísmicas a las construcciones. Por lo tanto, la albañilería de ladrillo se convirtió en uno de los sistemas principales de construcción tal como se sostiene a continuación:

“La diversidad constructiva permanece presente en el paisaje urbano del plan del Área Histórica de la ciudad...las albañilerías de ladrillo de edificios de fines del siglo XIX utilizadas principalmente en los primeros pisos y en cortafuegos, con tabiquerías de madera y adobillo en los pisos superiores. Los refuerzos metálicos se van incorporando paulatinamente...” (Jiménez et al., 2006, p.24).

En tanto, otra parte del patrimonio histórico de la ciudad está conformado por entramados de madera, utilizados en la construcción de viviendas desde el siglo XIX (Jiménez, 2014). Estos sistemas se emplazaron en los cerros porteños como el cerro Alegre y Concepción adaptándose a la topografía (Ver fig. 2). Aquel patrimonio de construcciones de entramados de madera ligeros –Balloon y Platform Frame– experimentaron variaciones respecto del modelo original con la integración del adobillo como material de relleno, revestimientos exteriores de hojalatería acanalada, entre otras. Estos sistemas llegaron al puerto gracias a la influencia de los extranjeros como menciona la autora en la siguiente cita:

“Esta tipología arquitectónica llega a Valparaíso -y a otras partes de Chile- desde el extranjero a través de un proceso de transculturación que comienza a desarrollarse en la segunda década del siglo XIX, cuando el puerto de Valparaíso se posicionaba como el principal dentro del Pacífico Sur, siendo un punto de recalada obligado para las embarcaciones que provenían principalmente de Europa y Norteamérica. La ciudad se convierte así en un atractivo destino económico y comercial para muchos extranjeros que consolidaron sus colonias en territorio porteño, configurando barrios con sus propias técnicas constructivas foráneas” (Jiménez, 2014, p.13).

Ambos sistemas entramados de madera y albañilería de ladrillo se complementan de buena forma, dando origen a los denominados “sistemas mixtos” que son flexibles y livianos, sistemas que han subsistido hasta la actualidad. Estos sistemas mixtos construían el primer nivel, muros perimetrales y cortafuegos de albañilería de ladrillo con morteros de cal, los muros tenían espesor variable que disminuye en los pisos superiores, sus divisiones interiores son de tabiquería de madera y los niveles superiores están contruidos en entramados de madera ligeros que reducen el peso de la estructura (Ver fig. 3).

Figura 1
Fotografía de inmueble de albañilería de ladrillo en Valparaíso.
Fuente: Archivo propio, 2022.



Figura 2
Fotografía de inmueble de entramado de madera en Valparaíso.
Fuente: Archivo propio, 2022.

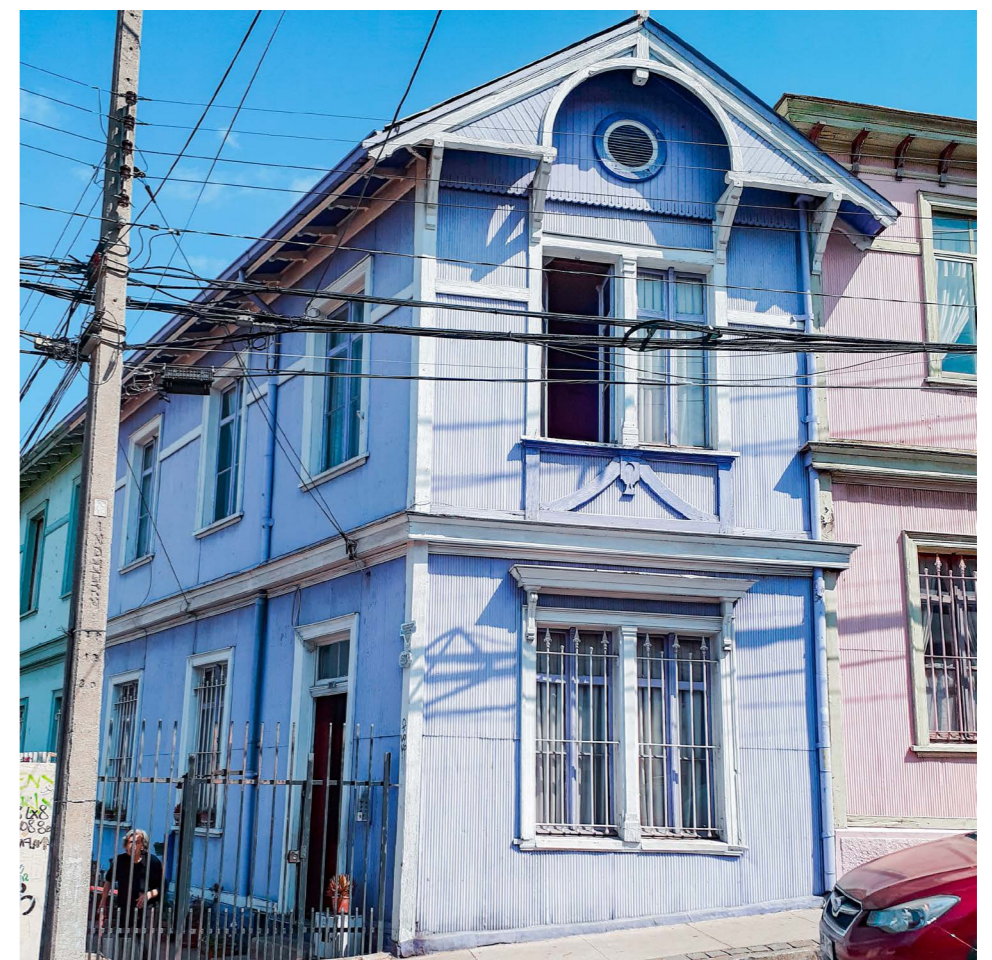




Figura 3
Fotografía de inmueble de sistema constructivo mixto en Valparaíso.
Fuente: Archivo propio, 2022.



Figura 4
Fotografía de la fachada de un inmueble de la calle Blanco deteriorado.
Fuente: Archivo propio, 2022.



Figura 5
Fotografía de la fachada del edificio Astoreca desde la calle Blanco.
Fuente: Archivo propio, 2022.



Figura 6
Fotografías de inmuebles deteriorados en la izquierda, cerro Cordillera y derecha, cerro Alegre.
Fuente: Archivo propio, 2022.



La degradación y deterioro que ha experimentado en los últimos años la ciudad de Valparaíso, debido en parte a los cambios que ha sufrido el clima a nivel mundial, la falta de mantenimiento periódico, su antigüedad, la fragilidad de algunos inmuebles ante las amenazas, la nula prevención ante la exposición a las causas que originan patologías constructivas, entre otras. Conllevarían no solo a una pérdida tangible del bien inmueble, también a una pérdida de valores intangibles asociados a los edificios –históricos, arquitectónicos, sociales, urbanos– (Ver fig. 4, 5 y 6), valores por los cuales el sitio fue nominado como SPM en Chile y tal como describe la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural “el deterioro o la desaparición de un bien del patrimonio cultural y natural constituye un empobrecimiento nefasto del patrimonio de todos los pueblos del mundo” (UNESCO, 1972, p. 1), es por ello que el deterioro se debe controlar y tratar a tiempo.

La motivación en la cual se funda la investigación es una cátedra del magíster “Sistemas Constructivos Tradicionales y Patologías”, en donde se instruye sobre: el conocimiento y evaluación de patologías que afectan a diferentes materiales y sistemas constructivos, se explica sobre cómo realizar adecuados diagnósticos de obras patrimoniales, y los procedimientos y/o técnicas para utilizar en la conservación de un bien inmueble, por lo tanto uno de los propósitos es contribuir en estos tópicos de forma investigativa.

Es así como es indispensable e importante que los Sitios de Patrimonio Mundial (SPM) cuenten con herramientas metodológicas técnicas, que entreguen directrices o parámetros de cómo abordar un estudio patológico exhaustivo en un bien inmueble patrimonial, y así lograr prevenir, reconocer, evaluar, clasificar, registrar, ponderar y diagnosticar patologías constructivas en base a datos sólidos –cuantitativos y cualitativos–, y facilitar la toma de decisiones sobre las estrategias de intervención más idóneas para un bien emplazado en un área de interés histórica como es el caso de Valparaíso.

Cabe señalar que tras la declaratoria de Valparaíso como SPM, se realizaron modificaciones a instrumentos reguladores como el PRCV, con el fin de resguardar edificios patrimoniales ante intervenciones o demoliciones, pero en materia de instrumentos técnicos asociados al sitio no se ha avanzado, lo que ha impedido llevar un registro y catastro de los procesos de deterioro que afectan a la fecha a los inmuebles, y cómo aquellos deterioros evolucionan a través del tiempo. De igual forma al momento de la postulación del Sitio

se consideraron algunas variables desencadenantes de patologías –humedad, agentes xilófagos y polución–en el plan de monitoreo presentado, elementos que serían evaluados una vez al año, aunque no se consideraron la totalidad de variables que inciden en el proceso patológico porteño, aquello sumado a que la información es de acceso restringido. Todo lo anterior reafirma la necesidad de formular una metodología para los especialistas –profesionales especializados en rehabilitaciones arquitectónicas– que puedan aplicar como un instrumento guía, al momento de realizar un estudio patológico para intervenir un inmueble, con el fin de contribuir a la preservación de los edificios patrimoniales y evitar el deterioro progresivo del centro histórico en Valparaíso.

La destrucción progresiva de cualquier inmueble u obra, depende del material del cual se compone, de las condiciones en la que se conserva y de las características físicas, mecánicas y químicas, es por ello que se deben comprender los procesos patológicos para poder realizar diagnósticos lo más acertados posibles (Monjo, 1999; Sameño & García, 1995).

Es así como esta investigación plantea: identificar cuáles son las principales patologías constructivas que amenazan el patrimonio de la ciudad de Valparaíso; reconocer los agentes de deterioro que acrecientan este proceso patológico en los materiales de los inmuebles; lograr jerarquizar cuáles inmuebles requieren una intervención urgente, de aquellos que pueden aplazarse en base al daño que estos presentan. Todo con el fin de preservar y mantener los edificios patrimoniales que son fiel reflejo del periodo de esplendor de la ciudad puerto y que en la actualidad ponen en riesgo la estabilidad de los edificios, junto con la seguridad de usuarios y turistas que visitan este SPM.

La presente investigación consta de 5 capítulos en donde se estudia el contexto físico, geográfico e histórico de la ciudad de Valparaíso, junto con el patrimonio arquitectónico y urbano que ésta presenta; luego se analizan y comprenden las tecnologías históricas y formas constructivas arraigadas que se emplearon y adaptaron al contexto porteño –albañilería de ladrillo y entramados de madera–; posterior a ello, se analizan los tipos de lesiones y procesos degenerativos presentes en los inmuebles patrimoniales de Valparaíso; para luego estudiar metodologías existentes que se han aplicado en estudios patológicos de otros casos análogos. Finalmente se diseña una metodología propia que plantea un método ordenado para identificar, registrar y evaluar lesiones en inmuebles patrimoniales en Valparaíso.

Como pregunta inicial de investigación se busca dar respuesta a: ¿Cuáles son las principales patologías asociadas a los dos sistemas constructivos o tipologías arquitectónicas mayormente empleadas en Valparaíso?, mientras que como preguntas secundarias iniciales se señalan las siguientes: ¿Cuáles son las causas de los diversos deterioros?, ¿De qué forma se manifiestan?, ¿Cuánto afecta la ubicación en el deterioro de los inmuebles?, ¿Existe un mantenimiento adecuado para prevenir las patologías?, ¿Cómo afectan o impactan en los valores el deterioro de los inmuebles?.

OBJETIVOS

Objetivo general

- i. Diseñar una metodología de registro y levantamiento de información de las patologías asociadas a los dos sistemas constructivos empleados en Valparaíso para contribuir con la preservación de la arquitectura histórica del puerto.

Objetivos específicos

- i. Estudiar las principales tecnologías históricas o técnicas constructivas arraigadas en la ciudad de Valparaíso en relación con los tipos de lesiones que éstas pueden presentar.
- ii. Identificar y jerarquizar las patologías constructivas y causas más recurrentes de deterioro o procesos degenerativos de los inmuebles porteños.
- iii. Generar una metodología que se pueda emplear para reconocer, evaluar, clasificar, registrar, ponderar y diagnosticar patologías constructivas en edificios históricos en Valparaíso.

HIPÓTESIS

El deterioro del área puerto de la ciudad de Valparaíso, se debe en gran medida a las patologías constructivas que presentan y desarrollan los inmuebles patrimoniales a lo largo de los años, junto con la falta de mantenimiento y carencia de herramientas de monitoreo disponibles.

METODOLOGÍA

En lo que respecta a la metodología de trabajo que se implementará a lo largo de la investigación, se estructura de forma general en 5 etapas que analizan desde lo más general a lo más específico.

Etapa exploratoria

Desarrollo del estado del arte, revisión bibliográfica actualizada del tema, dentro de esta etapa se realiza la consulta bibliográfica general y se contrasta la información.

Recopilación de antecedentes: mediante diversas fuentes primarias y secundarias –libros, artículos, tesis, cartas, tratados, casos análogos, etc.–, se recopilan antecedentes generales del contexto y del tema de investigación.

Estado del arte: en este punto se revisa específicamente el tema y se reúne información actualizada y especializada, identificando cómo ha evolucionado el tema de investigación.

Etapa descriptiva

Etapa en la cual se formulan los principales capítulos de la investigación y se sintetiza la información recolectada en la etapa anterior, es necesario contrastar la información con varios autores y además reunir información gráfica como: planimetrías, fotografías y esquemas.

Levantamiento de datos: para sustentar la investigación se presentan datos cualitativos y cuantitativos relacionados con los temas estudiados y se identifican las variables que intervienen.

Etapa creativa

Luego de analizar otras metodologías de casos análogos se procede a crear la metodología propia, para la cual se seleccionan diversas variables antes estudiadas entregándoles un valor numérico a cada una. Se prueba si los valores asignados son los adecuados y se generan esquemas propios que explican el paso a paso de la metodología y su aplicación.

Etapa identificadora

Luego de haber creado la metodología en la etapa anterior, se seleccionan casos locales representativos y relevantes en los que verificar y probar la eficacia de la metodología poniéndola en práctica.

Selección y estudio de casos: tras criterios de selección, se identifican patrones comunes para la comparación de casos, pueden ser pocos casos o múltiples casos. Como criterios base para seleccionar los casos de estudios se plantea lo siguiente:

- Ubicación dentro del área histórica (C.H.) de Valparaíso.
- Construcciones que tengan sistemas constructivos de albañilería y/o entramados de madera.
- Construcciones que cuenten con patologías o lesiones visibles.

Etapa analítica

Corresponde a la última etapa en donde se analizan y comparan los resultados obtenidos de la investigación.

Decodificación de resultados: se realiza un vaciado de la información y luego de analizar aquellos resultados, se plantean las conclusiones y se detallan los trabajos futuros.

Entonces, los enfoques metodológicos que se emplearán en el proceso de la investigación son: un enfoque investigativo histórico, recolectando evidencias del pasado que se organizan y analizan cronológicamente; el

segundo corresponde al enfoque investigativo mixto, que complementa datos cuantitativos con cualitativos y, por último, el enfoque de estudios de casos aplicado al último en la investigación.

Como plan de trabajo para desarrollar las etapas descritas se presenta a continuación un esquema metodológico que sintetiza la estructura de la investigación (Ver fig. 7).

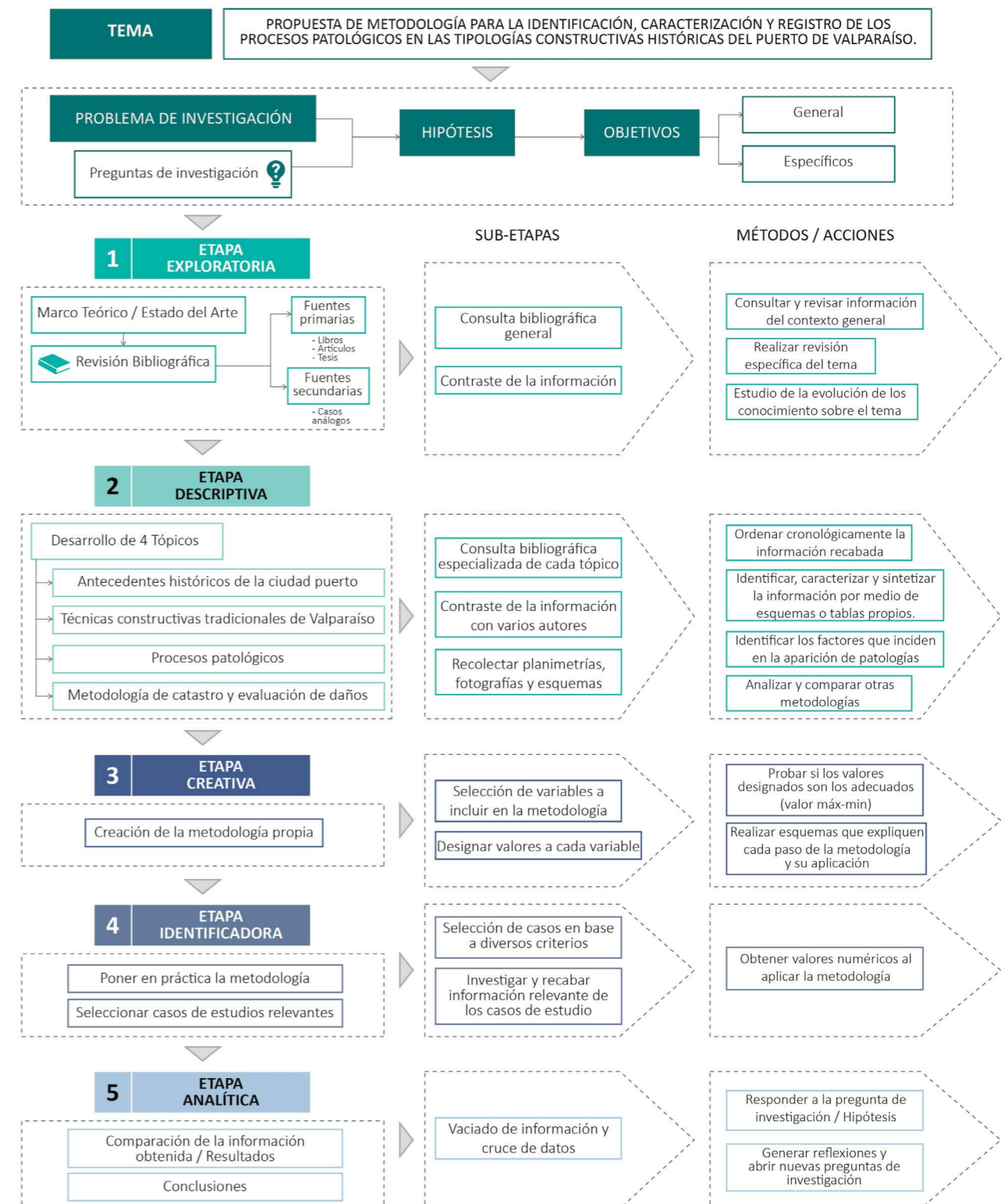


Figura 7
Esquema metodológico de la investigación.
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Fuente: Harry Olds, 1900.

CAPÍTULO 1. VALPARAÍSO

1.1 CONTEXTO FÍSICO-GEOGRÁFICO

“La ciudad presenta la forma de una herradura, abierta en su parte nor-noreste. Sus calle, especialmente las del Puerto, están sembradas de ángulos y curvas á consecuencia de la escarpa de los cerros que les dá su forma sinuosa y accidentada.” (Ugarte, 1910, p.13) (Ver fig. 8).

Valparaíso está emplazado en el Litoral Central del territorio Chileno en 33° latitud Sur y 71° longitud Oeste, según la división político administrativa pertenece a la V región y es la capital regional, cabe agregar que la región la conforman 8 provincias (Ver fig. 9). Esta bahía portuaria amplia, profunda y orientada hacia el norte se sitúa en el Océano Pacífico y está compuesta por una estrecha planicie costera conocida como “El Plan” área donde reside su centro administrativo y financiero, rodeada de aproximadamente 44 cerros identificables, 39 quebradas y 10 cuencas hidrológicas (Ver fig. 10 y 11). El último censo indica que su población actual es cerca de 300.000 personas y a lo largo de la historia Valparaíso se ha desarrollado como puerto de la capital producto de la distancia -120 km- que existe entre Santiago y el puerto (Ilustre Municipalidad de Valparaíso, 2019; CMN, 2004; Pino, 2015).

Tal como describen Sánchez & Jiménez (2011), las características que identifican a Valparaíso son su aspecto topográfico, físico y urbanístico, su importancia geográfica radica en las condiciones morfológicas que lo definen, es decir, su paisaje natural y la presencia de sus cerros distinguiéndose de otras ciudades-puerto, cabe señalar que sus cerros han sido ocupados de forma espontánea desde la segunda mitad del siglo XIX.

Con respecto a la topografía de Valparaíso cabe señalar que este se encuentra ubicado en la planicie litoral y presenta algunas características típicas de las planicies como las colinas o cerros y los cursos de agua¹. La “terrazza litoral” está conformada en su geología según Errázuriz; Cereceda; González; González; Henríquez & Rioseco (1998), por rocas metamórficas, la cual producto del agua genera diversos taludes sucesivos o también denominadas terrazas, en el caso de Valparaíso encontramos tres terrazas definidas estas son:

- **Primera terraza:** entre el pie de cerros y las alturas entre 45 y 70 metros sobre el nivel del mar.
- **Segunda terraza:** Entre los 70 y 120 metros sobre el nivel del mar, es la cota regular de la Avenida Alemania.
- **Tercera terraza:** Son los cerros mayores entre los 120 y 300 metros sobre el nivel del mar.

A continuación se presenta un corte transversal que muestra las características antes descritas (Ver fig. 12).

1. En <http://www.gorevalparaiso.cl/geografia.php> , consultado el 27-04-2020.

Figura 8

Fotografía panorámica del puerto desde Almacenes Fiscales, 1900.
Fuente: Colección Raúl Moroni. Herrera Floody, R., 1906, p.209.
Disponible en: <http://www.memoria-chilena.gob.cl/602/w3-article-127354.html>



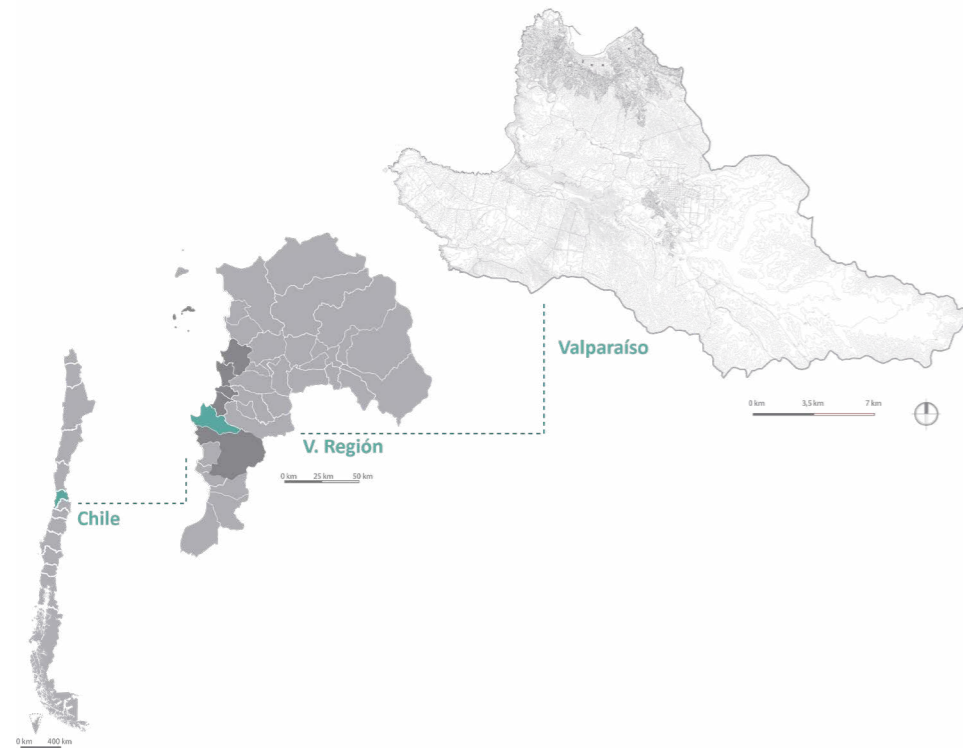


Figura 9
Plano de emplazamiento.
Fuente: Elaboración propia en base a plano de las regiones de Chile y sus provincias.

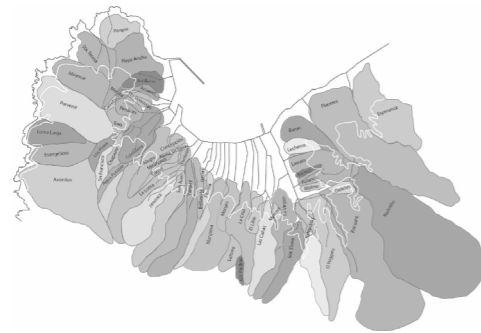


Figura 10
Planta de los cerros de Valparaíso.
Fuente: Araya, 2009, p.43.

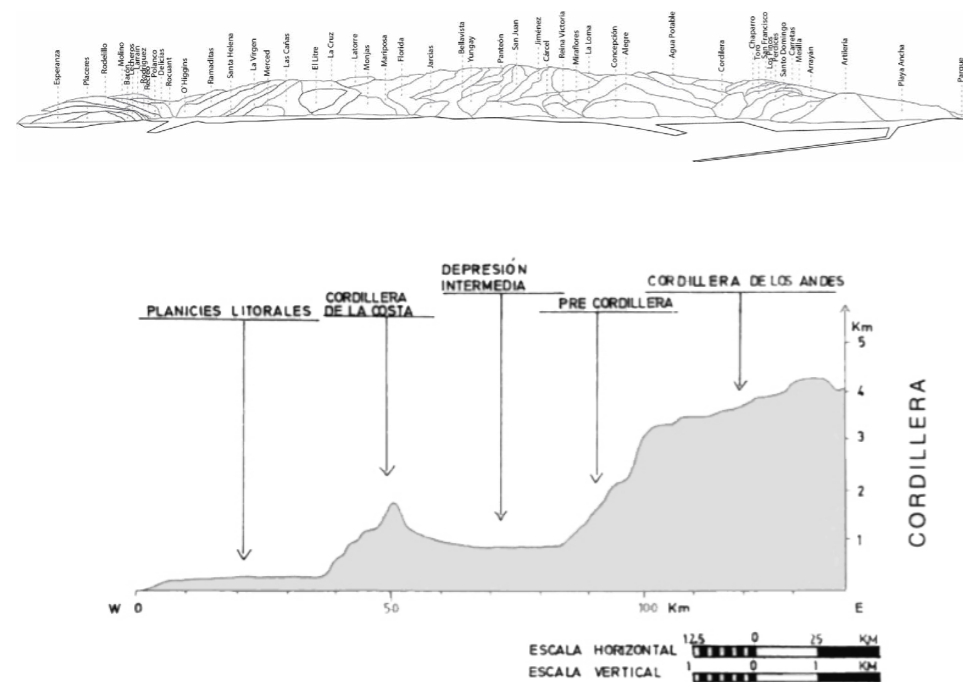


Figura 11
Vista frontal de los 50 cerros de Valparaíso.
Fuente: Araya, 2009, p.45.

2. En <https://www.bcn.cl/siit/nuestro-pais/region5/clima.htm>, consultado el 28-04-2020.

La vegetación existente en Valparaíso corresponde al macrobioclima mediterráneo y de forma específica pertenece al bioclima mediterráneo pluviestacional-oceánico, ya que, este bioclima abarca desde la latitud 33° Sur hasta los 39° latitud Sur (Luebert & Pliscoff, 2006), la vegetación presente en este bioclima: "...se compone de matorrales espinosos, bosques espinosos, bosques esclerófilos, bosques caducifolios, matorrales bajos de altitud, herbazales de altitud y en forma marginal estepas y pastizales y matorrales esclerófilos" (Luebert & Pliscoff, 2006, p.70-71) (Ver anexo 1).

Es por esto que se pueden encontrar especies como peumos, boldos, maitenes y en las áreas húmedas como los fondos de quebradas litres, quilas y pataguas². Tal como menciona Castañeda (2016), a lo largo del tiempo se ha sustituido o perdido la vegetación autóctona de quillayes, peumos, boldos y litres que conformaban en los inicios las quebradas costeras (Ver fig.13).

En Valparaíso no existen cursos de agua de importancia, pero si esteros y quebradas con cauces naturales de régimen intermitente que sirven para el escurrimiento de las aguas superficiales, de aquellos cauces que atraviesan transversal la ciudad destacan el estero las delicias y el de Jaime actual Avenida Francia (CChC, 2018; Ugarte, 1910).

Además, estos cursos de agua fueron abovedados durante el siglo XIX, obra urbana que buscó evitar la acumulación de aguas lluvias y sedimentos que bajaban por las quebradas al plan (Ver fig.14) y conquistar terrenos que se transformaron en vías de comunicación entre el plan y los cerros (CMN, 2004), como se explica a continuación:

"la quebrada se mete por debajo del cemento luego de sortear unas trampas para detener arena, barro y basura —desarenadores— y dejar pasar sólo al agua...el antiguo Camino Cintura, es el límite de las quebradas abovedadas que llegan al terreno bajo de relleno, atravesándolo y desembocando en el mar." (Araya, 2009, p.41)

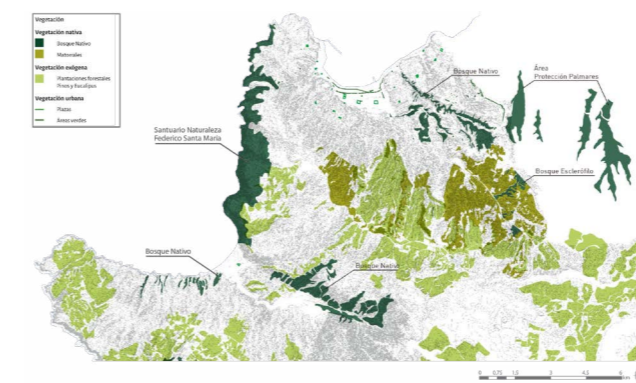


Figura 13
Plano izq. de la vegetación en parte de la comuna de Valparaíso.
Fuente: Instituto de Geografía PUCV, 2014, p.20-21.

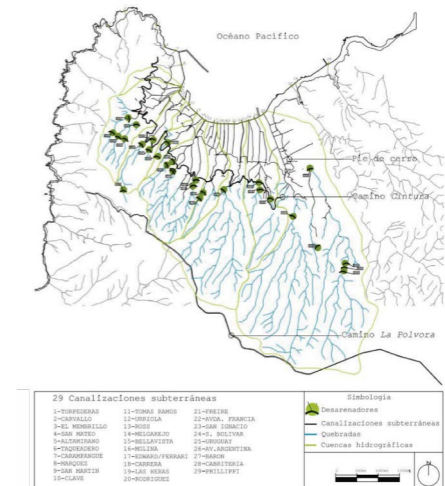


Figura 14
Cartografía der. de los 29 cauces subterráneos, y 27 desarenadores situados en diferentes quebradas.
Fuente: Pino, 2015, p.26.

Figura 12
Perfil topográfico sector central: 33° latitud Sur.
Fuente: Errázuriz et al., 1998, p.93.

El clima que tiene Valparaíso es “templado mediterráneo”, según Sánchez et al. (2011), las temperaturas moderadas durante el año se deben al océano Pacífico, aunque en mayor parte a la influencia de la corriente fría de Humboldt y a la brisa marina, mientras que las principales características de este tipo de clima son las siguientes:

“...clima marítimo, con inviernos cortos (de 4 a 6 meses). La temperatura es templada, con una diferencia diaria entre las temperaturas máximas y las mínimas varía entre 7°C en verano y 5°C en invierno presenta gran nubosidad todo el año, especialmente en el invierno asociado a nieblas o lloviznas, disipando a medio día en el verano. Las precipitaciones anuales oscilan entre 400 y 850mm, con 7 a 8 meses secos (menos de 40 mm), con vientos de componentes oeste. El suelo y ambiente salino y relativamente húmedos, 70 a 75 % en Valparaíso, aumentando hacia el sur” (D’alençon, 2008, p. 213).

La Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN)³, describe que el clima templado mediterráneo costero presente en la costa de la V región tiene temperaturas parejas durante el año por la influencia del océano y presenta un promedio anual de 14°, alta humedad relativa 75% y precipitaciones abundantes con un total de 450 mm. Mientras que según la zonificación climática de Köppen Valparaíso se encuentra ubicada en la zona “templado cálido con estación seca prolongada de 7 a 8 meses y gran nubosidad”, pero si nos guiamos por la normativa chilena NCh 1079 Of.2008, pertenece a la “zona 4 CL, central litoral”, como se puede apreciar en los siguiente mapas (Ver fig.15 y 16).

3. En <https://www.bcn.cl/siit/nuestro-pais/region5/clima.htm>, consultado el 28-04-2020.

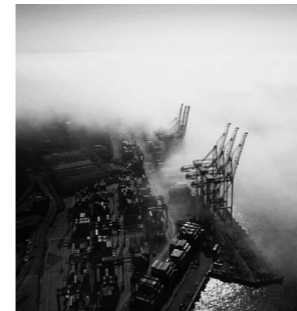
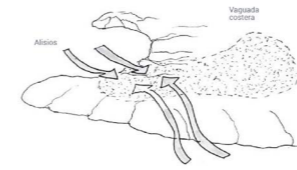
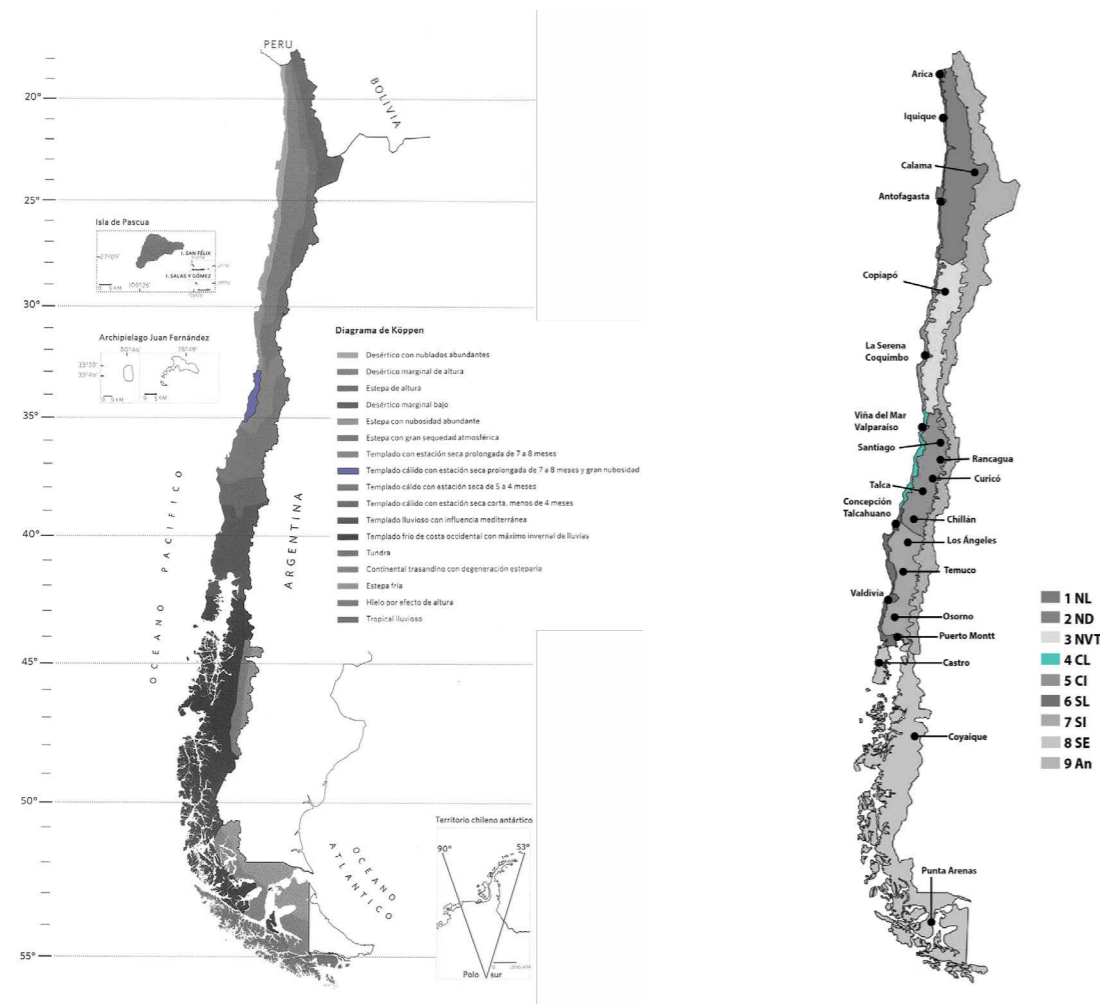


Figura 17
Esquema vaguada costera sobre la ciudad.
Fuente: Castañeda, 2016, p.66.

Figura 18
Fotografía de la vaguada costera en Valparaíso.
Fuente: Colectivo “Todos somos Valparaíso”, 2018.

Figura 15
Zonificación izq. climática según Köppen.
Fuente: D’alençon, 2008, p.217.

Figura 16
Zonificación der. climática según la Norma Chilena NCh1079.
Fuente: DA MOP, 2013, GTA1, p.6.



A continuación se explican los principales factores climáticos que afectan a la localidad de Valparaíso y se describen las principales características de cada uno:

Precipitaciones: el agua que cae de forma líquida o sólida en esta zona tiene un régimen irregular durante el año, pero son abundantes. El promedio es de 45 días de lluvia al año y 120 días despejados, concentrándose la lluvia durante los meses de junio y agosto, caen en promedio de 350 a 400 mm cada año (CChC, 2018; CMN, 2004).

Humedad y temperatura: debido a la proximidad al mar, la humedad es mayor y menores son las oscilaciones diarias y estacionales de la temperatura, en ambos casos por lo general no superan los 7°C (CChC, 2018). La temperatura media anual es de 14°C de acuerdo al CMN (2004) y hay una amplitud media anual, es decir, la variación entre los valores máximos y mínimos de temperatura durante el año es de 5,7°C, por lo tanto, no son frecuentes las temperaturas elevadas o bajas extremas.

Viento: los vientos dominantes son los del suroeste que soplan con fuerza en la costa, mientras que hacia el interior son moderados, en invierno dominan los noroeste, causantes de las precipitaciones, ya que, provienen de zonas más cálidas (CChC, 2018). Tal como menciona Ugarte (1910), los fuertes vientos que soplan desde el norte y noroeste la bahía son los que en época de invierno han causado grandes estragos.

Neblina o vaguada costera: la vaguada costera describe Castañeda (2016), es una zona en donde la presión atmosférica es un poco más baja que en los alrededores, conocida también como “baja costera”, esta zona de baja presión se forma en la costa central de Chile desplazándose de norte a sur. El fenómeno se manifiesta en la parte baja de la atmósfera lo que genera nubes cerca del suelo –estratos–, o en otras ocasiones nieblas y lloviznas. Cabe mencionar que en Valparaíso este fenómeno se presenta con regularidad, en especial por las mañanas, abunda la neblina o vaguada costera (Ver fig. 17 y 18).

En base al diagnóstico realizado por CChC (2018), se concluyó que Valparaíso del total de días del año presenta un 50% con buen tiempo, es decir, despejados en su mayor parte entre los meses de septiembre y marzo, mientras que un 34% son de mal tiempo o inestables, en general se presentan entre mayo y agosto. Por último, un 16% son regulares con neblinas parciales o nublado total.

A pesar de lo descrito por la literatura el clima en la V región ha variado bastante es por ello que se ha recurrido a fuentes oficiales como la Dirección Meteorológica de Chile, la cual emite reportes climatológicos anuales, entre ellos el más actual corresponde al año 2019, en donde describen a modo general las condiciones climáticas principales –t° media, precipitaciones, índice de radiación UV y eventos extremos– que ha presentado la región durante el año.

Los datos climatológicos de aquel año muestran que las precipitaciones anuales han registrado un déficit en gran parte del país, en el caso de Valparaíso la precipitación total acumulada anual fue de 83, 2 mm, en donde el mes de junio corresponde al mes con mayor precipitaciones con un total de 65, 4 mm. Por otra parte, la temperatura media anual en Valparaíso durante aquel año fue de 15°C, la temperatura mínima media anual de 11,5°C y la temperatura máxima media anual de 18,4°C. Mientras que los valores promedios del Índice UV durante los meses de verano estuvieron en valores extremos (11 o más), se alcanzó el valor de 12 en índice de Radiación UV durante Enero y 10 en Febrero. Por último, es importante mencionar que Valparaíso presentó

un total de 4 eventos de olas de calor que se concentraron en noviembre del 2018 y un total de 2 eventos de olas de frío en mayo y agosto del 2019, además de estar dentro de las regiones que presentaron sequía extrema.

Los efectos del cambio climático se han reflejado en la frecuencia y aumento de eventos extremos a nivel global, incrementándose los eventos climatológicos, hidrológicos y meteorológicos, hechos que han tornado necesario el monitoreo por parte de la Dirección Meteorológica de Chile, en particular por su Oficina de Cambio Climático. La cual ha dado a conocer los índices que se han visto alterados en Chile, estos son los índices asociados a la temperatura, en el caso de la quinta región han aumentado de forma intensa los días cálidos así como las temperaturas máxima extrema y de forma moderada también han aumentado las olas de calor, así como las noches cálidas; el otro índice es el asociado a las precipitaciones, también ha tenido variaciones con las disminuciones de precipitaciones desde Coquimbo al Sur, alterándose la cantidad de precipitación anual, así como la reducción de moderado a intenso de los días con precipitación (Ver fig. 19).

En síntesis, el clima ha sufrido variaciones a través del tiempo en Valparaíso, pasó de ser una localidad que presentaba abundantes precipitaciones a una que tiene un déficit considerable, además a pesar de que su temperatura media anual se ha mantenido dentro del rango la ciudad ha presentado eventos extremos de temperaturas elevadas y bajas considerables de forma más recurrente.

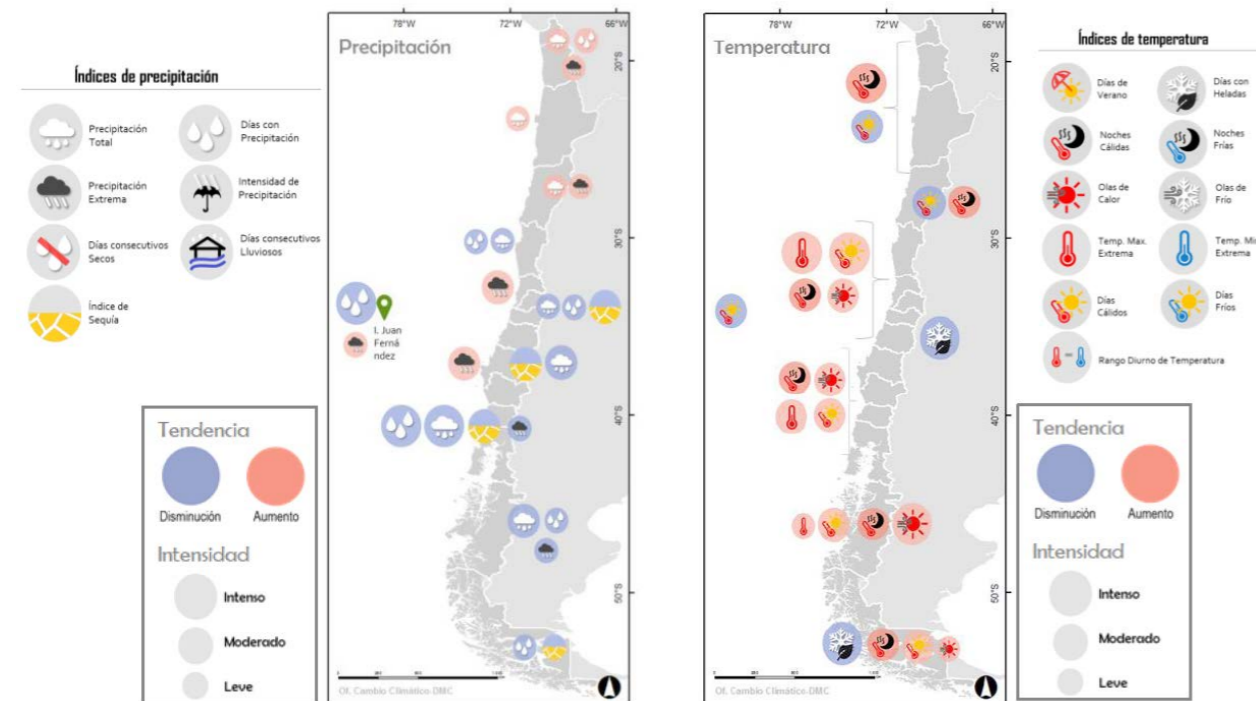


Figura 19
Esquemas de los índices de precipitación y temperatura.
Fuente: DMC, & DGAC, 2019, p.2.

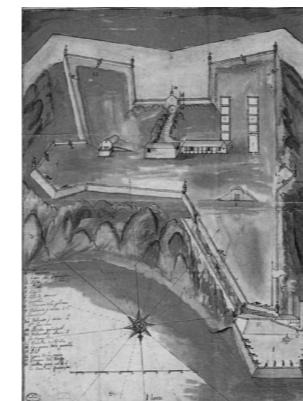


Figura 20
Dibujo y plano de una balsa de lobo marino, 1713.
Fuente: Memoria Chilena. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-98431.html>

Figura 21
Grabado del bombardeo y desembarco en Valparaíso por la escuadra holandesa del Almirante Joris Spilbergen, 1615.
Fuente: East end West Indian Spieghel. (1621). Amsterdam: Jan Jansz. Digitized by University Bielefeld, 2005. Disponible en: <http://ds.ub.uni-bielefeld.de/viewer/resolver?urn=urn:nbn:de:0070-disa-5412557>

Figura 22
Castillo San José de Valparaíso, 1740. Pedro Vogel.
Fuente: Saelzer, 2017, p.35.

1.2 CONTEXTO HISTÓRICO

Valparaíso posee una gran cantidad de antecedentes históricos, desde su fundación e inicios como ciudad puerto (1530-1810), esta bahía donde arribó el “Santiaguillo” en 1536 era ocupado por los “Changos” (Ver fig. 20), pueblo que vivían del cultivo, labranza, la pesca e intercambio de sus productos, construían sus embarcaciones de balsas de cuero de lobos, infladas y unidas mediante ligaduras, sostenidas con tablillas de madera (Ugarte, 1910). Pero, se le atribuye a Diego de Almagro la fundación de la ciudad en septiembre de 1536, fecha que se considera según Le Dantec (2003), como su inicio de ocupación como puerto colonial español, sin embargo fue en 1544 con la segunda visita de Pedro de Valdivia al valle de Quintil cuando se declaró de forma oficial a Valparaíso como puerto natural de Santiago.

Tras la desocupación del puerto, en 1559 es autorizada la fundación de una capilla levantada en el mismo lugar que la iglesia La Matriz y desde 1574-1575 el Cabildo de Santiago empezó a otorgar y adjudicar solares en el puerto a peticionarios (Ugarte, 1910; Cobos; Vásquez; Iglesias & Molina, 1999). Entre 1578-1600 la ciudad se vio amenazada y atacada por corsarios, entre los que destacan el asalto de los ingleses Francis Drake (1578) y Richard Hawkins (1594), así como el ataque del corsario Olivier Van Noort (1600). Los ataques terminaron en 1615 con el primer bombardeo (Ver fig. 21) que sufrió Valparaíso llevado a cabo por el holandés Spilbergen el cual redujo a cenizas el pequeño caserío (Ugarte, 1910; Le Dantec, 2003; Fagalde, 2011).

Debido a lo anterior, se construyeron diversas fortificaciones en Valparaíso para prevenir y mantener la defensa del puerto ante la amenaza inminente que significaba la piratería en aquel tiempo, dentro de ellas se encuentran: la batería de San Antonio (1624) –parte alta de Playa Ancha–, el fuerte La Concepción (1678) –quebrada del Almendro y Elías–, el castillo San José (1682-1692) (Ver fig. 22) –situado en la Planchada– (Cobos et al., 1999; Ugarte, 1910; Fagalde, 2011).

Entre los siglos XVI y XVII el comercio que se originó en el puerto en sus inicios era precario, a excepción de los meses de diciembre a abril cuando llegaban los buques desde el Callao a realizar intercambios –géneros y víveres– (Ugarte, 1910). A fines del siglo XVII y principios del XVIII el comercio cambió según Fagalde (2011), se empezó a producir contrabando con buques franceses, comenzaron a llegar hombres de estudio –gracias a los viajes civilizadores de comercio– arribaron a Valparaíso: Louis Feuillée (1709), Amadée Francois Frezier (1712), Barbinais Le Gentil (1714), quienes levantaron planimetrías y llevaron a cabo estudios que se les encomendaron (Ver fig. 23).

Durante el siglo XVIII se comenzó a utilizar la ruta mercante del Cabo de Hornos y la alta demanda de trigo en el Perú –uno de los recursos más comercializados– impulsó el progreso de Valparaíso, construyendo grandes bodegas de acopio y habitaciones (CMN, 2004; Ugarte, 1910; Fagalde, 2011). En 1791 se inauguró y autorizó el municipio porteño, el cual realizó obras de mejoramiento urbano, pero no fue hasta 1799 cuando se declaró oficialmente que el puerto y el Almendral conformaban una sola ciudad, entregando en 1802 el rango de ciudad mediante la cédula real que le otorgó el título de “Muy leal e ilustre ciudad de Valparaíso de Puerto Claro”, posterior a ello en 1811 es declarada por el Congreso Nacional como “principal puerto del territorio” (Ver fig. 24) (Ugarte, 1910; Cobos et al., 1999; CMN, 2004). En 1811 se declararon puertos mayores a Coquimbo, Valparaíso, Talcahuano y Valdivia, puertos en los cuales se podía establecer libre comercio internacional (Benavides; Pizzi & Valenzuela, 1994).

El desarrollo arquitectónico y urbanístico que presentó la ciudad entre 1820-1850, le permitió dejar atrás su pasado colonial y dar paso a su época republicana. Periodo en el que se desarrolló el comercio, se implementaron servicios e infraestructuras gracias a su auge económico y la apertura de mercados. Desde 1822 según Urbina (2001), se comenzaron a instalar comerciantes extranjeros –ingleses, franceses y alemanes– con sus familias o solos en los cerros Alegre y Concepción, para construir sus casas y chalets con estilo europeo, las casas criollas y los pocos edificios públicos y privados en aquella época se comenzaron a construir según la autora con ladrillos o adobes.

Desde 1820 según Martland (2017), el gobierno chileno comenzó a apoyar el comercio internacional –que creció de forma acelerada–, una de las medidas implementadas fue el uso de los almacenes para acopiar las mercaderías extranjeras sin pagar impuestos de internación. Las políticas, la estabilidad del gobierno y su ubicación atrajeron tanto a barcos como a empresas extranjeras e inmigrantes, Valparaíso entró en vías de prosperidad. En 1830 se alcanzó un alto nivel de comercio, las tasas aduaneras demuestran que la exportación de trigo chileno a California y Australia fue uno de los recursos que significó un empuje económico. El puerto se convirtió en el lugar de depósito para las mercaderías en tránsito –en 1832 recalaban un total de 275 barcos, en 1834 aumentaron a más de 400 naves, en 1836 había un total de 73.000 mercancías extranjeras depositadas en el puerto– (Ver fig. 25) (CMN, 2004; Ugarte, 1910; Sánchez et al., 2011).

Las compañías navieras explica Benavides et al. (1994), fueron parte importante del desarrollo comercial y portuario, así como ciertos ciudadanos como: William Wheelwright pionero en la navegación a vapor, obtuvo en 1835 un decreto que lo autorizaba y le entregaba la concesión por cinco años para establecer un servicio de navegación con barcos a vapor en las costas de Chile, para ello Wheelwright viajó a Londres a obtener los capitales necesarios para formar la empresa, la cual denominó “Pacific Steam Navigation Company” (P.S.N.C.), después de organizar la empresa mandó a construir dos vapores, buques de madera de 700 toneladas, bautizados con el nombre de “Chile” y “Perú” (Le Dantec, 2003).

En 1840 tras la derrota de la Confederación Perú-Boliviana⁴ según Sánchez et al. (2011), Valparaíso se logra consolidar como la ciudad y el puerto más importante dentro de la costa oeste del Pacífico, después del puerto de San Francisco en California (Ver fig. 26). En ese mismo año llegaron al puerto las dos primeras naves desde Inglaterra, operadas por la P.S.N.C., compañía naviera que creó agencias en Chile, uno de los puertos en los que se estableció fue Valparaíso (Benavides et al., 1994).

Las primeras transformaciones urbanas de la ciudad fueron auspiciadas por el Estado e iniciaron en 1848, cuando las exportaciones a California alcanzaron sus mayores niveles. Se realizaron trabajos de gran envergadura en la ciudad porteña como: excavación de los cerros para dar cabida a la plaza municipal Echaurren y a la calle La Planchada –Serrano–, relleno de terrenos –desde los astilleros de Punta Duprat hasta la plazuela de la actual subida Carampangue– (Benavides et al., 1994; Le Dantec, 2003). También se concedieron permisos exclusivos del gobierno para construir el ferrocarril entre Valparaíso y Santiago, y en 1850 Guillermo Wheelwright obtiene la concesión de la Municipalidad de Valparaíso para proveer de agua potable a la ciudad (Ver fig. 27) (Hernández & Osorio, 2018).

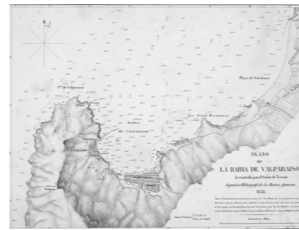


Figura 23
Die Rheede Valparaíso, Hamburg, 1749. Amadeo Francisco Frezier.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Disponible en: <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/635/w3-article-157176.html>

Figura 24
Plano del puerto de Valparaíso, trabajado en 1790.
Fuente: Cobos et al., 1999.

Figura 25
Plano de la Bahía de Valparaíso, 1838. Tesson.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Disponible en: <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/635/w3-article-311713.html>

4. Primera Guerra del Pacífico, Guerra contra la unificación Perú-Boliviana iniciada en 1837 hasta 1839 cuando el ejército chileno derrotó a la confederación en la batalla de Yungay.

Figura 26
Izq. grabado Aduana de Valparaíso, Fisquet, Th., 1841.
Der. Pintura del Puerto de Valparaíso, Rugendas, M., 1844.
Fuente: Pereira Salas, E., 1992, p.216.
Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-9145.html>
Museo Municipal de Bellas Artes, Valparaíso. Disponible en: <https://www.surdoc.cl/registro/51-153>

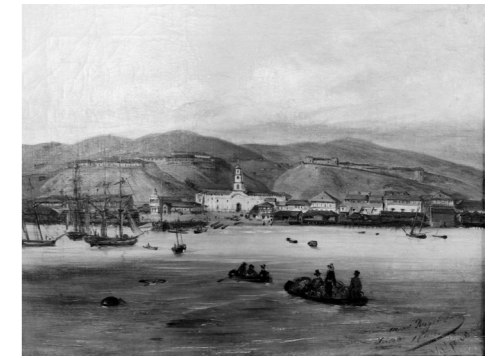
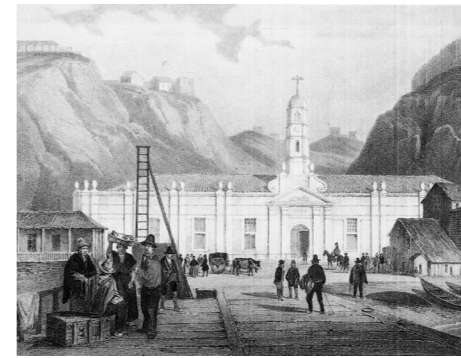


Figura 27
Plano de Valparaíso levantado en 1851, Gilliss, J.
Fuente: Blog Historia decimonónica de Chile. Disponible en: <http://sergiotorresvial.blogspot.com/2016/08/plan-of-valparaiso-plano-del-puerto-de.html>

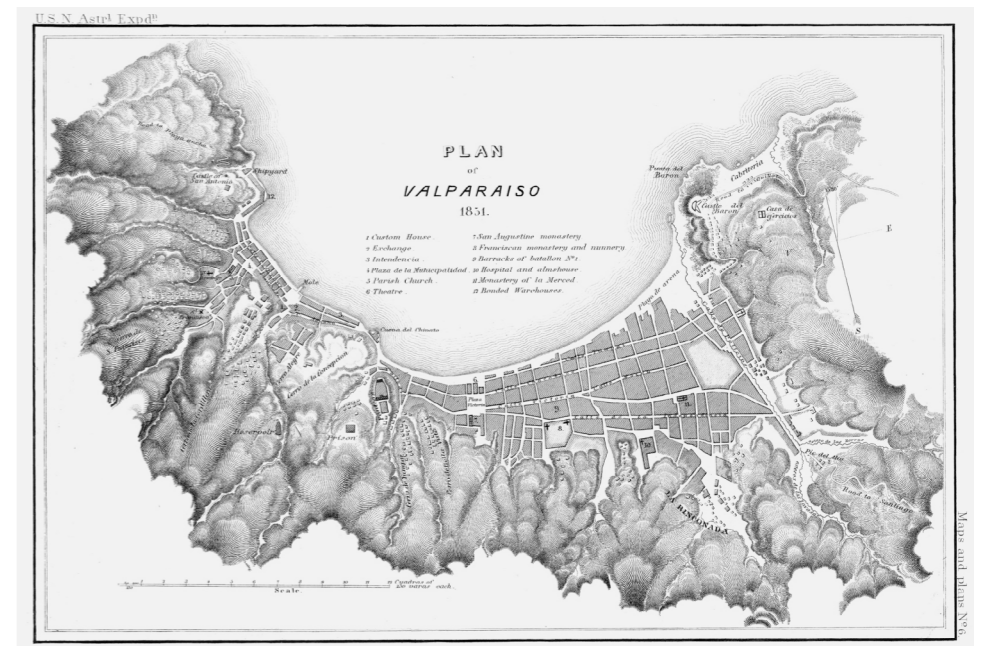


Figura 28
Puerto de Valparaíso, hacia 1851.
Fuente: Memoria Chilena. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-68017.html>

Figura 29
Almacenes fiscales, 1863.
Fuente: Blog Imágenes de Chile de 1900. Disponible en: <http://chile-del1900.blogspot.com/2013/07/valparaiso-parte-3.html>

El periodo de mayor auge del puerto se concentró entre 1850-1900, desde 1850 se comenzaron a ejecutar planes de ordenamiento en los asentamientos costeros como Valparaíso, para que coexistieran los centros cívicos con un espacio puerto (Ver fig. 28). Aquel auge se reflejó en la infraestructura y desarrollo portuario, el Gobierno según describe Le Dantec (2003), le encarga al ingeniero Juan Brown la construcción de los almacenes fiscales –primer cuerpo construido en 1851, el segundo cuerpo en 1852 y el tercer cuerpo en 1853– edificaciones compuestas por un total de tres hileras de almacenes (Ver fig. 29).

Otra obra importante que se materializó en 1851 fue el ferrocarril entre Valparaíso y Santiago, para la construcción de las vías férreas se facultó a Allan Campbell a iniciar los estudios del trazado de la línea, en 1852 iniciaron la construcción de las obras del ferrocarril, trazado que sufrió variaciones en 1854 se desechó el trazado inicial propuesto por Concón hacia Quillota reemplazándolo por otro que iba desde Limache hasta Quillota, tramo del recorrido que fue finalizado en 1857 año en que ya habían recorridos regulares entre Valparaíso y Quillota (Le Dantec, 2003).

El crecimiento de las exportaciones a fines de 1855 se detuvo, puesto que California y Australia ya no necesitaban importar trigo, perdiendo paulatinamente Valparaíso su dominio comercial internacional (Martland, 2017). A pesar de ello la ciudad seguía su desarrollo, se instaló un sistema de alumbrado a gas en 1856 gracias a la compañía que se conformó entre la Municipalidad, José Ramón y Buenaventura Sánchez, luego se pasó a instalaciones eléctricas con las líneas centrales de la misma compañía de gas (Ugarte (1910). Le



Figura 30
El puerto y los cerros de Valparaíso, 1864.
Fuente: Rodríguez Villegas, H., 2001, p. 127. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/mc0014657.pdf>



Dantec (2003), afirma que en 1861 el puerto de Valparaíso vivía una época de esplendor, ya que la media indicaba que entraban por lo menos 6 barcos diarios a la bahía, los comerciantes empezaron a solicitar un muelle para carga y descarga de los barcos (Ver fig. 30) (Martland, 2017). El ingeniero Enrique Meiggs en 1861 realizó el tramo más complejo de la construcción del ferrocarril –sección que faltaba entre Quillota y Santiago– obras viales que finalizaron en dos años, se inauguró así en 1863 oficialmente el ferrocarril con el primer tren que llegó a Santiago (Ver fig. 31). Otro avance en materia de transporte fueron los “carros de sangre o urbanos”, los cuales desde 1863 comenzaron a circular desplazándose sobre rieles tirados por una pareja de caballos, avance que llegó gracias al empresario David Thomas, quien ubicó en la estación Barón las caballerizas con los 350 caballos desde donde partían los recorridos por la ciudad (Urbina, 1996).

En 1866 Valparaíso sufre un segundo bombardeo por la escuadra española, bombardearon el puerto durante tres horas dejándolo completamente en ruinas y con diversos incendios que destruyeron los almacenes fiscales así como otros edificios cívicos de la ciudad (Ugarte, 1910; Fagalde, 2011). Para la reestructuración de la ciudad tras el bombardeo, se llevaron a cabo iniciativas de ordenamiento con un plan de remodelación según Benavides et al. (1994), que buscaba ampliar las calles a 20 m, regularizar las líneas de edificación, canalizar los cauces, pavimentar calles y completar un centro cívico en la plaza Victoria (Ver fig. 32). A pesar de las cuantiosas pérdidas del bombardeo Valparaíso continuaba con su desarrollo como puerto, es por ello que la P.S.N.C. recibió una subvención del gobierno chileno en 1867 para inaugurar el servicio directo a Europa.

En 1870 se trazó el camino Cintura, para ordenar el crecimiento demográfico que comenzó a experimentar la ciudad. El intendente Francisco Echaurren (1870-1876), promovió nuevas obras y remodelaciones para la ciudad, gracias a la ley de “Transformaciones de Valparaíso”, reedificando los almacenes fiscales (Ver fig. 33) e inició la primera obra portuaria chilena de importancia, la construcción del muelle fiscal (1873-1883) (Ver fig. 34), que funcionó hasta 1919 (Urbina, 2016; Fagalde, 2011). Las ordenanzas municipales impulsaron en 1874 una remodelación del sector Almendral –principalmente de plazas, el Hospital, avenidas y paseos como la alameda en el paseo las Delicias–. También tras las ideas higienistas de la época, a partir del siglo XIX se comenzó a temer por los cauces que atravesaban de forma transversal la ciudad, por ello se construyeron redes de agua y alcantarillado y se adoquinaron las calles, los rellenos crearon nuevas vías conectoras, como la consolidada Gran Avenida

Figura 31
Sup. estación Puerto. Inf. estación Bellavista.
Fuente: Campbell, 2010, p.xiii y p.99. Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/bnd/632/w3-article-355613.html>.

Figura 32
Plano de la Ciudad de Valparaíso, 1871. Grabado por Erhard.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/bnd/635/w3-article-311704.html>

Figura 33
Almacenes fiscales, hacia 1890, LeBlanc, F.
Fuente: Memoria Chilena. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-67721.html>



Figura 34
Muelle fiscal.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Recopilación de imágenes de Chile. Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/visor/BND:606262>

Figura 35
Ascensor Cordillera.
Fuente: Harry Olds.ca.1900.

Figura 36
El borde costero en 1885, malecón y futura calle Errázuriz, LeBlanc, F.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Álbum vistas de Valparaíso. Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/visor/BND:8005>

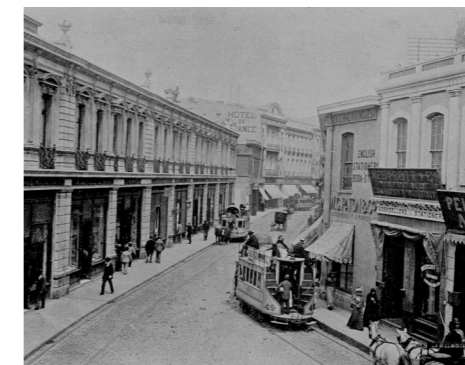
Figura 37
Izq. Calle Esmeralda, Valparaíso. Der. Calle Condell, Valparaíso.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Recopilación de imágenes de Chile. Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/visor/BND:606262>

Figura 38
Izq. Calle Blanco hacia el Almendral, LeBlanc, F. Der. Inmueble de la calle Cochrane. Casas de la elite porteña a fines del siglo XIX, Garreaud & Cía.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Álbum vistas de Valparaíso. Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/visor/BND:8005> Colección Biblioteca Santiago Severín.

Brasil que se inauguró en 1877 y reordenó el espacio de la ciudad (Hernández et al., 2018; Saelzer, 2017).

Debido al conflicto armado –la Guerra del Pacífico (1879-1883)– se establecieron numerosas empresas en el puerto que realizaban las transacciones salitreras que antes se llevaban a cabo en el Callao, se utilizó el puerto como embarque de productos mineros del Norte y del trigo que provenía del Valle Central, convirtiéndose así el salitre en uno de los recursos minerales dinamizadores para el país y para Valparaíso, consolidándose los nexos comerciales con los países industrializados como Inglaterra y Estados Unidos (Sánchez et al., 2011; Vergara & Ferrada, 2010). Desde 1883 se comenzaron a instalar los funiculares en los cerros porteños (Ver fig. 35), el primero de ellos fue el del cerro Concepción (1883) y el segundo el del cerro Cordillera (1886).

El progreso se vio reflejado en las construcciones como menciona Waisberg (1978), el respaldo del auge minero le sirvió a la clase acomodada para manifestar su deseo de reemplazar las viviendas coloniales por mansiones e importar materialidades selectas. En 1885 habían en Valparaíso magníficos edificios de 2, 3 y hasta 4 pisos en las calles principales, la parte baja se empleaba como negocios, bazares, tiendas, talleres, casas de moda, joyerías, sederías, peluquerías, entre otros usos (Ver fig. 36). El sector Puerto, las calles Esmeralda y Condell se caracterizaron por concentrar el progreso económico en la ciudad (Ver fig. 37), mientras que el sector Almendral se convirtió en el centro de las actividades comerciales minoristas e industriales. En 1890 la construcción en Valparaíso estaba en pleno apogeo, es por ello que se levantaron una gran cantidad de edificios y casas particulares, la calle Blanco era una de las más notables, ya que después de ganar aquellos terrenos al mar esta calle estaba cubierta de magníficos inmuebles de tres pisos y de fachadas continuas (Ver fig. 38) (Urbina, 1996).



El declive de la ciudad porteña lo podemos enmarcar entre los años 1900-1930, periodo de tiempo en que producto de múltiples acontecimientos se generó un descenso de la actividad económica, financiera y portuaria en Valparaíso, que conllevó a la actual problemática de desvalorización, abandono y deterioro urbano.

Valparaíso a inicios del siglo XX ya era una ciudad urbanizada, el sector del Almendral hacia 1903 contaba con áreas verdes, iluminación eléctrica (1903), tranvías eléctricos (1905), calles ordenadas y edificios con estilo, aunque los conventillos, ciertas calles sin pavimentar y algunas quebradas sin abovedar significaban un problema social-sanitario en aquella época (Hernández et al., 2018). En 1904 surgió un avance en su transporte urbano, sustituyeron los “carros de sangre” por el “ferrocarril urbano” o “tranvía eléctrico”, sistema de transporte de pasajeros que requirió enrielar las principales calles desde la estación Barón hasta Playa Ancha, gracias a la concesión del Municipio con Saavedra Bernard y Cía. (Ver fig. 39), en el mismo año la plaza Victoria fue iluminada con luz eléctrica (Urbina, 1996). Este periodo también se vio enmarcado por huelgas que realizaban los obreros, producto de las crisis generales o parciales.

El terremoto de 1906, evento de magnitud 7.9 en escala Richter, generó destrucción de gran envergadura en la ciudad (Ver fig. 40), incidente que afectó a todo el puerto pero en especial al área del Almendral, en donde muchas edificaciones terminaron como escombros (Ver fig. 41) producto de estar construidas sobre suelo arenoso (Hurtado, Salazar & Muñoz, 2016). Este evento fue altamente destructivo, dejó daños cuantiosos por los numerosos incendios que se iniciaron a consecuencia del terremoto, según las cifras oficiales el evento: “...dejó 3.882 muertos (un 2,38% de la población, según la que había contabilizado en 1905) y unos 20.000 heridos (12,3%).” (Urbina, 2016, p.109-110).

Tras el evento el gobierno dictó medidas como la “ley de transformación del 6 de diciembre de 1909”, para la reconstrucción y transformación de Valparaíso, se conformó también la “Junta de Reconstrucción del Almendral” y se diseñó un plan de reconstrucción. Materializándose diversas obras, se inició con la nivelación de los terrenos, se instalaron cañerías de gas (1909), se instalaron desagües obra llevada a cabo por “The Valparaíso Drainage Company”, se abovedaron los esteros que bajaban por el sector Almendral –estero las Delicias, los Lavados, Pocuro, las Cañas, Rinconada y el estero de Jaime–, se reemplazó la calle Victoria antiguo Camino Real por un trazado recto la avenida Pedro Montt (Ugarte, 1910; Hernández et al., 2018; Urbina, 1996).

Los vapores de carga y pasajeros que recibía Valparaíso en 1910 aumentaron (Ver fig. 42), eran un total de 24 vapores que circulaban por la ruta costera hasta Panamá a través del estrecho de Magallanes y otros 16 lo hacían para cubrir el servicio de la costa del Pacífico, por ello se comenzaron a desarrollar obras de ingeniería entre 1912-1930 periodo de mayor trascendencia en obras portuarias –la construcción de molos, muelles y espigones– elementos que dieron forma al puerto, le entregaron la cabida al comercio y al movimiento marítimo (Ver fig. 43) (Fagalde, 2011).

El ascenso del puerto se ve afectado por tres episodios decisivos para Valparaíso, como fue la apertura del canal de Panamá, la Primera Guerra Mundial y la aparición del salitre sintético, hechos que en su conjunto llevaron a una caída importante del movimiento portuario que hasta antes de aquello se hacía por una ruta que comprendía desde la costa este de Estados Unidos o Europa hacia el Cabo de Hornos (Benavides et al., 1994). La Primera Guerra Mundial (1914-1918) trajo como consecuencias negativas para el puerto el



Figura 39
Sup. Ferrocarril Urbano, Valparaíso, Av. De las Delicias, Garreaud & Cía. Inf. Ferrocarril Urbano de Playa Ancha. Fuente: Colección Biblioteca Santiago Severín, 1880 aprox. Harry Olds.ca.1900.

Figura 40
Gran avenida Brasil posterior al terremoto de 1906. Fuente: Colección Rodrigo Millán Armijo. Herrera Floody, R., 1906, p.219. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-127354.html>

Figura 41
Sup. una calle del Almendral tras el terremoto de 1906. Inf. paseo Atkinson luego del terremoto de 1906. Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Álbum fotográfico: Terremoto de Valparaíso 1906, Familia Tello Tello. Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/bnd/629/w3-article-606226.html> Blog Imágenes de Chile de 1900. Disponible en: <http://chiledel1900.blogspot.com/2013/07/valparaiso-parte-3.html>

aumento considerable de desempleo, ya que antes de iniciado el conflicto en el puerto habían 3.000 obreros cesantes cifra que subió a 10.000 producto de la paralización industrial y comercial, la apertura e inauguración del Canal de Panamá, ruta interoceánica significó la exclusión de Valparaíso dentro de las rutas comerciales, se dejó de lado la ruta del Cabo de Hornos y del Estrecho de Magallanes (Vergara et al., 2010; Urbina, 1996, Urbina, 2016).

Las empresas productoras de salitre en Chile terminaron vendiendo producto de la competencia que les significó la aparición del nuevo salitre sintético, además en 1929 se termina por consolidar Santiago como metrópolis concentrándose en ella todas las labores económicas y políticas del país, perjudicando a las otras regiones entre ellas Valparaíso, situación que empeoró con la crisis económica del mismo año (Vergara et al., 2010; Urbina, 1996). Producto de los múltiples factores ya mencionados comenzó a decaer la actividad portuaria, además trajo consecuencias negativas al comercio de gran escala y la actividad comercial urbana, por lo que muchas empresas, industrias, bancos y otros servicios emigran a Santiago, lo que llevó a que durante la segunda mitad del siglo XX se estancara la ciudad en especial el sector Puerto (Urbina, 1996; Vergara et al., 2010).

Figura 42
Plano de Valparaíso, 1910. Levantamientos efectuados por la Marina de Chile 1877-1907. Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/bnd/631/w3-article-585002.html>

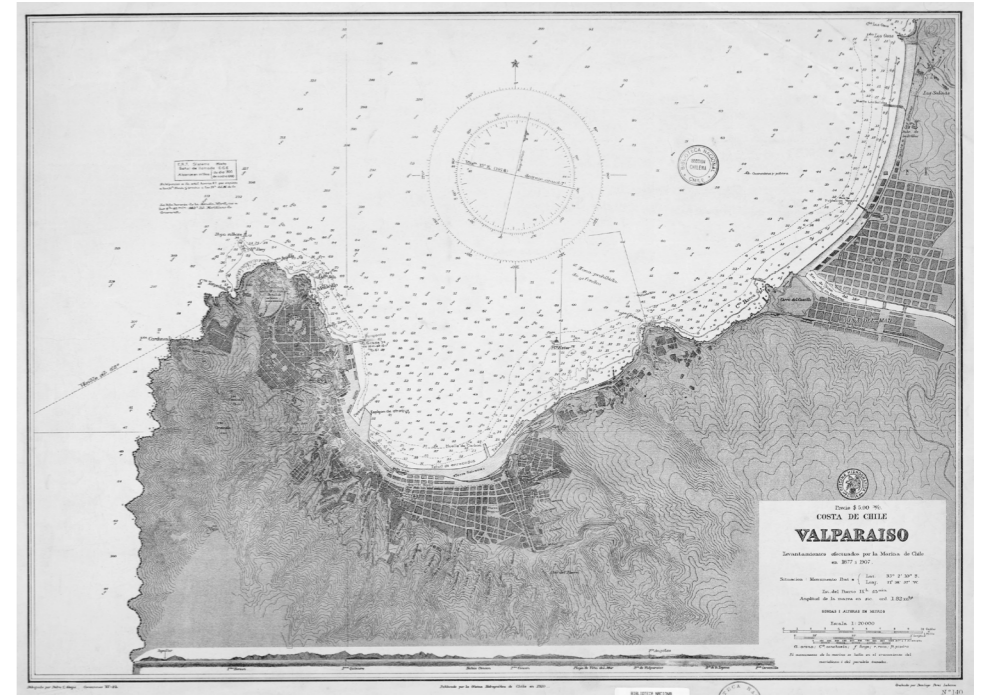
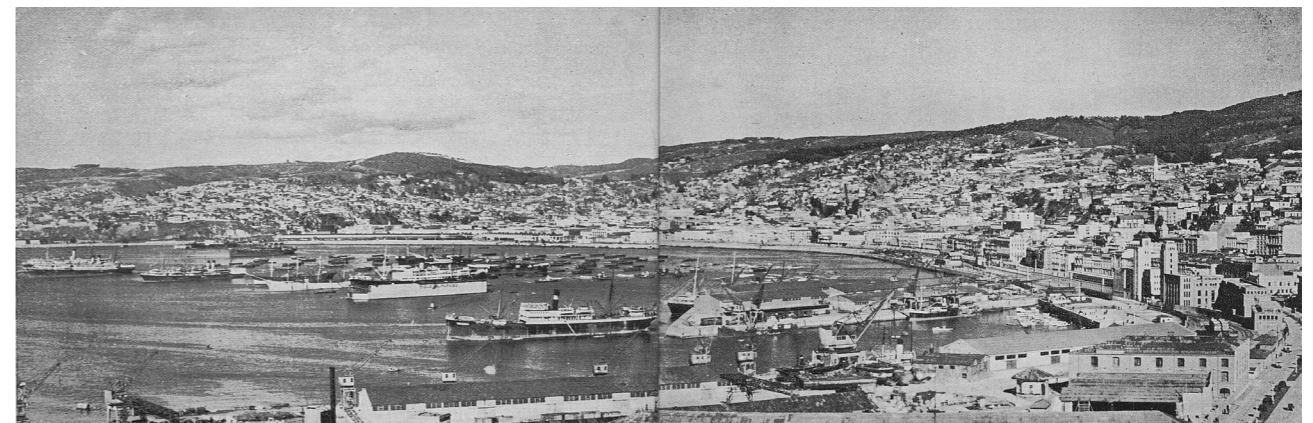


Figura 43
Panorámica del puerto de Valparaíso, 1938. Fuente: Memoria Chilena. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-588663.html>



1.3 PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y URBANO

Cuando nos referimos al patrimonio de la ciudad de Valparaíso debemos comprenderlo como aquella herencia cultural que nos ha sido entregada del pasado y que transmitiremos a las generaciones venideras con el fin de preservar y continuar con aquel legado.

A nivel mundial después de haber sido aprobada la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural desarrollada en París, por la UNESCO en 1972, la cual entregó las bases para la conservación y protección del patrimonio, Chile ratificó aquella convención en 1980 (Ver anexo 2), comprometiéndose el estado a identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural que se encuentra en el territorio chileno. Es así como se postuló a la Lista de Patrimonio mundial, nómina de bienes patrimoniales culturales y naturales de todo el mundo que presentan un valor universal excepcional (VUE) para toda la humanidad, el Área Histórica de la Ciudad Puerto de Valparaíso en Julio del año 2003, postulación que fue aprobada, permitiendo declarar a Valparaíso Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, primera y única ciudad Patrimonio de la Humanidad de Chile, inscrito bajo el criterio (iii), que confirma que “Valparaíso es un testimonio excepcional de la primera fase de la globalización a fines del siglo XIX, cuando se convirtió en el principal puerto comercial en las rutas marítimas de la costa del Pacífico de América del Sur.” (UNESCO, 2003)⁵, la propiedad declarada constituye 23,2 ha. y cuenta con una zona de amortiguación de 44,5 ha. (Ver fig. 44)

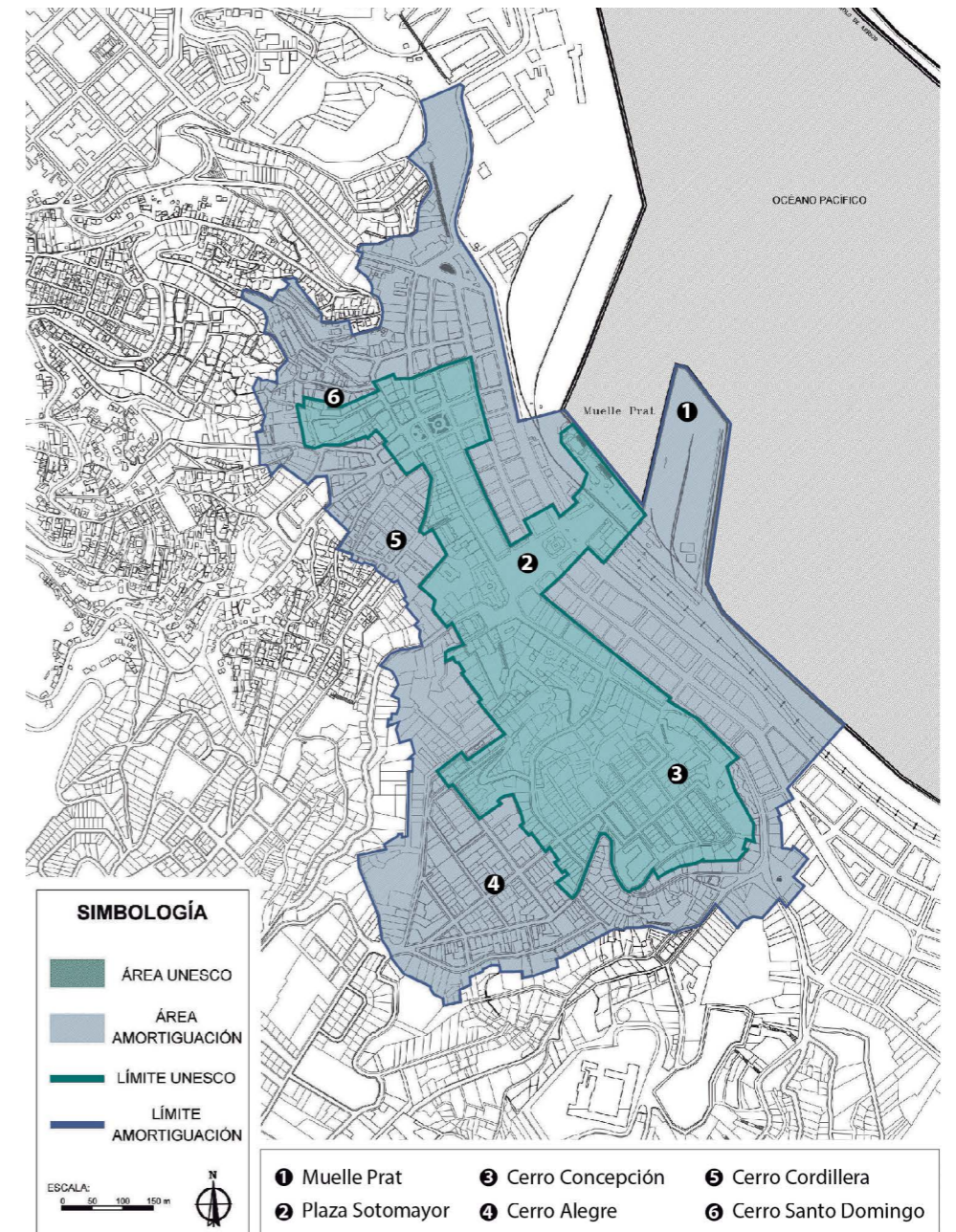
Por otra parte cabe mencionar que a nivel nacional Valparaíso ha protegido su patrimonio desde 1938 cuando declaró su primer monumento histórico el Fuerte Esmeralda⁶, en 1971 declaró su primera zona típica correspondiente al entorno de la Iglesia La Matriz⁷ y se agregó de forma simultánea el inmueble patrimonial como M.H. Respecto al patrimonio que presenta la región de Valparaíso, según la última actualización de Junio del 2020 sobre la “estadística de monumentos nacionales declarados por decreto” que entrega el CMN, señala que Valparaíso posee un total de 199 Monumentos Nacionales declarados, de ellos 88 se concentran en la comuna de Valparaíso (Ver gráfico 1).

Es importante mencionar que el Área Histórica de la Ciudad Puerto de Valparaíso a su vez está declarada a nivel nacional para su protección en la categoría de Zona Típica o Pintoresca, en el año 2001 bajo el Decreto N° 605 se declaró gran parte del área histórica de la ciudad, área que se encuentra conformada por una gran cantidad de entornos o sectores que poseen el mismo tipo de declaratoria (Zonas Típicas). La ciudad de Valparaíso fue pionero en aplicar la norma de la LGUC, al reconocer y resguardar a nivel local mediante el Plan Regulador Comunal (PRC) un conjunto de Zonas de Conservación Históricas (ZCH) continuas, por medio del “Seccional de preservación de inmuebles y zonas de conservación histórica”, aprobado en 1997 (Sánchez, Bosque & Jiménez, 2009).

Además han realizado múltiples modificaciones al PRC de Valparaíso, con el fin de ampliar y declarar nuevas ZCH, así como normativas integradas al PRCV, con modificaciones relacionadas al patrimonio y su conservación, como el “Seccional de preservación de vistas desde paseos miradores” o normativas que regulan la altura de los inmuebles, por mencionar algunas (CChC, 2018). Hasta se creó un Instructivo de intervención para el Área Histórica de Valparaíso, instrumento complementario al PRC el cual entrega pautas para intervenciones en el área, guiándose por los lineamientos y criterios del CMN, en el instructivo se establecen indicaciones adicionales específicas, orienta-

das a resguardar los valores patrimoniales que llevaron a la declaratoria de aquellos bienes como Monumentos Nacionales (CMN, 2004).

Figura 44
Área inscrita como SPM y su zona de amortiguación.
Fuente: Cáceres, 2016, p.65.



Monumentos Nacionales en la región de Valparaíso

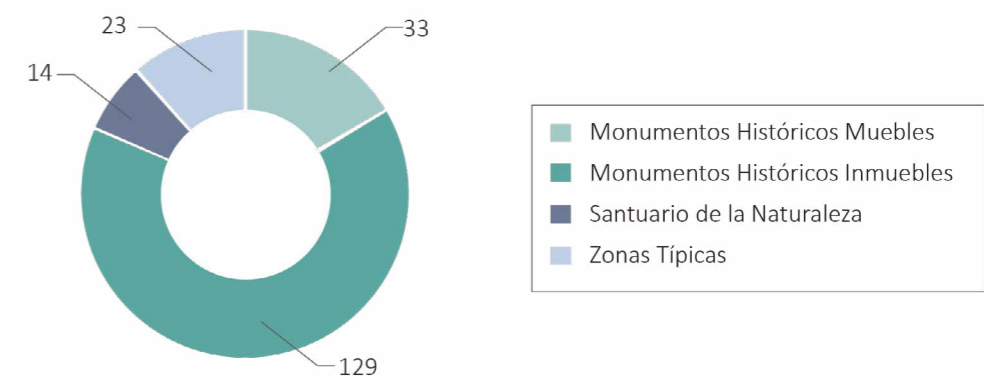


Gráfico 1
Categorías del patrimonio.
Fuente: Elaboración propia, en base a la información recopilada de: <https://www.monumentos.gob.cl/monumentos>

5. En <http://whc.unesco.org/en/list/959>, consultado el 04-05-2020.

6. Por Decreto Supremo N°1.510 del 26 de marzo de 1938.

7. Por Decreto Supremo N°2.412 del 6 de octubre de 1971. Ampliando sus límites bajo el Decreto Exento N°605 el 31 de agosto de 2001.

La riqueza y significado que tiene el patrimonio de Valparaíso por sus atributos que presenta tanto en su aspecto histórico, arquitectónico, constructivo, cultural, entre otros, lo describen de forma acertada y completa Jiménez & Ferrada (2003), quienes lo distribuyen en cuatro dimensiones.

i. Valor histórico: la historia de la ciudad, con sus apogeos y decadencias, es un atributo que sustenta la identidad propia de esta urbe.

ii. Valor urbano: sus espacios urbanos conformados en su traza irregular y espontánea que desarrolló la ciudad, la adaptación de sus calles y barrios a la topografía porteña, generó espacios funcionales y complejos, pero que caracterizan a la ciudad como son: sus plazas, miradores, traspasos, pasajes, escaleras, funiculares, los edificios manzana y cruceros, situaciones que se visualizan en los cerros o en el plan de la ciudad (Ver fig. 45).

iii. Valor arquitectónico: existen importantes materializaciones arquitectónicas de fines del siglo XIX e inicios del siglo XX, presentes tanto en arquitectura religiosa, industrial, bancaria, institucional, hotelera y residencial de la ciudad, además de la arquitectura vernacular que surgió en los cerros, gracias al traspaso de imágenes y técnicas que fueron arraigadas por la población, se logró desarrollar una arquitectura adaptada a la ciudad, tanto a su geotopografía, a los materiales y sistemas constructivos disponibles y considerando su situación sísmica, lo que permitió aplicar soluciones con una escala y proporciones que se incorporan con la realidad Chilena (Ver fig. 46). Cabe señalar que como menciona el CMN, & Corporación Patrimonio Cultural de Chile (2012), la localidad también tiene un patrimonio portuario y naval significativo, como sus muelles, inmuebles de institucionalidad naval y aduanera, entre otros.

iv. Valor intangible cultural: esta última dimensión tiene relación con el valor del modo de vida que han heredado los porteños, con respecto al desarrollo urbano, geográfico y los recursos. Esta valoración cultural es sobre los habitantes, sus costumbres, las formas de habitar, las tradiciones que desarrollan, las manifestaciones inmateriales que llevan a cabo, ya sean de carácter religioso como la procesión de San Pedro, las festividades y costumbres como el año nuevo en el mar, todos esos elementos de expresión que configuran su identidad porteña.

La investigación se centrará en los valores constructivos y arquitectónicos de la ciudad, pero siempre tomando en consideración la existencia de las otras dimensiones. A continuación se muestra una tabla realizada por Cáceres (2016), la cual refleja los atributos del sitio, junto con los valores asociados a Valparaíso y los actores interesados en aquellos valores (Ver tabla 1), valores que según el autor constituyen la riqueza patrimonial del sitio, pero que se encuentran expuestos ante amenazas latentes que pueden alterar su identidad, de igual forma concuerdan con lo descrito el CMN et al. (2012), quienes enfatizan en la necesidad de abordar las amenazas y riesgos en variados ámbitos, como la vulnerabilidad material ante los insectos xilófagos, amenaza a la que se encuentra expuesto el sitio desde su inscripción.

La traza urbana tan característica que logró desarrollar Valparaíso a través del tiempo representa un valor urbano único, estos espacios que se han generado tanto de forma natural y espontánea, así como también producto de la intervención humana con las múltiples modificaciones que experimentó la orilla costera durante los años de apogeo del puerto, terrenos que sirvieron para expandirse y crear nuevas avenidas, zonas de esparcimiento, nuevos edificios característicos de la ciudad, paseos, entre otros, representan aquel crecimiento urbano que se expresa a continuación en la secuencia de cómo

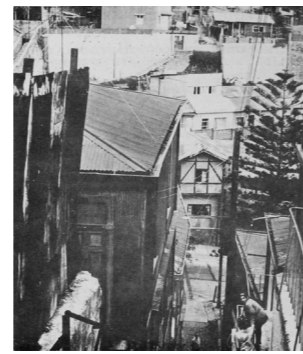


Figura 45
Fotografía tomada desde una escalera y el ascensor Villaseca en Valparaíso.
Fuente: sup. Waisberg, 1978, p. 70. Inf. Godoy, 1970, p. 57.

Figura 46
Fotografías de la arquitectura porteña, sup. la casa Proa Álvaro Besa y inf. el Palacio Baburizza.
Fuente: Boza & Castillo, 1978, p. 33.

Tabla 1
Atributos y valores del sitio patrimonio de la humanidad de Valparaíso.
Fuente: Cáceres, 2016, p.70.

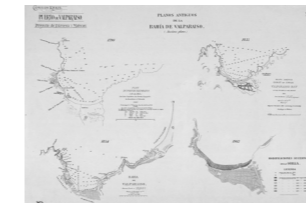


Figura 47
Planos antiguos de la Bahía de Valparaíso, Proyecto de Dársena i malecón, comisión Kraus, 1910.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Disponible en: <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/635/w3-article-350545.html>

Figura 48
Izq. plano de las etapas del desarrollo urbano de Valparaíso (1713-1940). Der. Planimetría crecimiento urbano de Valparaíso (1536-2014).
Fuente: Benavides et. al., 1994, p.63. Zamora, C., 2019, p.31.

fue variando la planimetría de la ciudad (Ver fig. 47) y con la superposición de planos que muestran cómo se fueron poblando las quebradas de Valparaíso, junto con las transformaciones y aparición de nuevos elementos urbanos como muelles, bodegas, estaciones, que estructuraron el espacio de este centro urbano (Ver fig. 48).

Nº	ATRIBUTOS DEL SITIO	TIPO DE ATRIBUTO	VALORES ASOCIADOS	INTERESADOS DE ESTOS VALORES
1	Su particular geografía y topografía conformada por una bahía, una estrecha planicie costera y un conjunto de cerros surcados por múltiples quebradas, dan lugar a la condición de anfiteatro de la ciudad.	Tangible Intangible	Urbanístico Ambiental Estético	Administradores del sitio Planificadores urbanos Habitantes Visitantes
2	Trazado urbano condicionado por la topografía y que da lugar a una serie de espacios públicos, desniveles, quiebres, encrucijadas típicos rincones del puerto, escaleras, pasajes, senderos, recodos, miradores, etc.	Tangible Intangible	Urbanístico Ambiental Social	Administradores del sitio Habitantes Visitantes
3	Su particular arquitectura, obras de las más variadas tipologías y estilos, basados en los pensamientos y modelos artísticos de la época, gran variedad de técnicas constructivas adaptados a la topografía del lugar.	Tangible Intangible	Histórico Artístico Urbanístico Tecnológico Estético	Administradores del sitio Propietarios Visitantes / Turistas
4	El Puerto de la ciudad representa un extraordinario ejemplo de la herencia de la era industrial asociado al comercio marítimo internacional de finales del siglo XIX y principios del siglo XX.	Cultural Tangible Intangible	Histórico Económico Cultural	Comercio local e Industrial Habitantes Visitantes / Turistas
5	Fuerte sentido de la identidad de sus habitantes con la historia, las costumbres y tradiciones relacionadas con el mar.	Cultural Intangible	Social Económico Turístico	Administradores del sitio Comunidad local Visitantes / Turistas





Fuente: Harry Olds, 1900.

CAPÍTULO 2. TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS TRADICIONALES EN VALPARAÍSO

Benavides et al. (1994), junto con los otros autores sostienen que las ciudades portuarias como Valparaíso desarrollaron un lenguaje arquitectónico y constructivo propio, producto de la gran cantidad de capital que concentró el movimiento portuario, por ende, aquellas tecnologías históricas que han aplicado a lo largo de los años se han vuelto su “cultura constructiva” concepto definido por Jorquera como la “...predominancia de un material de construcción en torno al cual se ha desarrollado toda una cultura del construir.” (Jorquera, 2014, p.31). Por lo tanto, “La cultura constructiva nace del reconocimiento, selección y dominio de un material, con el cual a través de largos procesos, se crean soluciones funcionales, constructivas y estructurales que responden al problema del habitar.” (Jorquera, 2014, p.31). La cultura constructiva entonces esconde sobre el lugar un sinnúmero de cosas, como el ambiente o clima, los recursos locales que tienen y el uso de los mismos de forma racional, por lo que es importante lograr analizar la cultura constructiva de cualquier patrimonio construido para poner en valor aquellas soluciones técnicas (Jorquera, 2014).

En el caso de Valparaíso para la protección de las mercancías que circulaban por el movimiento portuario se empezaron a emplear materiales que reemplazaron las antiguas estructuras de adobe y madera por inmuebles de albañilería, inmuebles que se ubicaron en sitios cercanos y centrales al puerto, mientras que las tabiquerías de madera se emplearon bastante en las viviendas populares, por lo tanto, el litoral central se caracterizó por implementar técnicas mixtas tierra-madera y albañilería (Benavides et al., 1994).

Jorquera (2014), explica que el empleo de la madera-adobillo surgió como respuesta a la abundancia del material –madera– que llegaba en aquel tiempo al puerto como lastre, ya que las embarcaciones la arrojaban al agua para no llevar más carga, además la población tenía la necesidad de construir estructuras que fueran sismorresistentes tras haber pasado el terremoto del año 1906, es por ello que estos materiales fueron utilizados tanto en las edificaciones de los cerros (Ver fig. 49), así como en algunos edificios institucionales del área histórica, el empleo de los materiales antes mencionados hizo factible que las construcciones se adaptaran de mejor forma a la topografía porteña y obtuvieran un buen comportamiento sísmico.

Figura 49
Fotografías de tipologías residenciales, tecnología de tabiques de madera con adobillos, Valparaíso.
Fuente: Jorquera, 2014, p. 35.



2.1 LA INFLUENCIA DE LOS EXTRANJEROS EN LA EDIFICACIÓN PATRIMONIAL

Valparaíso producto del apogeo comercial que experimentó su puerto en sus años de auge comenzó a aumentar de forma considerable su población, compuesta en su mayoría por residentes extranjeros e inmigrantes campesinos –chilenos provenientes de otras ciudades del país– que vieron una oportunidad en la ciudad, tras la consolidación a mediados del siglo XIX cuando se transformó en una ciudad cosmopolita.

Aquella característica propia del puerto produjo que interactuaran diversos mundos sociales describe Tornero (1872), conformados por marineros nacionales y foráneos, familias modestas y pudientes, estas últimas se instalaron en los cerros Alegre y Concepción (Ver fig. 50 y 51), en donde edificaron inmuebles de madera de dos niveles con pintorescos jardines y magníficas vistas (Ver fig. 52 y 53), el cerro predilecto por los ingleses era el cerro Alegre, la ciudad adquirió una apariencia distintiva descrita a continuación: “Valparaíso presenta desde la bahía un aspecto de los más pintorescos. Las elevadas colinas que lo rodean se ven literalmente tapizadas de casas, muchas de ellas de hermosa apariencia.” (Tornero, 1872, p.120).

Los extranjeros que llegaron a Valparaíso desde 1850 eran de procedencia: inglesa, francesa, alemana, así también de naciones mercantiles holandeses, italianos, estadounidenses (Ver tabla 2, 3, 4 y 5), quienes atraídos por el comercio y las oportunidades que ofrecía el puerto se radicaron como empleados, agentes de casas comerciales, o comerciantes, entre otros servicios (Sánchez et al., 2011).

Los extranjeros junto con su arribo a la ciudad trajeron costumbres propias e introdujeron avances tecnológicos y nuevas formas de construir tal como se describe a continuación: “...se desplazaron con soltura los extranjeros, sin los convencionalismos hereditarios de los criollos, introduciendo nuevas formas de habitar y construir.” (Benavides et al., 1994, p.46), lo que creó barrios y espacios urbanos como el sector portuario y comercial que se transformaron en prototipos a seguir por otros asentamientos del litoral.

El estado chileno desde 1880 en adelante apoyó los inicios del desarrollo industrial, lo cual venía de la mano con la llegada de extranjeros principalmente europeos según Sánchez et al. (2011), creándose incluso una Agencia General de Colonización e Inmigración en 1882, la cual atrajo y seleccionó a los inmigrantes que estaban interesados en venir a Chile. Aquellas ideas modernistas que trajeron consigo permitió la pronta urbanización del cerro Alegre y Concepción, caracterizado por calles empedradas, alumbrado a gas y la presencia de los ascensores desde 1883 en adelante, por ello se menciona que: “Los inmigrantes ingleses, alemanes e italianos que llegaron a Valparaíso dieron forma a barrios equipados... y numerosas viviendas diseñadas de acuerdo con sus patrones europeos.” (Sánchez et al., 2011, p.568).

Durante el apogeo del puerto la colonia de británicos –ingleses, galeses, escoceses e irlandeses– que albergó la ciudad fueron más de 20.000 principalmente a fines del siglo XIX y comienzos del XX (Ver tabla 6), se dice que la burguesía británica que llegó a la ciudad además de hacer riquezas y conservar sus tradiciones, desarrollaron una gran cantidad de obras arquitectónicas residenciales, religiosas, industriales, educacionales, hospitalarias, bancarias, de espectáculo, etc., verdaderos barrios que se caracterizan por tener: “...una apreciable influencia de estilos europeos, en especial los edificios públicos, los locales destinados al comercio y casas particulares de la alta sociedad.” (Sánchez et al., 2011, p.576). Aquella presencia británica decayó con la Prime-



Figura 50
Fotografía casas en el cerro Alegre, 1872, Tornero, R.
Fuente: Memoria Chilena. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-70616.html>

Figura 51
Fotografías viviendas del cerro Concepción de Valparaíso, 1890, LeBlanc, F.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Álbum vistas de Valparaíso. Disponible en: <http://www.biblioteca-nacionaldigital.gob.cl/visor/BND:8005>

Figura 52
Fotografía sup. patio en casa de cerro Alegre, 1870, Garreaud & Cía. Fotografía inf. jardín en el Cerro Alegre, 1910, Kuhlmann.
Fuente: Colección Biblioteca Santiago Severín. Rodríguez V., H., 2010, p. 215. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0074188.pdf>



Figura 53
Fotografía calle Almirante Montt, Valparaíso, c. 1935, Altschwager, E.
Fuente: Rodríguez V., H., 2010, p. 39. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0074188.pdf>

Tabla 2
Cantidad de habitantes de Valparaíso (1789-1930).
Fuente: Elaboración propia en base a la información recopilada por Urbina (2016).

Años	Cantidad de habitantes
1789	3.000 hab.
1822	6.000 hab.
1834	30.000 hab.
1854	52.413 hab.
1865	70.438 hab.
1885	115.147 hab.
1895	138.274 hab.
1906	162.447 hab.
1930	193.205 hab.

Tabla 3
Procedencia de inmigrantes atendidos en el Hospital San Juan de Dios de Valparaíso.
Fuente: Elaboración propia en base a la información recopilada por Urbina (2016).

Años	Personas nacidas en Valparaíso	Extranjeros	Chilenos nacidos en otras localidades	Total de personas atendidas
1835	10	2	40	52
1874	322	18	1.167	1.957

Tabla 4
Procedencia de los novios en las actas de matrimonio de las parroquias La Matriz, Espíritu Santo y Doce Apóstoles.
Fuente: Elaboración propia en base a la información recopilada por Urbina (2016).

Años	Oriundos de Valparaíso	Extranjeros	Provenientes de otros lugares del país	No se escribió la información	Total de hombres que se casaron
1845 - 1873	334	140	801	23	1.298

ra Guerra Mundial, lo que trajo como consecuencia la disminución de inversiones y actividades que se habían desarrollado hasta aquella época (Sánchez et al., 2011).

Ugarte (1910), describe en qué fueron desempeñándose los grupos de extranjeros que llegaron a Valparaíso, los ingleses abrieron centros mayoristas que servían para proveer los negocios menores, los franceses por su parte se instalaron con casas mayoristas y artículos de lujo, mientras que los norteamericanos trajeron progreso, maquinarias, manufacturas, agentes de grandes fábricas que ofrecían sus artículos y establecieron centros comerciales, por último, los italianos ocuparon el comercio al por menor, con sus pulperías y almacenes (Ver fig. 54) que facilitaron la venta de productos a la gente menos acomodada, la tabla a continuación muestra la cantidad de viviendas con las que contaba la ciudad en 1885 y 1907 respectivamente.

El puerto de Valparaíso desarrolló un espacio armónico entre su sector portuario y su urbe, aquel progreso alcanzado según Hurtado et al. (2016), se vio reflejado en avances tecnológicos, económicos y arquitectónicos, es por ello que las construcciones de la época como los palacios, mansiones, edificios comerciales, dejan en evidencia las influencias adoptadas en las construcciones locales en su mayoría de extranjeros europeos y americanos. Aquello reafirma que los profesionales de aquel periodo buscaban plasmar sus huellas en la arquitectura local, reflejándose aquello en dos tipos de construcciones que se pueden clasificar en: albañilería de ladrillo –reforzado o no reforzado– y Balloon.

Nacionalidad	Años					
	1875	1885	1895	1907	1920	1930
Alemanes	1.134	1.165	1.396	2.055	1.440	1.503
Franceses	986	819	1.097	1.003	791	549
Españoles	346	562	1.317	3.463	3.496	3.040
Británicos	1.785	1.478	1.974	2.053	1.799	1.322
Italianos	807	1.449	2.264	2.985	2.837	2.834
Otras Nacionalidades	1.863	2.189	2.252	3.071	3.080	4.351
Total	6.921	7.662	10.302	14.630	13.443	13.664

Tabla 5
Cantidad de extranjeros censados en Valparaíso (1875-1930).
Fuente: Traspaso de una sección de la tabla presentada por Sánchez et al. (2011), datos obtenidos de los censos.

Años	Población	Total de Viviendas o manzanas	Casas	Cuartos	Ranchos	Conventillos	Establecimientos industriales y públicos	Edificios y casas en construcción
1885	115.147 personas	21.249 viviendas	10.805 casas	9.228 cuartos	616 ranchos	-	-	-
1907	-	992 manzanas	19.861 casas	-	4.071 ranchos	1.555 conventillos	2.207	239

Tabla 6
Tabla resumen de la cantidad de viviendas contabilizadas tras el censo de 1885.
Fuente: Elaboración propia en base a la información recopilada por Urbina (2016) y Urbina (1996).



Figura 54
Fotografía izq. emporio Almendral, 1904. Fotografía der. emporio Sta. Catalina, Los Placeres, 1918.
Fuente: Blog Imágenes de Chile de 1900. Disponible en: <http://chile-del1900.blogspot.com/2013/07/valparaiso-parte-3.html>



Figura 55
Fotografía de la fachada de albañilería de ladrillo de inmueble detrás de la iglesia la Matriz.
Fuente: Archivo propio, 2016.

Figura 56
Ladrillo sup. de la calle Condell 1546, Valparaíso. Ladrillo inf. encontrado en Independencia 2178 (Diario L'Italia), Valparaíso.
Fuente: Depósito del Museo Historia Natural de Valparaíso. Disponible en: <https://www.surdoc.cl/registro/4-3061> <https://www.surdoc.cl/registro/4-3039>

2.2 ALBAÑILERÍA DE LADRILLO

Para comprender como se empleó esta tecnología histórica es necesario según Barros & Sarabia (2016), saber que se puede aplicar tanto a la construcción con adobes, bloques de concretos y ladrillos cerámicos cocidos. Por lo tanto la albañilería se define como: "...el sistema se basa en el apilamiento de varias hiladas de ladrillos o módulos de arcilla cocida, trabadas entre sí usando disposiciones llamadas aparejos, unidas por argamasa a base de cemento, arena y agua, conocida como mortero de pega." (Barros et al., 2016, p. 144). Otros autores la describen como: "...una estructura construida sobre la base del empleo de ladrillos de cerámica, bloques de cemento, piedras o algún otro elemento de forma semirregular, los cuales están unidos entre sí por una capa de mortero." (Solminihac & Thenoux, 2011, p.329). Entonces en la albañilería se pueden emplear diversos materiales como: la cerámica -ladrillos artesanales, prensados, macizos, perforados, mampuestos, refractarios- (Ver fig. 55), o también se puede realizar con bloques de cemento -llenos o huecos-, mampuestos de piedra -sillerías o piedras sin labrar- y adobe (Solminihac et al., 2011).

Como en este caso nos interesa la albañilería de ladrillo, según Solminihac et al. (2011), el ladrillo es uno de los materiales más antiguos empleados en la edificación, este material presenta las siguientes características:

- Facilidad de uso en diversas soluciones constructivas simples y estructurales.
- Propiedades mecánicas y físicas favorables, como: la permanencia o inexistencia de procesos químicos que le afecten excepto ciclos de hielo y deshielo, tiene resistencia a la compresión, es un buen aislante acústico y térmico, tiene una buena resistencia al fuego, y también una buena adherencia con el mortero de pega, integrándose de buena forma con otros materiales.
- Existen una gran variedad de formas y calidades.
- Puede entregar textura superficial sin necesidad de requerir terminaciones o revestimientos adicionales.

Otras ventajas de este producto que da a conocer Ceppi (1892), es la durabilidad, su fácil elaboración, la sencilla fabricación en grandes cantidades, el poco peso, su fácil adherencia a los morteros, su resistencia al paso del tiempo, a los cambios bruscos de temperatura y en especial al fuego, puede adquirir la forma deseada y puede emplearse de forma decorativa, todas aquellas cualidades lo hacen preferible ante otros materiales (Ver fig. 56).

Este material es básico en la construcción y se comenzó a utilizar producto de una adaptación natural al medio, ya que se empleó en todos aquellos países carentes de piedra y dónde abundaba la arcilla, desde la antigüedad se ha utilizado dos tipos de ladrillos, el formado por arcilla con arena y paja machacada secado directo al sol y el cocido al fuego, en la antigüedad el cocido al fuego era reservado para revestimientos exteriores en las construcciones de lujo, ya que era difícil de obtener y más costoso (Monjo & Camino, 2001).

A pesar de que el ladrillo es considerado un material de segundo orden Monjo et al. (2001), señala que al ser un material pequeño es manejable y aquello permite una adecuada fabricación, al ser un material ágil y flexible aquellas ventajas han permitido promover una técnica constructiva propia a lo largo de la historia conocida como "arquitectura del ladrillo".

Cabe mencionar que el ladrillo ha sido empleado en casi todos los elementos constructivos básicos: cimentaciones, paredes, muros exteriores, muros interiores, tabiques, arcos y bóvedas, probablemente debido a su flexibilidad que

permite utilizarlo como un mampuesto de pequeño tamaño unidos con mortero de agarre, es además un material adaptable que permite construir cualquier forma y es de suma importancia que éste trabaje a compresión y que el aparejo del material permita la suficiente trabazón para mantener las estructuras íntegras al momento de ser sometidas a cargas (Monjo et al., 2001).

La materia prima para fabricar ladrillos es una mezcla natural compuesta en mayor proporción de arcilla –rocas sedimentarias disgregadas–, los componentes básicos de la arcilla son el sílice y alúmina los cuales al hidratarse adquieren la plasticidad característica de este material. Las arcillas están presentes en gran parte de la corteza terrestre lo que favorece el bajo costo del material, pero a pesar de que gran porcentaje de la superficie terrestre presenta los componentes básicos de la arcilla (75%), no en todos los lugares se han dado los mismo procesos que le dan origen, por lo tanto depende de las características propias del sitio –el clima, la intensidad de lluvias, la presencia de ríos, lagunas, volcanes–. Es por ello que existen diferentes tipos de arcillas para fabricar los materiales cerámicos, en donde las arcillas “ideales” son las plásticas y moldeables, con un amplio margen de cocción y que no tengan compuestos de hierro, azufre, ni calizas. Por lo tanto depende de los componentes básicos de la arcilla, la plasticidad y cohesión que tendrán, su composición química, el tipo de arcilla, su facilidad para trabajar la masa, así como la calidad del producto (Patiño, 2012; Cultrone, 2001).

Por lo general según Patiño (2012), las arcillas se componen químicamente de sílice, alúmina, óxido de hierro, bióxido de titanio, óxidos de calcio y magnesio, óxido de sodio y potasio, sales solubles, vanadio y flúor, en porcentajes variables, por lo tanto entre un 30 y 50% de una muestra de arcilla está compuesta de su mineral arcilloso, mientras que dos terceras partes de la muestra son de componentes químicos no plásticos (Ver fig. 57).

La fabricación de ladrillos es un mecanismo básico que surge de la combinación de la tierra, agua y fuego según Cultrone (2001), durante la fabricación de las piezas se llevan a cabo las siguientes etapas: *extracción, selección, preparación de las arcillas, moldeo, secado* y por último, *la cocción de las piezas*; de cada una de las etapas dependerá la calidad final del producto así como los fallos o defectos que pueda presentar la obra.

Se inicia el proceso con la extracción de la arcilla que se somete a una disminución del tamaño del grano, luego el moldeado se puede conseguir de tres formas: por medio de un método manual –la arcilla húmeda es amasada con la manos y se elimina el exceso de aire, se coloca en moldes de madera– un segundo método es el prensado –se coloca la arcilla con bajo contenido en agua en moldes y se prensa, mientras más bajo sea el contenido de agua más fuerte es el prensado– y el tercero es el método de extrusión –se pasa la arcilla a un mezclador que además de realizar la mezcla la transporta por medio de una boquilla de la galletera pasándola por un pistón, para ello se debe añadir una cantidad suficiente de agua a la arcilla para que permita un flujo por la máquina de extrusión–. Después de haber finalizado el proceso de moldeo se debe eliminar el agua añadida para hacer plástica la arcilla, con el fin de que las piezas se tornen rígidas y se puedan manejar para colocarlas en el horno para su cocción, para ello se disponen los ladrillos al aire en zonas soleadas –evitando insolaciones muy intensas–, otra alternativa es disponerlos en secaderos que tienen ventilación forzada (Ver fig. 58).

Por último, la cocción de los ladrillo es el proceso clave en donde las temperaturas de cocción oscilan entre los 800 y los 1200°C, entre los 50-120°C es cuando la arcilla pierde el agua de humedad, entre los 450-550°C se desprende el agua estructural formándose la pieza dura pero porosa, por lo tanto si

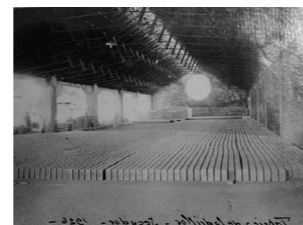
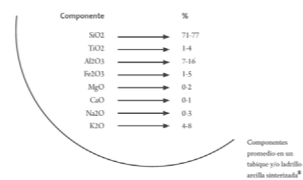


Figura 57
Componentes promedio en un tabique y/o ladrillo de arcilla sintetizada.
Fuente: Hernández, 2019, p.20.

Figura 58
Fotografía de fábrica de ladrillos de Lota, Concepción, secador, 1926.
Fuente: Depósito de Museo de Artes Decorativas. Disponible en: <https://www.surdoc.cl/registro/24-1500>



Figura 59
Fotografía de la fabricación de ladrillos (cancha y horno).
Fuente: Greve, 1944, p.201.

Figura 60
Fotografía cerámica Lota, Fca. Ladrillos descargando un horno, 1930.
Fuente: Depósito de Museo de Artes Decorativas. Disponible en: <https://www.surdoc.cl/registro/24-1518>

el material es expuesto a temperaturas inferiores no es capaz de expulsar el agua y eliminar los compuestos orgánicos como el dióxido de carbono, mientras que si la temperatura supera los 900°C se producirá recristalización y vitrificación, entre los 600-900°C la arcilla llega a su fase anhidra que es cuando ya no contiene agua. Durante la cocción la cantidad de aire que circula en el horno genera una atmósfera que puede ser: oxidante de la cual se obtienen ladrillos de color rojo, o reductora cuando se obtienen ladrillos grisáceos (Cultrone, 2001).

Hernández (2019), coincide en que la temperatura de cocción es uno de los factores determinantes en las características y propiedades que tendrá el producto y por lo tanto influyente en su calidad y deterioros que presente, explica que los procesos de cocción son lentos y divide en 4 puntos importantes las temperaturas:

- Si hay variaciones entre 50-100°C se generan alteraciones en las resistencias mecánicas.
- Cuando la t° es entre 100-400°C se elimina el contenido total de agua y se remueven las oxidaciones del material, aquellos módulos se emplean en muros divisorios, como aislantes térmicos y acústicos, debido a que presentan una alta porosidad y muy baja resistencia.
- Cuando se alcanza entre 400-800°C se remueve el hidroxilo del agua, se eliminan completamente los óxidos del material, los módulos presentan una densidad entre 50-70% y porosidad entre 30-40%, estos ladrillos se ocupan como muros de carga ligeros y muros exteriores, donde la humedad se eleva considerablemente.
- Con t° de cocción entre 800°C o más se asegura el sintetizado y la densificación casi al 100% lo que incrementa la resistencia a compresión y le entrega impermeabilidad, este se emplea en muros de carga pesada.

Para que un ladrillo sea considerado “bueno” es indispensable las siguientes condiciones: *homogeneidad en la masa, grano fino y comprimido, que no altere en el agua o con las heladas, que de sonido claro a la percusión y que no tenga hendiduras ni huecos en su masa*. El color no da indicios seguros de la buena o mala calidad de un ladrillo, se puede reconocer un ladrillo de mala calidad por su sonido, el cual es sordo y no vibrante según describe Ceppi (1892), de fractura pulverulenta –polvo– que se desagrega en pequeños trozos y consta de un grano poco compacto y uniforme.

La industria ladrillera a nivel internacional se perfeccionó de forma gradual y se progresó en la fabricación de los ladrillos, puesto que el amasado del barro en un principio se hacía con peones, luego por animales, posteriormente por molinos de diferentes clases y finalmente por una serie de cilindros metálicos que completan el procedimiento. Asimismo sucedió con el proceso de cortado y secado que paso de la forma primitiva, que era colocar de forma sucesiva en el molde o ladrillera la masa de barro necesaria para formar los ladrillos que se disponían en una cancha preparada, quedando tendidos todos los ladrillos cortados para que la evaporación natural los secase (Ver fig. 59), a una más moderna que consigue por procedimientos mecánicos aquellas operaciones.

Dentro del proceso del ladrillo Ceppi (1892), explica que el cocimiento fue uno de los puntos que se trató de perfeccionar, con la mejora del combustible o el sistema del horno (Ver fig. 60), se utilizó como combustible la leña, la turba, el carbón, la hulla, la bosta de vaca, el guano de oveja, el carboncillo, el lingue de las curtiembres y ladrillos combustibles, estos últimos, son ladrillos que tienen otras proporciones y se colocan en el horno de forma alternada con los ladrillos de arcilla –con un ladrillo combustible se logra cocer cuatro

ladrillos comunes-, mientras que la diversidad de hornos se logran clasificar en dos tipos: intermitentes y continuos.

Clasificar los tipos de ladrillos que existen resulta complejo explica Cultrone (2001), ello se debe a la variedad de clasificaciones existentes, puesto que aquello depende del criterio que se considere adoptar, este puede ser en base a su composición química y mineralógica, según las características y usos del material, por su forma, o basado en el proceso de fabricación, entre otras más. Es por ello que a continuación se describen algunas clasificaciones de los tipos de ladrillos:

i. Ceppi (1892), clasifica los ladrillos en base a las características y usos, explica que a nivel mundial existen cuatro tipos de ladrillos que son los mayormente empleados: ladrillos crudos o adobes, ladrillos hidráulicos o mosaicos, ladrillos de escoria de los hornos de fundición –los cuales se utilizan para baldosas de pisos, muros de contención o revestimientos– y los ladrillos comunes corresponden a aquellos que tienen por base principal la arcilla y se elaboran artesanalmente, son los más utilizados. Señala que existen otros tipos como: ladrillos refractarios con propiedades térmicas que le permiten soportar altas temperaturas, ladrillos esmaltados o barnizados de diversos colores, utilizados como ornamentación, y ladrillos huecos y/o de formas especiales.

ii. Greve (1944), divide los ladrillos en base a sus usos y grado de cocimiento del material en cuatro tipos: ladrillo de muralla o común, ladrillo de piso o pastelón, ladrillo cocido y ladrillo oficial. Los ladrillos muralla o común utilizados antiguamente a fines de la era colonial corresponden a un ladrillo artesanal que tiene: “*media vara de largo, una cuarta de ancho y tres pulgadas de grueso*”, dichas dimensiones corresponden al molde utilizado para fabricar los ladrillos, mientras que las medidas de los ladrillos son de 40 a 41 cm de largo, por 20 cm de ancho y 6 a 7 cm de grosor, a pesar del largo y ancho excesivo, junto con la dificultad que ello significaba para el albañil quien debe emplear ambas manos para el manejo del módulo, este tipo de ladrillo se ha continuado utilizando a lo largo del tiempo. El ladrillo pastelón utilizado en pisos es de mejor material y se fabrica de 11x11 pulgadas, aunque también se puede encontrar en dimensiones mayores. Los ladrillos cocidos en los hornos comunes por su parte se clasifican en base al grado de cocimiento que alcanza el material –se califica la procedencia del ladrillo y su dureza–, pueden provenir de bancos, tapas, parrillas, andanas y tapa de la puerta, los últimos, son semifundidos producto de la intensidad del fuego.

Ceppi (1892) y Greve (1944) coinciden en que el ladrillo “oficial” surgió tras un informe que presentó Juan Manuel López al Marqués de Sobremonte en 1789, en el que se propuso que las medidas del ladrillo común fueran “*un pie geométrico o una tercia que es la misma medida de largo, media de ancho y de grosor dos pulgadas*”, es decir, las dimensiones propuestas eran de 0,31m x 0,15 m y espesor igual a 0,05 m. Pero fue en 1888 cuando el Ministro de Industria y Obras Públicas de la época, Pedro Montt anunció que en aquel departamento se emplearían ladrillos con nuevas dimensiones “*31 cm de largo, 15 cm de ancho y 7 cm de alto*”, fue el instituto de ingenieros el encargado de precisar la dimensiones apropiadas las cuales oficialmente se establecieron en aquella época, adquiriendo el nombre de “ladrillo fiscal u oficial”, tras ser adoptado por el Gobierno para todas las construcciones fiscales del país.

iii. Cultrone (2001), muestra varios tipos de clasificación basados en el proceso de fabricación categorizándolos en: tosco o de tejar y de mesa cuando son fabricados a mano, galletero o mecánico y prensado cuando son fabricados a través de máquinas. Mientras que basados en la cocción de los la-

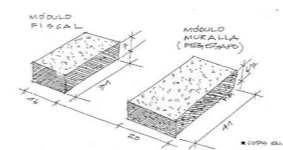


Figura 61
Dibujo de las dimensiones de ladrillo fiscal y muralla.
Fuente: Barros et al., 2016, p.147.

drillos se pueden clasificar: en santos cuando sufren una gran vitrificación y son de color negro-azulado, escarfilados cuando sufren principios de vitrificación, recochos los que reciben una cocción correcta y presentan coloración uniforme, pintones son los que no logran una cocción uniforme y presentan manchas pardas que corresponden a las zonas mal cocidas y manchas más o menos rojizas que son aquellas zonas bien cocidas, pardos cuando sufren sólo un principio de cocción y porteros los que no se cuecen por encontrarse en las partes más exteriores del horno.

iv. Por último, Barros et al. (2016) y Solminihaç et al. (2011) coinciden en su clasificación actualizada basada en la normativa chilena, que los divide en dos tipos: los hechos a mano y los hechos a máquina. Ladrillos hechos a mano son los ladrillos cerámicos que se fabrican por medios manuales, sin prensar la pasta. El lugar donde son fabricados estos ladrillos generalmente se encuentra cercano a yacimientos de arcilla, de donde se extrae y harnea –retirando granos gruesos sobre 1.19 a 2 mm y todas aquellas partículas extrañas como raíces o palos– se coloca el material en las bateas circulares, luego se mezcla con agua y es amasado, para luego vaciar el material en moldes de madera que tienen las dimensiones requeridas, se airean y se dejan secar al sol por algunos días. A continuación son dispuestos de canto y se forma una pirámide trunca conocida como chonchón, pirámide que en su base posee huecos transversales para introducir leña o carbón –generalmente se emplea eucalipto– así se produce el secado de los ladrillos, para aprovechar de mejor forma el calor se cubre de barro las paredes del chonchón. Al ser un sistema de cocción irregular algunos ladrillos quedan poco cocidos o en exceso, semifundidos, semi vitrificados, por lo regular se desechan los ladrillos de la capa interior y exterior. La calidad de estos ladrillos es variada, puesto que son fabricados como menciona Barros et al. (2016), en lugares ocasionales que no poseen un control técnico, y cabe señalar que se acostumbra a fabricarlos en dos dimensiones como: ladrillo Fiscal de 31x15x7 cm y ladrillo Muralla de 41x15x7 cm (Ver fig. 61).

Ladrillos hechos a máquina son ladrillos fabricados por medio de procesos industriales que amasan, moldean y prensan la pasta de arcilla. Corresponde a un ladrillo moderno, confiable, industrializado y normalizado –se hacen pruebas para verificar la calidad y comportamiento estructural que tienen cuando son sometidos a esfuerzos–. Su fabricación tiene ciertas etapas: la primera es la extracción y transporte en donde se emplean los equipos especiales que desmenuzan la tierra y la mezclan hasta obtener una mezcla homogénea, la segunda es la preparación en esta etapa se agregan a la materia prima componentes de forma dosificada que corrigen la composición, se muele para obtener partículas de 1.5 mm como máximo y se le agrega agua para mezclar, la tercera es que se moldea, se eliminan algunas partículas nocivas se moldea al vacío para evitar estratificaciones y obtener una mezcla homogénea, la mezcla sale por una boquilla con la sección del ladrillo marcada, luego se cortan los ladrillos con cables atirantados según las dimensiones preestablecidas, por último se encuentra la cocción en horno en esta etapa se elimina el agua de amasado en forma natural, para luego pasar a las cámaras de aire caliente entre 100 °C y 110 °C, luego se cuecen en un horno con forma de túnel zig zag a temperaturas sobre 700°C, en donde se elimina el agua caolítica o agua de constitución y se logra una cocción uniforme, es en ésta etapa cuando el ladrillo adquiere resistencia.

La normativa que realiza la clasificación por grado de los ladrillos de máquina es la Norma Chilena NCh169, según tres parámetros su resistencia a la compresión, la adherencia y su absorción de agua, mientras que también los clasifica por clase en: ladrillos macizo hecho a máquina (MqM) unidades macizas que no tienen perforaciones o huecos, ladrillos perforados hechos a máquina

(MqP) son unidades que cuentan con perforaciones y huecos distribuidas en donde su volumen es inferior al 50% del volumen total, corresponde al tipo de ladrillo que es más utilizado en la actualidad, conocido de forma coloquial como “ladrillos princesa” por la fábrica que los produce, el tamaño estándar de este tipo de ladrillo es de 29x14x7,1 cm conocido como titán (Ver fig. 62), aunque hay otros formatos en los que varía la altura: extra titán, gran titán y súper titán, se emplean de forma estructural por el esfuerzo que pueden soportar y para finalizar los ladrillos huecos hechos a máquina (MqH) corresponden a unidades con huecos y perforaciones distribuidos de forma regular en donde el volumen es mayor o igual al 50% del volumen total (Ver fig. 63), se emplean para tabiquerías interiores (Barros et al., 2016; Solminihac et al., 2011).

Por lo tanto, es posible concluir que en Chile se ha empleado el ladrillo común elaborado de forma artesanal, pero en dos dimensiones según la época, por un lado se encuentran los ladrillos murallas y por otro los ladrillos oficiales o fiscales, cabe señalar que ambos tipos cumplen con el requisito de una buena traba. Además tal como describe Ceppi (1892), los ladrillos modernos casi siempre guardan proporciones en sus tres dimensiones y aquello se debe a que se han visto sometidos a una misma ley, “el largo es un poco mayor que dos veces su ancho y equivale a dos tercios de su espesor”, la dimensión del espesor es importante, ya que permite que el ladrillo pueda recibir un buen cocimiento en el horno y que su peso sea manejable por el obrero con una sola mano.

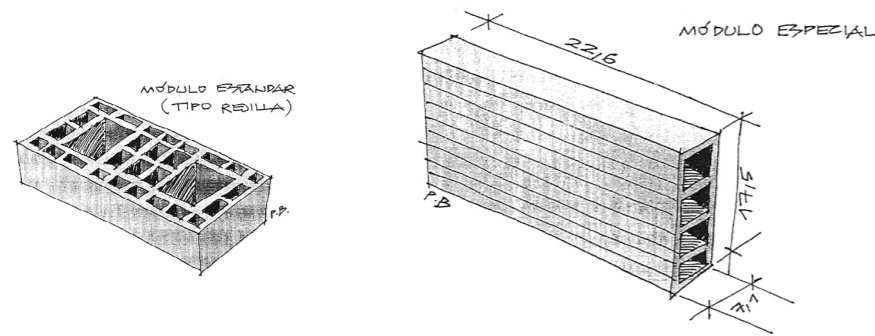


Figura 62
Sup. anuncio de publicidad de ladrillos princesa. Inf. anuncio del producto recientemente lanzado, ladrillo Titán y Gran titán.
Fuente: Revista Auca Núm.4 (1966): Prefabricación en Chile. Disponible en: <https://revistahistoriaindigena.uchile.cl/index.php/AUCA/issue/archive> Revista CA Núm.3, 1968, p.58. Disponible en: <http://revistaca.cl/numeros-antiguos/>

Figura 63
Dibujo de las dimensiones de ladrillo perforado y hueco.
Fuente: Barros et al., 2016, p.151.

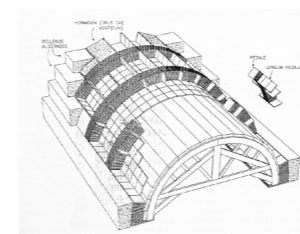
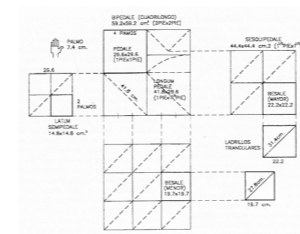


Figura 64
Fotografías arquitectura de ladrillo y sistema de drenaje en la “Gran Acrópolis”, Comalcalco.
Fuente: Gallegos & Armijo, 2003, p.394. Alfonso Bouchot, 2011.

Figura 65
Módulos de ladrillos romanos y construcción de una bóveda de cañón romana, Ortega, F.
Fuente: Monjo et al., 2001, p.163 y 165.

Figura 66
Fotografía sup. horno túnel con ladrillos refractarios saliendo, Lota, 1931. Fotografía inf. molinos y prensa ladrillos refractarios, Lota, 1933.
Fuente: Depósito de Museo de Artes Decorativas. Disponibles en: <https://www.surdoc.cl/registro/24-1525> <https://www.surdoc.cl/registro/24-1521>

2.2.1 Historia de la Albañilería

Gracias a la arqueología prehistórica ha quedado demostrado que las primeras civilizaciones que se reunieron en torno a las llanuras del Tigris y Éufrates, la civilización mesopotámica fue la primera en desarrollar grandes progresos en la industria cerámica, utilizaron como materia prima la arcilla y la arena. Más tarde se comenzó a emplear el verdadero ladrillo en revestimientos exteriores o en las construcciones de lujo como los templos (Ceppi, 1892; Cultrone, 2001).

En paralelo al desarrollo e invención de la fábrica de ladrillo en el “viejo mundo” algunas civilizaciones aprendieron a manejar y utilizar la arcilla aplicándola en construcciones o de forma decorativa dentro de América central, ejemplo de aquello es la cultura Olmeca (1500 a.C.- 200 d.C.), quienes utilizaron los ladrillos como material en uno de sus centros ceremoniales, pero los ladrillos eran empleados de forma esporádica en estas culturas, ya que predominaba la arquitectura en tierra, adobe o piedra (Cultrone, 2001). El autor describe también que la expresión más sobresaliente de arquitectura que incorporó el ladrillo como elemento de construcción, fue el sitio arqueológico Comalcalco, correspondiente a la civilización Maya (Ver fig. 64). Por otra parte, es conocido que la técnica de construcción en ladrillos fue utilizada por las civilizaciones de Egipto, Grecia y Roma, en donde se levantaron templos, palacios, obras de ingeniería como las bóvedas de canales, murallas, entre otras con aquel material (Ver fig. 65).

En la edad media según Ceppi (1892), el uso del ladrillo decayó limitándose a ser empleado en construcciones de arcos y bóvedas, pero tomó impulso nuevamente en la época del renacimiento en donde se combinó en murallas junto con la piedra y otros materiales. Posterior a ello se inició el progreso de la industria desde Inglaterra, lo cual permitió un gran desarrollo a nivel mundial. A partir del siglo XIX afirma Adell (1992), el ladrillo adquiere importancia debido a la industrialización de la época, periodo en el que se lograron grandes avances tecnológicos en la industria ladrillera, como la sustitución de los antiguos hornos hormigueros por los circulares, de túnel y maquinarias que aumentaron la productividad, además aparecieron los ladrillos prefabricados en donde las características se podían controlar y determinar, se unificaron las formas y tamaños.

En Europa en la segunda mitad del siglo XIX gracias a la Revolución Industrial apareció el ladrillo prensado, el cual permitió según Monjo et al. (2001), crear superficies lisas con juntas prácticamente a hueso. Además de otros ladrillos como los aplantillados los cuales permitieron recuperar la decoración en las fachadas. Es así como el ladrillo pasó a tener dos funciones constructivas simultáneas, por una parte era el material utilizado para la construcción en albañilería, y por otra desde 1870-1930 es empleado como material de fachadas pasó a conformar incluso una fachada independiente del muro estructural y surgió así la arquitectura “neomudéjar” estilo que se asocia al ladrillo a la vista.

En la era Industrial en el siglo XIX se comenzaron a implementar máquinas para la fabricación de ladrillos, como prensas, galletas y hornos de distintos tipos (Ver fig. 66 y 67), aquello permitió que se incrementara la producción de ladrillos de forma considerable, además durante esa época los medios de transporte permitían llevar los materiales fácilmente a aquellos lugares donde no se podían fabricar, extendiéndose el uso del ladrillo a zonas donde no existía tradición ladrillera. Con respecto al formato del ladrillo cabe mencionar que el tamaño del ladrillo será diferente de acuerdo a las épocas y zonas

en donde se utilizó. El ladrillo era unido mediante la argamasa para la construcción de muros u otros elementos, aquella argamasa se conformaba de cal y arena (Monjo et al., 2001).

A fines del siglo XIX el aparejo toma protagonismo y se vuelve importante por la trabazón como proceso constructivo, pero también como una forma técnica de combinaciones que pasó a sustituir el proceso de adición, por leyes lógicas que entregaban características formales y resistencia a los muros. Se publican libros compuestos de láminas en los que se explicaban las múltiples formas de disposición de las piezas (Ver fig. 68), es decir, las leyes de combinación que en un inicio fueron identificadas por números y luego se asociaron a ciertos países o regiones donde se utilizaban habitualmente, denominando los aparejos como: inglés, flamenco, holandés, belga, etc., todas estas técnicas constructivas y combinaciones luego eran reinterpretadas por los especialistas (Adell, 1992).

Tal como se mencionó anteriormente las civilizaciones prehispánicas, no emplearon mucho el uso del ladrillo, sino más bien utilizaron otras técnicas constructivas con piedra y tierra cruda, pero tras la llegada de los españoles se incorpora el uso del ladrillo cocido en las construcciones. En Chile los materiales de construcción más comunes en los primeros años de la era republicana fueron los mismos que se emplearon en el tiempo de la colonia: piedra, ladrillos, adobes, tejas, cal, madera y fierro. Con respecto a la piedra y la cal podemos mencionar que estos materiales fueron empleados desde un inicio en el centro del país, mientras que en el sur se reemplazó la buena piedra de cantera por lajas y la canchagua, al igual que la cal de concha (Greve, 1944).

Greve (1944), describe que los ladrillos era un material empleado a fines de la era colonial bajo el nombre de ladrillo de muralla o común, para diferenciarlos del pastelón o ladrillo de piso. Las disposiciones más antiguas que se conservan y que se refieren a las dimensiones que se debía dar a los ladrillos datan de 1791, donde figuran los ladrillos de muralla utilizados para construir los tajamares –muros de contención de las aguas–, se constató que los tajamares del río Mapocho, Casa de Moneda y edificio del Consulado colonial corresponden a ese tipo de ladrillos. En 1789 Juan Manuel López, presenta un informe al Marqués de Sobremonte, en Córdoba, Virreinato de la Plata en donde propuso otras dimensiones para el ladrillo común, así en Chile surgió el denominado ladrillo “oficial o fiscal”, uno de los principales avances que tuvo la industria ladrillera chilena.

Sobre los inicios de la industria en Chile cabe mencionar que tras la creación de la Sociedad de Fomento Fabril en 1883, entidad que surgió para generar políticas proteccionistas por parte del Estado, con el fin de resguardar al país de los mercados globales inestables. Los incipientes establecimiento fabriles debieron superar diversas crisis económicas que los afectaron, debido a que los establecimientos dependían de insumos y maquinarias importadas, por lo tanto la variación constante que sufrían los mercados internacionales y la precariedad del desarrollo industrial inicial, llevó a que tomara fuerza la fabricación nacional. Uno de los rubros que tuvo un desarrollo industrial completo fue la minería, la cual desde mediados del siglo XIX creó una conexión con las industrias, el comienzo de la extracción del carbón en Lota (1852-1997), el desarrollo del cobre y salitre en el norte del país, provocaron una demanda de insumos y aquello promovió la aparición de una gran cantidad de maestranzas y fundiciones, establecimientos fabriles que fueron detallados en el primer “Censo Industrial de 1895” del país realizado a petición del gobierno chileno, en la actualidad corresponde al único registro estadístico que cuantifica el desarrollo industrial durante la segunda mitad del siglo XIX (Ver fig. 69 y 70).

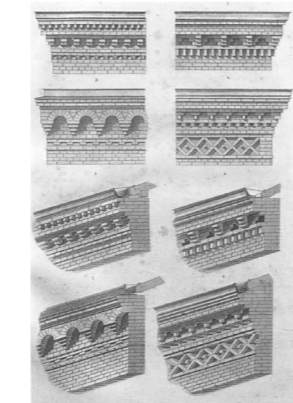
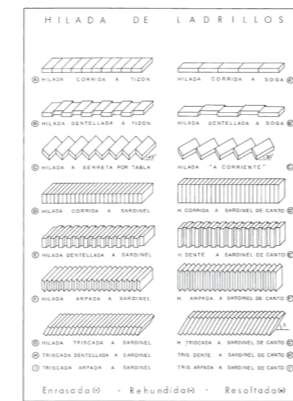
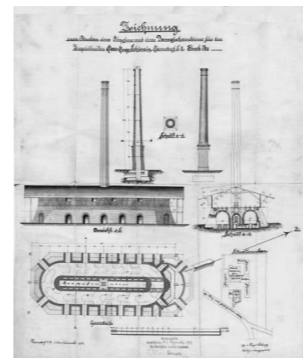


Figura 67
Fotografía horno Hoffman elíptico, horno continuo diseñado y patentado por Friedrich Hoffman, 1858, Alemania.

Fuente: Atlas Archi, 2019, Disponible en: <https://atlas.archi/horno-hoffmann-eliptico-alemania/>

Figura 68
Tipos de combinaciones de aparejos. Alzado y perspectiva de cornisas dibujadas.

Fuente: Adell, 1992, p. 9 y 11.

ALFABERÍA Y CERÁMICA (Fábricas de)
Astorga Barriga, Tomás.—Seminario 634, Casilla 3659, SANTIAGO.
Añel, J.—Casilla 297, TEMUCO.
Levy, Ricardo.—Casilla 144, Traiguén.
Marie, Victor.—Avenida Fernández, ROSA.
Sociedad Fábrica de Loza de Penco.—Prele esquina Infante, PENCO.
Valde, Victor.—San Francisco 347, SANTIAGO.
Vilaboa, Miguel.—Casilla 111, TRAIGUÉN.
Weber, Máximo.—Casilla 26, LOS SAUCES.
Zerega y Cia.—Casilla 197, TEMUCO.

LADRILLOS PARA CONSTRUCCIONES (Piezas de)
Anders, Santiago.—Sazif 2619, SANTIAGO.
E. y M. Padra.—Avenida Providencia s/n., SANTIAGO.
Compañía Minera e Industrial de Chile.—LOTA.
Möser, Ernesto.—Casilla 175, LOS ANGELES.
Ostovich, Mateo.—21 de Mayo s/n., PUNTA ARENAS (Magallanes).
Polaris García, Carlos.—Casilla 164, VIÑA DEL MAR.
Rivera Haas.—Casilla 751, VALPARAÍSO.
Paa Haas.—Chacaburo 59, SANTIAGO.

LADRILLOS REFRACTARIOS (Fábricas de)
Sociedad Carbonífera de Mañil.—Nueva York 17, SANTIAGO.
Sociedad de Cerámica Mañil.—Nueva York 17, SANTIAGO.
Compañía Minera e Industrial de Chile.—Casilla 945, VALPARAÍSO.

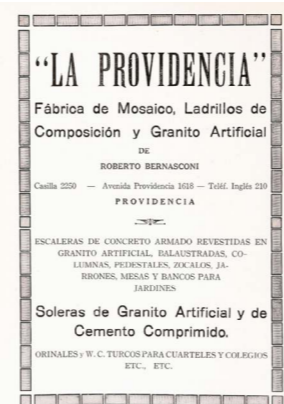


Figura 69
Industrias ligadas a la albañilería de ladrillo en Chile según la Nómina alfabética de Industrias Nacionales Clasificadas por Productos.

Figura 70
Publicidad de fábricas de ladrillos de Bernasconi y Ferrero.

Los yacimientos de carbón en Lota y Coronel, crearon un polo de desarrollo industrial en el que aparecieron en torno a las minas instalaciones industriales, como las siguientes: industrias de vidrio, ladrillos refractarios, fundiciones de cobre, industria de elaboración de maderas (Ver fig. 71). La Fábrica de Cerámica de Lota, es una de las fábricas de cerámicas más importantes del país, según los registros históricos estuvo activa entre 1936-1950 aproximadamente y su producción eran: ladrillos, baldosas, cañerías, mosaicos y piezas de cerámica. Esta fábrica de ladrillos refractarios fue creada en 1854 por la compañía Carbonífera e Industrial de Lota que pertenecía a Matías Cousiño y Thomas Bland Garland, se estableció en un comienzo con el fin de fundir el cobre que llegaba desde el norte del país, aunque luego con el paso del tiempo amplió sus productos. Es por ello que en 1928 se crea un horno túnel para aumentar la producción que existía hasta aquel momento, empezando a fabricar: aisladores de teléfonos, telégrafos, instalaciones eléctricas de alta y baja tensión, baldosas esmaltadas de colores, entre otros productos, por lo que la fábrica alcanzó un prestigio a nivel nacional durante la década de 1940, finalmente en 1951 la fábrica deja de producir cerámica artística, vajilla, azulejos y mosaicos, y retorna a su oficio original de producción de ladrillos, al asociarse a la compañía norteamericana “A.P. Green Fire Brick Company de Missouri”, quienes los asistían técnicamente en la línea refractaria, conformándose la sociedad refractarios “Lota Green” la cual funcionó hasta 1997.

Otra de las primeras plantas chilenas en fabricación de tejas y productos cerámicos finos, derivados de la arcilla que eran destinados para la construcción de viviendas corresponde a la “Fábrica de Ladrillos y tejas de Traiguén” (Ver fig. 72), industria que se fundó en 1917 gracias a Ricardo Levy quien llegó a Chile en 1911 a trabajar junto con su tío el ingeniero civil León Levy Albagli en obras de ingeniería para empresas públicas y privadas, en 1917 compra una pequeña locería rústica a Francisco Blanc, y adquirió en 1927 en Francia una nueva y completa línea de producción, para construir en 1934 la parte sólida de la industria, finalmente posterior a la Segunda Guerra Mundial encarga nuevas maquinarias que contribuyeron al progreso de la industria. La industria desarrolló una variedad de productos con prestigio a nivel nacional algunos de ellos eran: ladrillos, enchapes, tejas, baldosas, refractarios, entre otros, esta fábrica dio origen a Cerámica Santiago S.A., empresa que es reconocida por contribuir tecnológicamente en el país al modificar la estructura de producción industrial (1975), al incluir modernas maquinarias que se destinaron a la elaboración de ladrillos prensados moldeados al vacío.

Otro material complementario en la albañilería de ladrillo es la cal, desde la época colonial en Chile se utilizó este material, antiguamente se quemaba en grandes hornos que empleaban romerillo como combustible y era envasada en zurroneos –bolsas de cuero crudo–, para ser transportadas en mulas o embarcaciones. Pero con la explotación en Calera de Tango, Polpaico, Lo Prado y Lo Aguirre, se logró suministrar con buena cal a Santiago y las regiones cercanas, puesto que, el transporte de la cal significaba un gran gasto que no todos podían costear. En el sur del país no contaron con la misma suerte esto debido a que no se encontraban buenas canteras de calizas, por lo que se debió reemplazar el material por cal de concha (Ver fig. 73). El ingeniero Augusto Charme contratado en Francia en 1846 para dirigir la construcción de los Almacenes Fiscales de Valparaíso, pudo conocer y experimentar con una buena calidad de cal hidráulica –cemento natural–, la cual venía desde Catapilco de la hacienda de don Francisco Javier Ovalle y Errázuriz, la cal fue trasladada a Valparaíso mediante un muelle construido en Zapallar (Greve, 1944).

Luego se reemplazaron las argamasas de cal, árido y agua por cemento, material que se empezó a fabricar en Inglaterra a principios del siglo XIX, fue conocido como “cemento romano artificial” denominado así por la similitud que

tenía el material al empleado en la antigüedad por los romanos, se le atribuye la invención del producto y procedimiento a James Parker. El “cemento Portland” por su parte apareció en 1824 cuando se le concede al albañil Joseph Aspden en una ciudad inglesa la patente del producto, aunque se considera aquel año como el nacimiento del material, este fue reconocido recién tras los ensayos y experiencias que desarrolló John Grant entre los años 1859-1871, empleándose este material –cemento– para el hormigón en 1867 por E.A. Bernay (Greve, 1944).

En Chile en 1856 ya se empleaba el cemento en la construcción (Ver fig. 74) del puente ferroviario sobre el río Maipo según Greve (1944), en aquella época el cemento romano que llegaba al país desde el extranjero era para satisfacer pedidos eventuales de pocos consumidores. Se estima que en 1867 llegó la primera internación del producto al puerto de Valparaíso, en el barco inglés Lighten de donde arribó un cargamento de 390 barricas de cemento romano enviado a Loring & Cía. Se torna difícil precisar con exactitud la fecha del arribo de la primera partida de cemento romano o el Portland, pero el último, figura por primera vez en la aduana en 1869.

Basándose en la fama que tenían las calizas de La Calera en tiempos coloniales se creó ahí la industria del cemento, en julio de 1891 se organizó la Compañía de Cementos Naturales y Portland de La Calera con el fin de trabajar las calerías y gredales de la propiedad de don José Huici, se lanzó en noviembre al mercado diversos tipos de cemento, aquel lanzamiento no tuvo el auge esperado. Fue en 1906 cuando una nueva fábrica de cemento se instaló en La Calera y alcanzó el éxito esperado, conocida como la Sociedad Fábrica de Cemento El Melón (Ver fig. 75). La fábrica fue inaugurada en diciembre de 1908, sus instalaciones y maquinarias estaban calculadas para producir 200.000 toneladas de cemento al año, estas fueron encargadas a Noruega y traídas a Chile mediante una embarcación, producto del aumento creciente que tuvo la compra del material se pensó en ampliar la fábrica, concretándose aquello en 1915 cuando se ampliaron sus instalaciones, la demanda del producto siguió en aumento y la producción de cemento de la fábrica se hizo poca para lo requerido por el país, la demanda de cemento excedía en un 20% la capacidad productora de la fábrica es por ello que en 1916 se organizó una sociedad conocida como “Compañía Industrial El Volcán” para explotar las cales y yeso de la región del Maipo y fabricar carburo de calcio (Greve, 1944).

La importancia del cemento radica como menciona Hernández (2019), los morteros de juntas utilizados en las construcciones en albañilería de ladrillo se componen de un material base aglutinante que puede ser: cemento Portland, cal hidratada –se utiliza en elementos que no requieren mucha resistencia ni alta impermeabilidad– u otro cementante, junto con la arena y agua, aunque el más utilizado en la fabricación de morteros de juntas es el cemento Portland común (Ver fig. 76).

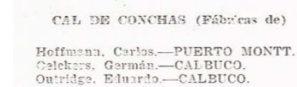
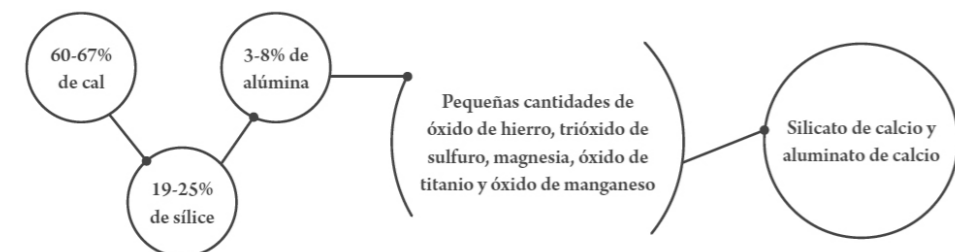


Figura 71
Publicidad de la Compañía Minera e Industrial de Chile.
Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 296.

Figura 72
Publicidad de la Fábrica de Ricardo Levy.
Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 402.

Figura 73
Industrias que fabricaban cal de conchas en Chile según la Nómina alfabética de Industrias Nacionales Clasificadas por Productos.
Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 295.

Figura 74
Industrias que fabricaban cemento en Chile según la Nómina alfabética de Industrias Nacionales Clasificadas por Productos.
Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 305.

Figura 75
Publicidad de la Sociedad Fábrica de Cemento El Melón.
Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 308.

Figura 76
Principales componentes del cemento Portland común.
Fuente: Hernández, 2019, p.22.

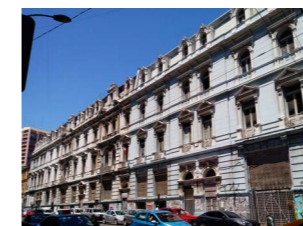
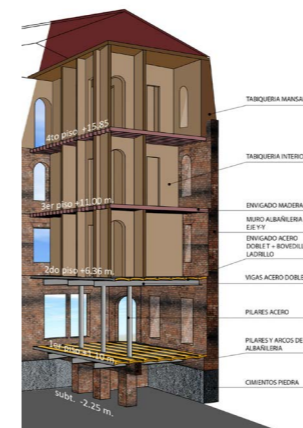


Figura 77
Edificios en la Gran Avenida y el Palacio Edwards, Valparaíso hacia 1900.
Fuente: Biblioteca Nacional Digital (BND). Recopilación de imágenes de Chile. Disponible en: <http://www.biblioteca.nacionaldigital.gob.cl/visor/BND:606262>

Figura 78
Escantillón con detalles constructivos del Ex Hotel Royal y una fotografía de su estado.
Fuente: Salazar, M., 2014, p. 190. Fotografía archivo propio, 2022.

2.2.2 Albañilería en Valparaíso

El empleo de esta técnica constructiva en Valparaíso, en las obras de arquitectura mayor desarrolladas en el puerto explica Benavides et al. (1994), son construcciones que llevaron a cabo profesionales y que se ejecutaron en tiempos prolongados, lapsos de dos a tres décadas, se realizaron con diversos estilos arquitectónicos y eran construidas con el fin de satisfacer múltiples actividades programáticas. Son inmuebles que cuentan con una arquitectura y tecnología muy desarrollada para la época y una gran calidad en sus terminaciones, construidos en ladrillos y perfiles de acero, información que se puede verificar en los datos estadísticos de la ciudad de 1873, en donde se cursaron una cantidad de 217 permisos de edificación, entre los cuales se supone un alto porcentaje de construcción de edificios de gran envergadura (Ver fig. 77).

El estudio llevado a cabo por Benavides et al. (1994), concluyó que entre 1880 y 1920 se produjo una concentración de la edificación de carácter tradicional en los puertos de Chile, periodo que se caracterizó por la expansión de la actividad marítima, debido a ello afirma que “En Valparaíso las construcciones en albañilería desplazaron a la madera en las estructuras soportantes de los edificios de gran envergadura, destinados a departamentos, bodegas, establecimientos escolares, oficinas para los armadores, casonas o palacios, algunas industrias y almacenes mayoristas.” (Benavides et al., 1994, p.100). Como se ha descrito al inicio del capítulo Valparaíso se caracteriza por desarrollar una arquitectura con sistemas constructivos mixtos y es posible encontrar inmuebles con materialidades tales como: albañilería, madera, acero, cemento, cal, tierra cruda, entre otros, tanto en su centro urbano como en las instalaciones portuarias.

La vivienda en el siglo XIX según Waisberg (1978), se basa en recursos como el dominio del uso de adobe, la madera, el ladrillo y ocasionalmente la piedra, puesto que aquellos materiales proporcionaban límites de seguridad respecto del proceso constructivo, aunque la clase más acomodada revestían sus viviendas con materiales refinados sean estos importados o nacionales. Por su parte Sánchez et al. (2011), describen que los edificios situados en el plan estructuralmente se componen de cimios y sobrecimios en sus subterráneos y zócalos con muros perimetrales que están constituidos de piedra, muros que alcanzan hasta 1,20 m de espesor. En tanto, los gruesos muros de las plantas superiores son de albañilería de ladrillo y conforman un sistema confinado y arriostrado, señalan también que a fines del siglo XIX los inmuebles lograban alturas promedio de hasta tres pisos con altillos, la albañilería de ladrillo era empleada tanto en los muros perimetrales de los primeros pisos como en los muros cortafuegos y disminuían sus espesores en los niveles superiores, en donde se empleaban técnicas constructivas más livianas principalmente de tabiquería de madera rellenas con adobillos, además afirman que los muros perimetrales son sistemas rígidos cerrados, que se conforman de albañilería de ladrillo macizo, sin refuerzos (Ver fig. 78 y 79).

En base al “Boletín de la Estadística Industrial de la República de Chile de 1894-1895”, publicado por la Sociedad de Fomento Fabril en 1896, en Valparaíso la industria más destacada en el grupo VIII de fabricación de materiales de construcción era la fabricación de ladrillos, se logra concluir que en aquella época aún no se habían introducido avances tecnológicos, ya que no existía ninguna fábrica que trabajara a máquina, ni tampoco se utilizaban hornos continuos, sino que se realizaban ladrillos hechos a mano y se empleaban hornos de tipo intermitentes. El número total de establecimientos que se clasificaron bajo aquel grupo (VIII) constituyen un total de 31 fábricas y de 430

operarios, al desagregar la información de aquellas 31 industrias un total de 25 establecimientos corresponden a fábricas de ladrillos y tejas comunes, en las cuales trabajaban 382 operarios hombres de nacionalidad chilena (Ver tabla 7 y 8).

Tal como explica Salazar (2014), la producción del ladrillo se realizó de forma artesanal hasta 1906, la arcilla era extraída de la misma zona donde se emplazaban las fábricas, debido en parte a la inexistencia de avances tecnológicos, es por ello que el proceso se llevaba a cabo de forma artesanal y recaía la responsabilidad de la calidad del material en los manufactureros, la información estadística de la época permite concluir que la materia prima utilizada para la fabricación de los productos constructivos como: baldosas, brea y ladrillos eran de origen nacional a excepción del mármol. El boletín estadístico también detalla que las fábricas de ladrillos y tejas comunes en 1896 tenían un total de 40 maquinarias –hornos– y el gasto diario de combustible era de \$103.50.

Los nombres asociados a las fábricas de tejas y ladrillos establecidas en Valparaíso y sus alrededores en aquellos años (1903) eran: “*Germán Camus, Bonifacio Lucero, Marcelo A. Mena, Herminio Rivera, Francisco Valencia, Eleuterio Araya, Alberto Escobar, Nicolás Cerda, Damián Grau, Abraham Guzmán, Juana R. López, José López, V. Morandé, Esteban Napoli, Palau Hnos., Alberto Pérez, Ángel Saavedra, Elías Silva, Rivera Hnos., Sebastián Palas y otros*”, pero se desconoce la ubicación exacta de donde se emplazaban aquellas plantas manufactureras (Salazar, 2014; Fagalde, 2011).

Al ser la forma de producción de los ladrillos de forma artesanal según Salazar (2014), antes no existía una intención por producir un buen producto, ya que la materia prima no era preparada correctamente, es decir, no se acondicionaba la tierra, ni se le agregaba la arena suficiente para su uniformidad y tampoco se eliminaban de la arcilla los materiales orgánicos, vegetales o de procedencia animal, sino que era utilizada tal cual como se extraía.

El proceso de fabricación de ladrillos ha cambiado y se ha normado a través del tiempo, pero a pesar de ello la industria en nuestro país aún no se ha actualizado en su totalidad al aplicar tecnologías eficientes, sino más bien aún se producen una gran cantidad de ladrillos de forma artesanal lo que genera una gran cantidad de contaminación ambiental.

INDUSTRIAS	N° de establecimientos	MATERIAS PRIMAS		
		Nacionales	Extranjeras	Total
Obras de ladrillos y tejas comunes	25	-	-	-
Baldosas y comprimidos	1	\$20.000	-	\$20.000
Marmolerías	4	\$1.000	\$39.000	\$40.000
Fábricas de brea	1	\$18.000	-	\$18.000

INDUSTRIAS	N° de establecimientos	OPERARIOS					
		Hombres	Mujeres	Niños	Nacionales	Extranjeros	Total
Obras de ladrillos y tejas comunes	25	382	-	-	382	-	382
Baldosas y comprimidos	1	10	-	-	8	2	10
Marmolerías	4	27	-	2	21	8	29
Fábricas de brea	1	9	-	-	9	-	9

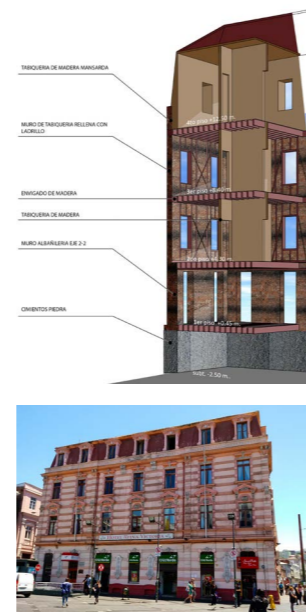


Figura 79
Escantillón con detalles constructivos del Hotel Reina Victoria y una fotografía de su estado.
Fuente: Salazar, M., 2014, p. 218.
Fotografía archivo propio, 2022.

Tabla 7
Los establecimientos y materias primas que producen materiales de construcción en Valparaíso.
Fuente: Elaboración propia en base al “Boletín de la estadística industrial de la República de Chile”, 1896, Sociedad de Fomento Fabril. Sección de Estadísticas, p. 56.

Tabla 8
Operarios en la industria del ladrillo en Valparaíso.
Fuente: Elaboración propia en base al “Boletín de la estadística industrial de la República de Chile”, 1896, Sociedad de Fomento Fabril. Sección de Estadísticas, p. 57 y 58.

2.3 ENTRAMADOS DE MADERA

La madera es uno de los materiales de construcción más antiguos empleados por el hombre, corresponde a uno de los únicos materiales capaz de trabajar a tracción y flexión. Los sistemas constructivos de entramado son un método de construcción en el que mediante la unión de elementos lineales y esbeltos se conforman estructuras que soportan esfuerzos a compresión, tracción, flexión y corte, sistema constructivo que fue empleado y adaptado a las viviendas porteñas (Ver fig. 80) (Solminihac et al., 2011; Barros et al., 2016).

La principal ventaja constructiva que tienen los sistemas de entramado explican Barros et al. (2016), es ser un sistema de faena seca el cual no requiere emplear agua, morteros u hormigones, solo utiliza formas o elementos de vinculación mecánica que necesitan un cierto grado de experiencia del carpintero. La madera presenta una serie de ventajas entre ellas podemos mencionar que es un material biodegradable y reciclable el cual no genera escombros, no requiere de un gran gasto energético para su producción o fabricación de sus unidades básicas como los listones, tablas y tablones, entre otros (Ver fig. 81), por último, corresponde a un recurso renovable lo que permite que al reforestar los bosques talados continúe la existencia del material (Barros et al., 2016).

Otra característica que tiene la madera es ser un material vivo hasta que sea aserrada y tratada aseveran Barros et al. (2016), aquella cualidad la hace susceptible a cambios de forma, volumen o dimensiones, debido a su humedad y a su capacidad de absorber aquella humedad, ya que es un material higroscópico. Asimismo es importante señalar que la madera no es un material homogéneo puesto que se compone de fibras naturales, al ser un material biológico puede ser degradada por agentes microbióticos, hongos o insectos, por lo necesita ser protegida para aumentar y asegurar su perduración en el tiempo, y por último es un material anisotrópico debido a su comportamiento mecánico, a su flexibilidad y resistencia a esfuerzos, que varía en base al eje en que se disponga el elemento, por lo tanto resiste entre 20 a 200 veces más en el sentido del eje del árbol –eje axial–, que en el sentido transversal –eje radial y tangencial–.

La madera puede ser definida como: “porción leñosa dura y rígida situada dentro de la corteza de los árboles” (Solminihac et al., 2011, p.422), como se ha descrito este material orgánico y no homogéneo se compone fundamentalmente de celulosa y lignina, las células que componen la madera son huecas, de longitud variable y se distribuyen vertical y horizontalmente (Solminihac et al., 2011). A escala macroscópica según Lasheras (2001), en un corte transversal del tronco de un árbol se puede distinguir a simple vista la corteza o floema, de la madera o xilema, en la siguiente figura se denotan los nombres que reciben cada parte desde el exterior hacia el interior del material (Ver fig. 82).

La estructura de la madera como se aprecia en el corte está compuesta por las siguientes partes desde el exterior hacia el interior, la Corteza exterior (a) corresponde a la capa periférica del leño y tiene como función proteger el interior de los agentes agresores externos atmosféricos y/o animales, aquella capa tiene una consistencia semi elástica y poco densa, luego se encuentra la Corteza interior o liber (b) lugar donde se almacena, circula y escurre la savia que se elabora en el follaje conduciéndola hacia las raíces para alimentar el tronco, el Cambium (c) corresponde a la zona donde se generan las nuevas células que provocan el crecimiento del árbol, es una capa viva que produce el

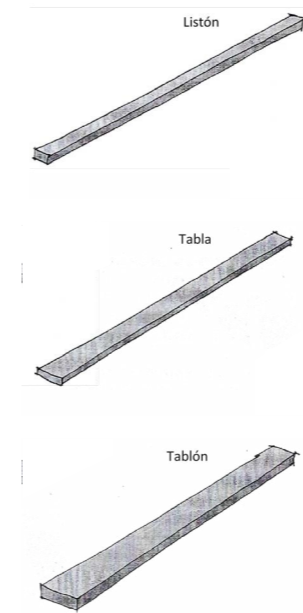


Figura 80
Fachadas de inmuebles porteños construido con sistema de entramado de madera.
Fuente: Archivo propio, 2022.

Figura 81
Escudriñas de un Listón (elemento de sección 1x2, 2x2, 2x3, 2x4), Tabla (elemento de secciones 1x4, 1x5, 1x6) y Tablón (elemento más grueso que una tabla, de 2x6, 2x8, 2x10).
Fuente: Barros et al., 2016, p.219.

crecimiento de la madera gracias a la mitosis o división de las células.

Cabe agregar que en las maderas al observar un corte transversal del tronco se distinguen diferentes anillos de crecimiento, los cuales son reflejo de cada ciclo estacional diferenciándose en la tonalidad, los externos son más claros y los internos más oscuros, denominándose Albura (d) a la madera blanda y joven, esta zona corresponde a donde se produce el transporte de la savia hacia las hojas, además es donde se almacenan las sales minerales útiles, no es tan resistente mecánicamente ni al ataque de hongos e insectos, pero la impregnación y absorción de productos de tratamiento es mejor en esta zona. Luego encontramos el Duramen o pellín (e) es el núcleo muerto y central del árbol que otorga la resistencia al tronco, por lo general muy lignificado y más oscuro que la albura, asimismo esta zona es mucho más resistente al ataque de hongos. En algunas especies de árboles como son el alerce y el pino Oregon, se vuelve muy difícil distinguir entre el duramen y la albura. Por último, la Médula (f) es la zona central conformada por tejido muerto y que no cumple ninguna función en los árboles adultos (Solminihac et al., 2011; Lasheras, 2001).

Tal como describen Solminihac et al. (2011) y Lasheras (2001), los factores ambientales a los que se expone durante su crecimiento el árbol influyen en la estructura de la madera, produciéndose una textura tosca con bastante amplitud entre sus anillos y células gruesas con paredes finas si el crecimiento se genera de forma rápida, a diferencia del crecimiento lento que produce una madera con textura fina y uniforme, con células delgadas y paredes más gruesas. También cabe explicar que en las épocas iniciales del periodo vegetativo el árbol se desarrolla más que en el término de aquel periodo, es por ello que se forman las células de la pared mucho más delgadas y de color más claro, produciéndose la “madera de primavera”, las otras células de menor diámetro generan paredes gruesas y adquieren un color más denso y se conoce como “madera de verano”, configurándose la madera como un conjunto de anillos concéntricos de crecimiento anual que permiten determinar la edad de un árbol. La formación de nudos se puede evitar tempranamente al eliminar las ramas inferiores, puesto que estos se producen cuando al crecer el tronco envuelve las bases de las ramas, ramas que mueren por falta de radiación solar, envolviéndose el cambium de forma discontinua, aquello puede tener consecuencias estructurales.

La madera a escala microscópica se conforma por diversos tipos de células vegetales que tienen una forma tubular según describe Lasheras (2001), sus paredes celulares se estructuran en tres membranas, la pared primaria exterior, la pared secundaria más gruesa que se subdivide en tres subcapas, y por último una membrana rugosa (Ver fig. 83). Cabe señalar que cada capa se compone de un “conglomerado de fibras de celulosa” que se encuentran insertas en una matriz de lignina y hemicelulosa, las fibras son las principales células de la madera y se sitúan en la dirección longitudinal del árbol, mientras que los poros corresponden a todos aquellos orificios pequeños observables en un corte transversal y como finas estrías en un corte longitudinal de un árbol, constituyen los canales resiníferos o vasos.

Respecto a la composición química de la madera en promedio los elementos presente en ella son en un 40-50% de Carbono, un 38-43% de Oxígeno, 6% de Hidrógeno, 1% de Nitrógeno y otros en menor proporción. Mientras que los componentes primarios que conforman las paredes celulares de la madera según Lasheras (2001), son:

- a) La Celulosa constituye el 40-50% de la madera, es un polímero de la glucosa y se caracteriza por ser insípida, incolora e inodora,

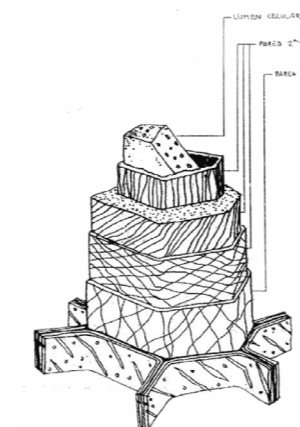
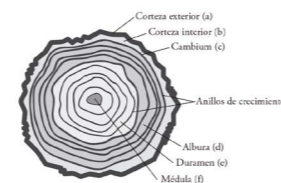


Figura 82
Partes del corte de un árbol.
Fuente: Solminihac et al., 2011, p.422.

Figura 83
Estructura de las células de la madera.
Fuente: Lasheras, 2001, p.257.

forma fibrillas claras agrupadas que resisten a la tracción, además es insoluble en agua, esta solo la reblandece, pero se vuelve soluble en sustancias ácidas.

b) La Hemicelulosa conforma del 20-30% de la madera, es un polímero amorfo y ramificado de diversos azúcares y forma parte de la matriz que aglutina a la celulosa, se degrada fácilmente con lejías y sustancias alcalinas.

c) La Lignina compone entre el 20-30% de la madera, corresponde a un polímero tridimensional complejo que es insoluble y rígido lo que hace que actúe como protector e impermeabilizante, entrega resistencia tanto a la compresión como al corte, esta se acumula en las paredes celulares y produce que estas ganen resistencia pero pierdan flexibilidad.

Asimismo la madera posee componentes secundarios que según Lasheras (2001), se establecen en las paredes celulares cuando se forma el duramen, tales como: las resinas, taninos que corresponden a sustancias orgánicas que tiñen de marrón a rojo la madera, trementina producto que se obtiene de la destilación de la resina, colorantes, grasas, ceras y sustancias gomosas, todos aquellos elementos en conjunto se encuentran en cantidades del orden de 5-7% en la madera. El agua de la madera en obra es otro componente que constituye entre el 10-15% de su peso y se puede presentar de tres formas:

- a) Agua de constitución cuando se combina químicamente con los otros compuestos de la madera en sus moléculas, esta agua solo se puede perder por combustión o descomposición de la madera y constituye entre el 4-5%, el peso de la madera seca incluye esta agua de constitución.
- b) Agua de impregnación celular o higroscópica es aquella que provoca movimientos de hinchazón o merma -contracción- de la madera, el agua ingresa al interior de las paredes celulares por lo que el espesor de aquella pared depende del contenido de humedad, este es ancho cuando está saturada y delgado cuando se encuentra seca. El punto de saturación de las fibras es entre el 25-30% respecto a la madera seca.
- c) Agua de imbibición capilar o libre es toda aquella agua que fluye por los canales y vasos de la madera, rellena los espacios y vacíos intercelulares, se presenta en la madera verde y es la que se elimina en primer lugar con el secado de la madera después del taldado, no genera cambios dimensionales en la madera aunque puede afectar la sensibilidad de la madera frente a hongos.

Por último otros componentes secundarios son los minerales, aunque estos aparecen en cantidades pequeñas, algunos de ellos son: calcio, hierro, potasio, magnesio, sodio, entre otros.

Conocer la procedencia de la madera es otro punto que resulta primordial según Solminihac et al. (2011), esta se puede dividir en dos grandes especies:

1. Latifoliadas: son todos aquellos árboles o arbustos frondosos, que se caracterizan por poseer hojas anchas y caducas, pertenecen a esta especie los robles, los fresnos, etc.
2. Coníferas: se caracterizan por tener hojas en forma de aguja, color verde intenso y madera resinosa. Son todos aquellos árboles y arbustos cuyas ramas se caracterizan por tener forma cónica, pertenecen a este grupo los pinos, abetos, alerces, cedros y ciprés, entre otros.

El uso de la madera como material de construcción tiene ciertas ventajas, descritas por Solminihac et al. (2011) y Barros et al. (2016), éstas son: este tipo

de construcciones son muy resistentes en relación a su bajo peso, por lo que resultan menos afectadas ante los sismos en comparación con otros materiales; es un material natural, renovable y económico, nuestro país tiene ventajas para la producción de madera de diversas especies gracias a su geografía; ante los incendios su resistencia se mantiene durante un largo tiempo y es posible recuperar elementos estructurales al eliminar la superficie quemada; requiere de uniones sencillas que son fáciles de materializar; es un buen aislante térmico, acústico y eléctrico; por último, su transporte es fácil y no se ve afectada por ácidos o vapores de algunas industrias.

Aunque como todo material también presenta ciertas desventajas, como por ejemplo: su susceptibilidad a ataques de insectos, por lo que requiere protección y cuidados previos con impregnaciones de sustancias efectivas; también al ser un material combustible, puede propagarse con facilidad el fuego; la resistencia del material depende entre otros factores del tiempo que dure la carga que recibe, a menor duración de la carga mayor será la resistencia; los cambios de humedad ambiental pueden provocar variaciones de su volumen y dimensiones (Solminihaç et al., 2011; Barros et al., 2016).

Los entramados de madera son estructuras que transmiten sus cargas longitudinalmente a lo largo de sus elementos o cerramientos estructurales según Jiménez (2014), clasificándose en tres grandes categorías: sistema de viga-pilar o Post and Beam, los entramados pesados o Timber Frame y los entramados ligeros o Light Frame (Ver fig. 84).

Los sistemas de poste-viga corresponden a la vinculación de un elemento horizontal con dos elementos verticales según explica Barros et al.(2016), para este sistema se emplean maderas con importantes secciones y son de gran relevancia los nudos que se generan por la unión viga-pilar, la cual debe ser lo más rígida posible, para ello si es necesario se utilizan elementos auxiliares como herrajes metálicos o conectores especiales que aporten la rigidez necesaria para conformar marcos o pórticos que en su conjunto sean estructuralmente rígidos y autoportantes, según Peraza, Arriaga, Arriaga, González, Peraza, & Rodríguez (1995), este sistema también es conocido como sistema aporticado y se pueden utilizar elementos diagonales y estribos transversales para darle rigidez a los pórticos (Ver fig. 85).

Los entramados pesados por su parte se diferencian de los entramados ligeros por el peso y tamaño de los elementos que lo conforman, estos sistemas se utilizaron en Europa desde épocas medievales, los ingleses los emplearon para la construcción de antiguas casas de campo desde el siglo XIII y por lo general las secciones de las maderas de estos sistemas de entramados eran cuadrada con escuadrías de 4x4" o superiores a esta y las uniones de los componentes las realizaban especialistas –carpinteros–, cualquier transformación o dimensionamiento se llevaba a cabo de forma manual, lo que daba un acabado rudimentario. El Timber Frame es descrito como un armazón de madera que es construido con grandes piezas de madera de grandes escuadrías, que se unen entre sí con uniones carpinteras manufacturadas y elaboradas, estas soluciones de ensambles debilitan la estructura al perder sección, es por ello que se utilizaban grandes piezas que aumentaban el volumen y peso, este sistema utilizaba zócalos o basamentos de piedra y los entramados eran rellenos con adobes, barro o ladrillos (Jiménez, 2014; Gil, 2017).

Algunos de los sistemas de entramado pesados más investigados corresponden al: Box Frame, Aisled Frame y Cruck Frame. El Box Frame es un sistema conformado por marcos pesados de grandes escuadrías –en su estructura primaria– describe Jiménez (2014), que en ciertos casos su finalidad es utilizarse como bastidores de elementos madereros secundarios de menor

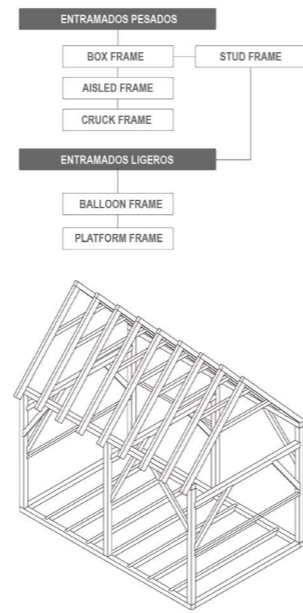


Figura 84
Clasificación de los sistemas de entramados de madera.
Fuente: Jiménez, 2019, p.7.

Figura 85
Sistema aporticado o Post and Beam.
Fuente: Peraza et al., 1995, p.64.

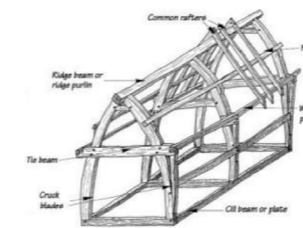
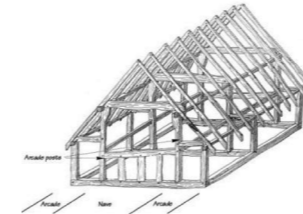
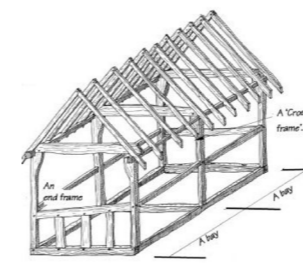


Figura 86
Sup. sistema Box Frame.
Fuente: University of the West of England, 2008. Disponible en: https://fet.uwe.ac.uk/conweb/house_ages/timber/section4.htm

Figura 87
Al medio sistema Aisled Frame.
Fuente: University of the West of England, 2008. Disponible en: https://fet.uwe.ac.uk/conweb/house_ages/timber/section4.htm

Figura 88
Inf. sistema Cruck Frame.
Fuente: University of the West of England, 2008. Disponible en: https://fet.uwe.ac.uk/conweb/house_ages/timber/section4.htm

dimensión como los pies derechos o studs, en conjunto conforman los muros exteriores y tabiques internos, en este sistema el techo actúa como un elemento estructural separado de los muros (Ver fig. 86), los sistemas Aisled Frame entregan mayores espacios interiores, puesto que su estructura proporciona una nave central junto con dos pasillos laterales (Ver fig. 87) y por último, el sistema Cruck Frame se compone de marcos cruzados que están compuestos por pares de madera inclinadas o curvas, requiere elementos de madera largos curvados de forma natural, estos postes son asegurados mediante una viga horizontal que le otorga la forma de "A", transfiriéndose las cargas desde el techo al suelo (Ver fig. 88).

El Stud Frame es un sistema que surgió de la evolución del sistema Box Frame en Inglaterra desde el siglo XIX y corresponde a un entramado de madera de menor escuadría que se compone de "montantes verticales" o pies derechos que se separan equidistantemente y que se integran a la estructura de marcos pesados, con el paso del tiempo los marcos pesados pasaron a ser innecesarios y se omitieron, por lo tanto el entramado actúa como estructura principal y se agregan nuevos elementos como las soleras surge así una forma estructural más liviana, pero que no era considerada entramado ligero. Este sistema se implementó para levantar pequeñas construcciones y utilizaban piezas de sección 4x2" y diagonales ocasionales (Jiménez, 2014).

Los sistemas de entramados ligeros emplean piezas de menor escuadrías, reducen el peso de la estructura, utilizan uniones simples que aminoran el trabajo de las uniones carpinteras y se reemplazó la mano de obra calificada de los carpinteros por operarios no calificados según plantea Jiménez (2014), dentro de esta categoría se encuentran dos sistemas de entramado: el sistema de globo o Ballom Frame y el sistema de plataforma o Platform Frame sistemas relevantes para esta investigación.

El sistema Ballom Frame manifiesta Barros et al.(2016), es la construcción de un armazón en madera con escuadrías intermedias, que se construye mediante la repetición de elementos como postes o pies derechos, diagonales, soleras, entre otros, permite estructurar construcciones de 2 o más pisos, este sistema se caracteriza en que sus pies derechos son continuos, es decir, alcanzan la altura de toda la construcción, inician en la fundación y finalizan en la solera de amarre superior. Jiménez (2014), por su parte agrega que este sistema se conforma por series de piezas de madera aserrada y dimensionada con escuadrías de: 2x4", 2x6" y 2x8", los elementos como las vigas y pies derechos se disponen equidistantemente en una reducida distancia que varía entre los 40 y 60 cm, además se utilizan riostras o diagonales que rebajaban los pies derechos y reemplazan las uniones carpinteras por uniones industrializadas de tipo clavadas. Estas estructuras entramadas conformaban paredes, entresijos y techumbre y el sistema original –americano– era revestido por ambos lados con tablas (Ver fig. 89).

Ambos autores coinciden en que las ventajas que tiene este sistema son que su forma constructiva es más simple, ligera, económica, adaptable y de rápida y fácil construcción, lo que permitió que diversas ciudades tuvieran un crecimiento habitacional rápido –como Chicago–, esto debido a la estandarización de los materiales –madera aserrada, clavos, rellenos de la estructura–, lo que ayudó a que las piezas fueran manipulables por sus dimensiones y que las uniones carpinteras fueran reemplazadas por conexiones con clavos con mínimas muescas, sin necesitar de la mano de obra de especialistas –carpinteros–. Mientras que sus desventajas son que las dimensiones de los elementos de madera en el mercado actual no permiten construir en este sistema, ya que las dimensiones estándares máximas de largo de la madera de pino es de 320 cm y las nobles de 360 cm, dimensiones insuficientes para la construcción de

un inmueble de 2 pisos (Barros et al., 2016; Jiménez, 2014).

Su proceso constructivo según describe Gil (2017), comienza al levantar los pies derechos de las esquinas sobre las soleras inferiores, los cuales se mantienen erguidos gracias a riostras, posterior a ello se arman los marcos exteriores con la respectiva solera superior, y se disponen los pies derechos dentro de los marcos, para los entresijos se ocupan piezas de 2x4" entre los pies derechos sobre las que se apoyan las vigas del entramado de piso (Ver fig. 90 y 91). Cabe señalar que otra desventaja preocupante según Peraza et al. (1995), de este sistema es que tiene un mal diseño frente al fuego, en especial respecto a la propagación de un incendio, esto debido a su continuidad entre las plantas, además agrega que armar y levantar este tipo de sistema es complejo, debido a que los entramados deben ser armados simultáneamente.

Jiménez (2014), clarifica que la invención de la máquina a vapor fue un impulso significativo para la madera aserrada, puesto que producto de lo anterior se estandarizó la producción de maderas, reinventándose el sistema Balloon Frame el cual evolucionó al sistema Platform Frame.

Gil (2017) y Barros et al. (2016), por su parte explican que el sistema Platform Frame se caracteriza por su secuencia constructiva en donde cada nivel corresponde a una estructura independiente y se construye de forma independiente, es decir, los pies derechos en este sistema tienen la altura de un piso, mientras que el entramado horizontal constituye la plataforma sobre la cual se levanta el piso siguiente, estas plataformas horizontales son independientes de los paramentos verticales, los entresijos se apoyan sobre la solera superior de los tabiques, cabe señalar que este sistema constructivo emplea maderas de secciones pequeñas de: 4x4", 4x6" y 2x4" (Ver fig. 92).

El Platform Frame fue un sistema dominante en América del Norte y se le atribuye el aumento del desarrollo habitacional de la clase media, a pesar que este sistema utiliza los mismos elementos estandarizados como clavos y piezas madereras que el Balloon Frame se diferencian en formas y proceso constructivo. El proceso constructivo del Platform Frame se basa en armar las paredes del entramado recostadas en una superficie plana con la distribución de los pies derechos clavados a una solera inferior y se coloca la solera superior sobre los cantos de los pies derechos, además de los otros elementos necesarios como dinteles, riostras, etc., posterior a ello los muros son levantados y clavados sobre el forjado de piso, este primer nivel es coronado con el envigado de entresijos y su respectivo tableado de piso y se configura así el entramado horizontal sobre el cual se levantan los tabiques del piso siguiente (Ver fig. 93 y 94) (Jiménez, 2014; Gil, 2017).

Por lo tanto, los pies derechos en este sistema quedan interrumpidos en cada piso por las soleras de amarre, el envigado de entresijos y el entablado, la principal ventaja de este sistema es que permite que el inmueble pueda ser mayor a dos pisos, además es un sistema que mejoró las condiciones de montaje y redujo el tamaño de los pies derechos y en la actualidad corresponde a uno de los sistemas más utilizados en la construcción de casas de tabiquería de madera (Barros et al., 2016; Jiménez, 2014). Peraza et al. (1995), explica que este sistema tiene un mejor diseño frente a la propagación del fuego durante un incendio, ya que la estructura del sistema permite que este se estanque entre los niveles, además la construcción de este sistema es como ya se describió mucho más simple.

Tal como explica Gil (2017) y Jiménez (2014), los avances que experimentó la industria maderera con la estandarización de ésta, así como el reemplazo de las antiguas uniones carpinteras por el clavo industrializado permitieron que

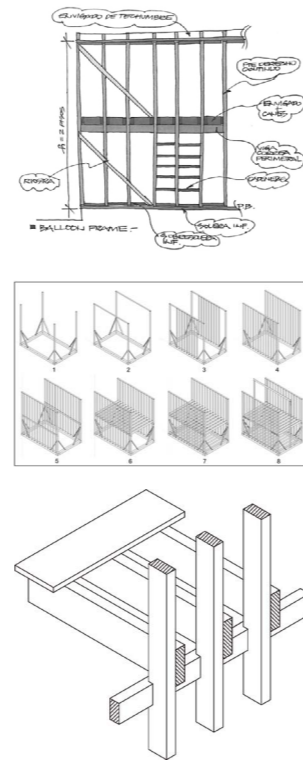


Figura 89
Elevación de los elementos que constituyen el sistema Balloon Frame.
Fuente: Barros et al., 2016, p.228.

Figura 90
Proceso constructivo de un sistema de entramado Balloon Frame, O'Brien, M., 2010.
Fuente: Gil, 2017, p.57.

Figura 91
Entresijos de un sistema Balloon Frame.
Fuente: Peraza et al., 1995, p.91.

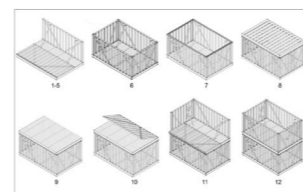
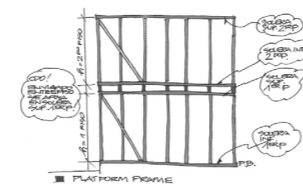


Figura 92
Elevación de los elementos que constituyen el sistema Platform Frame.
Fuente: Barros et al., 2016, p.228.

Figura 93
Proceso constructivo de un sistema de entramado Platform Frame, O'Brien, M., 2010.
Fuente: Gil, 2017, p.59.

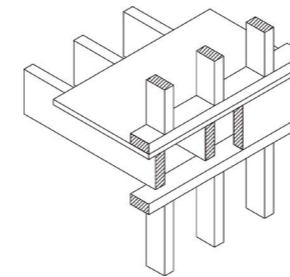


Figura 94
Entresijo de un sistema Platform Frame.
Fuente: Peraza et al., 1995, p.91.

los sistemas de entramado evolucionaron a través del tiempo y disminuyeron sus dimensiones (Ver tabla 9), cabe señalar que muchos de estos sistemas de entramado no se han podido sostener en el tiempo producto de aquella estandarización del material, a pesar que los avances de la industria trajeron simplicidad y rapidez a la construcción en este material, aquello también ha significado pérdida del oficio de los carpinteros y de su valor agregado. Gil (2017), asevera que el sistema Platform Frame recuperó aquellas uniones carpinteras de los sistemas antiguos, ya que al ser un sistema de entramado más flexible permitió complementar las uniones mecánicas resueltas con clavos junto con las uniones carpinteras con ensambles.

Como explican Solminiach et al. (2011), la superficie continental de Chile presenta aptitudes forestales para variadas maderas contemporáneas que se dan en el territorio, las cuales se subdividen en cuatro grupos: bosques naturales, nativos comerciales y no productivos; estepas y montes; matorrales boscosos y, por último, bosques artificiales: distribuidos en pino insigne, eucalipto, álamo y aromos. Respecto a los bosques nativos comerciales son explotados: el coigüe, el bosque valdiviano con tepa, el ulmo, olivillo, tino, lenga, bosque chilote con canelo, mañío, ciprés, roble y raulí, la construcción ocupa un 42% de la madera de bosques artificiales y naturales. Finalmente Solminiach et al. (2011), señala que en la actualidad se han definido diversos niveles de elaboración de la madera estos son:

- i. Madera labrada: su forma surge de los cortes con hacha y se emplean en la construcción como cuarterones para puntales y alzaprimas.
- ii. Madera aserrada: corresponde a la que tiene sus cuatro caras planas producto del corte de la sierra.
- iii. Madera cepillada: es alisada en alguna o todas sus caras con una cepilladora y es utilizada para recubrir superficies que quedan a la vista.
- iv. Madera elaborada: reciben una forma especial –como machihembrada, moldurada o tinglada–, además se pueden usar otros tratamientos especiales que originan maderas laminadas, paneles de contrachapado, etc.
- v. Maderas laminadas: se generan gracias a la unión de tablas o láminas similares mediante las caras, cantos o extremos con adhesivos, sus fibras van en una misma dirección, constituyen un elemento que no tiene límite en la escuadría ni largo y que funciona como una sola unidad estructural.

	BOX FRAME	STUD FRAME	BALLOON FRAME	PLATFORM FRAME
ESCUADRÍAS MADERERAS	ENTRAMADO PESADO Marcos 8"x8" y 6"x6" Entramados 4"x4"	ENTRAMADO PESADO Entramados de 4"x4"	ENTRAMADO LIGERO 2"x4", y 2"x6" 2"x8"	ENTRAMADO LIGERO 2"x4", y 2"x6" 2"x8"
PIES DERECHOS	INTERRUMPIDOS	INTERRUMPIDOS	CONTINUOS	INTERRUMPIDOS
ENTRAMADO HORIZONTAL (ENTRESIJOS)	VIGUETAS ENTRE LAS SOLERAS	VIGUETAS ENTRE LAS SOLERAS	VIGUETAS SOBRE LOS LISTONES	VIGUETAS ENTRE LAS SOLERAS
UNIONES	CARPINTERAS HIERRO FORJADO	CARPINTERAS HIERRO FORJADO	CLAVO INDUSTRIAL	CLAVO INDUSTRIAL
RIOSTRAS	Diagonales entre los marcos.	Diagonales entre los pies derechos	Diagonales en las esquinas de 1"x2".	Diagonales entre los pies derechos.

Tabla 9
Cuadro comparativo de algunos principales sistemas de entramado de madera.
Fuente: Jiménez, 2014, p.89.

2.3.1 Historia de los entramados de madera

Como sabemos la madera se ha empleado a lo largo de la historia para crear fuego, para herramientas como lanzas y arcos, para el arado, en la construcción de embarcaciones, en toneles, en armas de guerra como catapultas, para el mobiliario de lujo, en las esculturas talladas y ornamentos decorativos, así como también se sabe que la unión de ensamblados de madera tipo caja y espiga fue encontrado en antiguas construcciones egipcias, las cuales datan de hace más de 3000 años atrás, es por ello que se afirma que el desarrollo del oficio en madera nació cuando se comenzaron a utilizar herramientas que permitieron labrar el material según describe Jiménez (2014), por lo tanto, fue la evolución tecnológica la que permitió que evolucionara la técnica de construcción en madera. Antes de la industrialización se alcanzó un alto nivel de detalle en construcciones en madera gracias a los carpinteros –maestros especialistas–, mano de obra calificada que desarrollaron complejos procedimientos artesanales para elaborar la madera, transformarla, obtener piezas singulares y realizar ensamblados complejos (Jiménez, 2014).

Mediante investigaciones se ha concluido que los orígenes de los entramados de madera con sus primeras tipologías constructivas corresponden a los entramados pesados explica Jiménez (2014), sistemas que alcanzaron su auge durante la época medieval como los sistemas de Post and Truss –pie derecho y armazón– o el sistema Box Frame que proceden de Europa Central y Gran Bretaña, pero que se expandieron por el continente Europeo y el norte de América, es por esto que se cree que las primeras construcciones en entramados de madera se originaron en Inglaterra entre el siglo XII y XVIII cuando pequeños terratenientes dedicados a la agricultura construyeron sus propias viviendas con métodos manuales, ya que eran herreros o carpinteros que contaban con herramientas simples que servían para la construcción.

El primer aserradero con molino de agua que comenzó a funcionar en Estados Unidos data de 1635, las fábricas aserradoras se asentaron cercanas a los ríos, sistema que se modernizó gracias a la patente de 1793 que permitió que llegaran los aserraderos a vapor a Chicago en 1832, esta nueva tecnología fue la que impulsó la reinención de los sistemas de entramado de aquella época, debido a la estandarización que adquirió el material. Otro evento relevante en la historia de los entramados corresponde a la industrialización del clavo, la cual se adjudica a los estadounidenses, puesto que en 1786 Ezequiel Reed de Bridgewater logró desarrollar una máquina que cortaba y formaba las cabezas de los clavos, pero no fue hasta 1809 cuando Jesse Reed patentó una máquina que permitió mantener un stock de clavos en el mercado y redujo su valor económico. A fines del siglo XVIII la globalización y el bajo costo del clavo se convirtió en una variable fundamental en la posterior demanda exponencial del sistema de entramado, lo que conllevó que se dejara de lado las uniones de ensamblados de madera (Jiménez, 2014).

Los efectos de la revolución industrial se hicieron latente en los inicios del siglo XIX para los sistemas de entramados pesados, puesto que la aparición de la máquina y los adelantos tecnológicos hicieron que el oficio de los carpinteros se perdiera y se reemplazara por operarios de fábricas, los materiales se estandarizaron y replicaron con facilidad, descendieron los valores de los materiales, incluso a inicios del siglo XIX los aserraderos funcionaban de forma hidráulica y algunos constructores labraban la madera aún con hachas, hasta que en 1813 se introduce en América –Estados Unidos– el aserradero circular que opera en base a un motor de vapor –el desarrollo del motor a vapor hizo posible que se mecanizara el proceso– (Ver fig. 95), cerca de 1870 ya se habían reemplazado las antiguas plantas volviéndose la madera aserra-

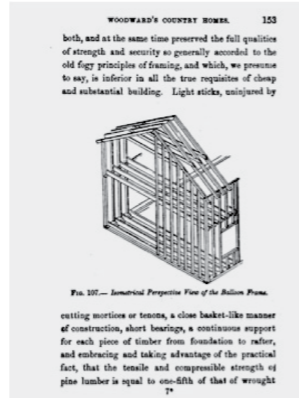
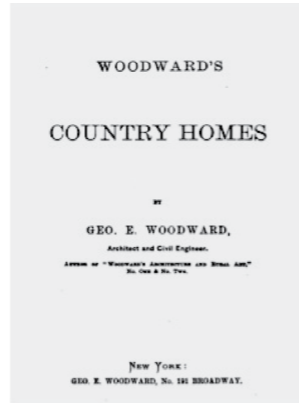
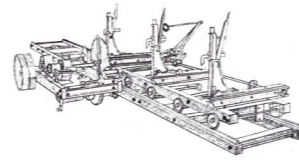


Figura 95
Aserradero de sierra circular.
Fuente: González, 1969, p. 2. Biblioteca Digital del Instituto Forestal Chile, Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/3840?s-how=full>

Figura 96
Portada y una página del libro de George Woodward, 1866.
Fuente: Jiménez, 2014, p. 38.

8. Arquitecto e ingeniero civil estadounidense que realizó variadas publicaciones y describió aspectos técnicos y tipologías de viviendas como patrones de casas, con planimetrías y detalles constructivos.

da un material más económico, junto con esto surgieron las nuevas formas constructivas, variaron las dimensiones de las piezas madereras y las uniones pasaron a ser industrializadas (Jiménez, 2014).

Dentro de los nuevos sistemas constructivos destaca el Balloon Frame, estos entramados ligeros desplazaron a los entramados pesados, puesto que eran de fácil manipulación, de dimensiones estandarizadas, utilizaban conexiones industrializadas con clavos, permitían adaptar el entramado a cualquier estilo arquitectónico, no necesitaban mano de obra calificada, lo que permitió que muchas personas con pequeñas orientaciones construyeran sus viviendas, sistema de entramado que posteriormente evolucionó al Platform Frame (Jiménez, 2014).

Jiménez (2014) y Barros et al. (2016), concluyen que la tradición maderera tuvo su origen en países del norte de Europa propagándose por aquel territorio previo a la Revolución Industrial, pero donde se propagó con fuerza fue en América del Norte en Estados Unidos principalmente en el siglo XIX, debido a la gran cantidad de inmigrantes que llegaron a aquel país durante aquel siglo, lugar en que surgieron innovadores sistemas de entramados que tenían nuevos lineamientos gracias a la revolución industrial, como el desarrollar un sistema que fuera económico, sistemático, de rápida construcción y no muy complejo que se pudiera replicar por mano de obra no calificada y se propagara a través de manuales. En esta época la publicaciones fueron un medio esencial para replicar patrones e informarse tanto de temas legislativos, técnicos y económicos, información que traspasó fronteras gracias al comercio e inmigrantes, en Estados Unidos se instruyeron mediante manuales Británicos y desarrollaron una forma de difusión con la publicación de “libros de patrones americanos” utilizados como inspiración y copia para autoconstruir viviendas (Ver fig. 96 y 97).

El sistema Balloon Frame empleado en el siglo XIX en Estados Unidos para las construcciones en madera, permitió que se expandieran las ciudades americanas, gracias a la madera aserrada y estandarizada que transportaban desde Chicago, Wisconsin y Michigan a los sectores no productores, en los inicios se planteó que este sistema era ligero y estructuralmente débil, lo cual se desmintió al quedar demostrado que su funcionamiento estructural era bastante eficaz (Jiménez, 2014).

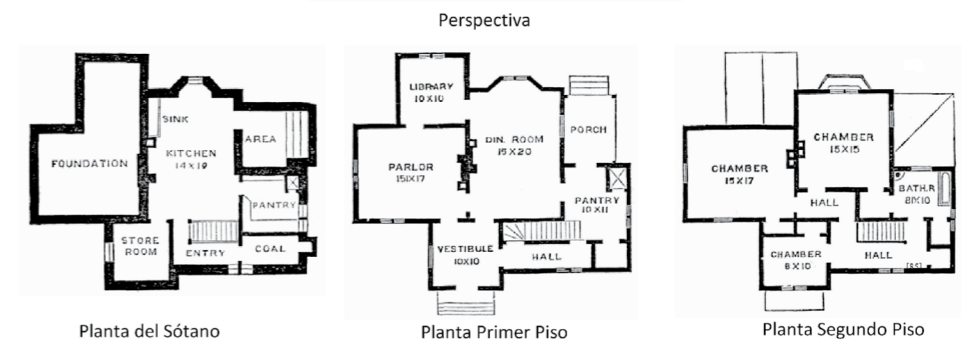
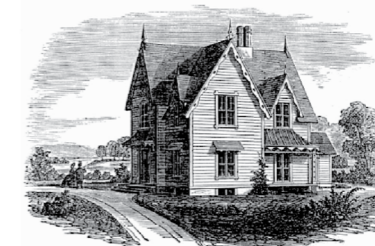


Figura 97
Diseño de una cabaña suburbana, Nro.16, del libro “Country Homes”, 1866.
Fuente: Woodward, 1866, p. 78-85. Disponible en: <https://www.gutenberg.org/files/26354/26354-h/26354-h.htm>

Pizzi (2012) y Pizzi (1986), aseveran que este sistema de entramado se remonta a 1830-1840 aproximadamente, en un principio se creía que había surgido en Chicago, pero tras una larga discusión la academia concluyó que este sistema tiene un origen vernacular y fue desarrollado inicialmente en las colonias británicas y luego llegó a América del norte en donde se convirtió en uno de los sistemas de construcción favoritos y reemplazó a los antiguos sistemas, se popularizó debido a su facilidad de montaje, simpleza, menor costo, su liviandad y su rapidez de construcción haciéndose conocido en aquellos lugares que necesitan levantar viviendas con rapidez. Así como asevera Jiménez (2014), el origen de este sistema de entramado más que ser atribuido a una persona o localidad se cree que surgió como un desarrollo y refinamiento de las técnicas de construcción en madera previas.

Este sistema de entramado tuvo un importante valor en Chicago explica Jiménez (2014), puesto que fue allí donde se popularizó y se cree que se construyó el primer inmueble con Balloon Frame, registrado hasta el momento como la Iglesia de Santa María, pero este sistema también se expandió con facilidad a otras ciudades de Estados Unidos como San Francisco, en donde se construyeron viviendas de estilo victoriano tradicionales inglesas con estos entramados de madera (Ver fig. 98).

En lo que respecta a Chile tal como describe Greve (1944), durante la época colonial el sur del país, específicamente Valdivia y Chiloé eran los lugares que abastecían de madera a las ciudades del centro y norte del país, aquello se puede verificar gracias a que el presidente Marqués don Gabriel de Avilés dejó constancia mediante una lista enviada al Gobernador de Valdivia en 1798, en donde figuran las maderas que debían labrar para la construcción de la iglesia en el puerto de Atacama, madera trasladada mediante una fragata al año siguiente.

Las maderas que eran explotadas en el sur de Chile en aquella época eran: roble, alerce, coihue, ciprés y luma, ya que las otras eran empleadas para el consumo local y se enviaban sólo ocasionalmente pequeñas partidas a los mercados del centro del país -ulmo, tique, mañú, radal, avellano y pelú-, las maderas eran trasladadas por vías marítimas a los puertos de Valparaíso y Talcahuano. El puerto de Valparaíso se proveía de roble del Maule para sus astilleros navales, puesto que la madera de roble de Valdivia era de buena calidad y tenían árboles de gran desarrollo, mientras que en Santiago se empleaba el alerce del sur para los techos -como tejuelas-, en los cielos de las habitaciones y como balaustres (Greve, 1994).

Una vez que surgió el Ferrocarril del Sur Greve (1944), señala que se comenzó a explotar más allá del río BíoBío, aquello permitió que la madera de roble fuera traída en mayor cantidad y en diversos formatos como vigas, cuarterones, durmientes, postes para cercos, rodrigones para viña, vigas para puentes, etc., asimismo los tablones y tablas de raulí, empleados en los pisos empezaron a reemplazar a las tablas de pino Oregón, el raulí también se utilizó para tejuelas al igual que el alerce.

En 1886 se estableció una rebaja temporal de parte de la Empresa de Ferrocarriles del Estado para el transporte de la madera proveniente del sur, lo cual favoreció he hizo que aumentara el traslado de aquel material al centro del país (Ver fig. 99), el lingue y laurel fueron las maderas que se sumaron cuando se comenzó a traer maderas por medio del ferrocarril, estas eran utilizadas para muebles y entablados de pisos. El prestigio que adquirieron los durmientes de ciprés de Chile debido a su calidad llevó a que se exportara una gran cantidad a países como Perú, por ejemplo en 1870 para la construcción de sus ferrocarriles (Greve, 1994).



Figura 98 Traslado de inmuebles victorianos en San Francisco, fotógrafo Dave Glass, 1974. Fuente: Blog Vintage Everyday, 2017. Disponible en: <https://www.vintageeveryday.com/2017/10/amazing-photographs-documented.html>

Figura 99 Reseña de una de las fábricas más importantes en el rubro, "Comunidad Manuel Escobedo". Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p.261 y 262.

9. Barraca y fábrica de puertas y ventanas fundada en 1890, poseía grandes maquinarias e instalaciones modernas, en especial en la sección de elaboración de maderas y carpintería, contaban con carros propios que traían las partidas de madera desde el sur del país, exportaban tanto a Bolivia como Argentina y fue una de las principales casas importadoras de maderas como el pino Oregón, contaban con 25 empleados y 200 obreros en constante labor aproximadamente.

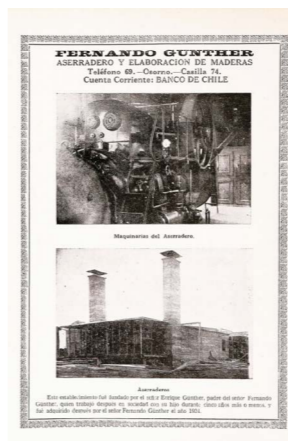
Figura 100 Industrias ligadas a la madera en Chile según la Nómina alfabética de Industrias Nacionales Clasificadas por Productos (Aserraderos). Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 285, 287 y 289.

Table titled 'ASERRADEROS' listing various wood processing industries across different regions of Chile, including names like Adriaola, Luis, Agüero, Vito, and locations such as Osorno, Antilhue, and Ríio Negro.

Figura 101 Industrias ligadas a la madera en Chile según la Nómina alfabética de Industrias Nacionales Clasificadas por Productos (Elaboración de maderas). Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 317, 319.

Table titled 'ELABORACION DE MADERAS' listing wood processing and manufacturing industries, including names like Willer, Julio, and Wmckler, Humberto, and locations like Río Negro and Osorno.

Figura 102 Publicidad de fábricas asociadas a la madera, Aserradero de Günther y la mueblería, elaboración y ventas de madera de Stückerath. Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 292 y 302.



Respecto al procedimiento que realizaban los aserraderos del sur Greve (1944), menciona que estos debían derribar y dividir en primer lugar los árboles destinados para madera tarea que era realizada por el hachero, aquellos trozos resultantes son conocidos como mochos (Ver fig. 104), luego eran trasladados los mochos o basas al aserradero en pequeños vehículos que son contruidos en madera denominados carretilla mochera o chuchuca tirados con bueyes, si la instalación era definitiva y de explotación a gran escala se recomendaba un aserradero hidráulico, mientras que si se pretendía trabajar directamente en el bosque se optaba por instalar un locomóvil a vapor, este motor y los bancos aserradores e instalaciones anexas permiten ir cambiando de sitio cada 1 o 2 años tras agotarse el producto por una explotación intensiva, los bancos de aserrar deben contar con la sierra circular con dientes fijos o postizos sobre la que deslizan los trozos de troncos y para las instalaciones más completas se debía tener un banco canteador que sirve para cuadrar de forma perfecta el mocho.

Entre las maderas que Chile importó del extranjero Greve (1944), destaca el pino Oregón, madera que se denominó así debido a que en un principio era traída solo desde las costas de Oregón, en Estados Unidos, luego este material también fue explotado por las costas canadienses. Asimismo era importado el pino blanco una madera más blanda pero que tenía menor resistencia a la intemperie, estas maderas eran utilizadas en el norte del país, ya que el centro del país reemplazó aquellas maderas por el álamo, laurel, lingue y raulí, utilizadas en pisos y como forro de tabiques. Otras maderas importadas eran el pino amarillo -yellow pine- desde Estados Unidos, para utilizarla en los puentes ferroviarios, los vagones de pasajeros de los ferrocarriles chilenos eran contruidos con la madera de teak producida en Java, Sumatra y algunas partes de Asia, material resistente que no se tuerce ni cambia de forma, desde California eran importados durmientes de red Wood y big tree, similares al alerce chileno, para la fabricación de muebles y parquets se importaban una gran cantidad de maderas entre ellas destacan el roble americano, especies de nogal, fresno, caoba y caobilla, entre otras, aunque también se utilizaron gran cantidad de especies de maderas nacionales, por último para zócalos, puertas, mamparas se utilizó la caoba madera originaria de Centro América.

Salazar (2014), concluye que los edificios en aquella época utilizaban maderas como: roble, abeto de Douglas conocido como pino Oregón, raulí, álamo, entre otros, maderas que como se describió anteriormente eran extraídas y aserradas en Chile o importadas desde el extranjero como el caso del pino Oregón o la caoba. La madera de roble fue una industria desarrollada en localidades como Valdivia y Chiloé, más al norte se explotó cerca de Chillán y San Carlos, mientras que los asentamientos más cercanos a Valparaíso que talaban esta madera son Vichuquén y el cajón de Tinguiririca, madera que se utilizó en la zona central tras la construcción de las líneas férreas, esta madera era trasladada a Santiago y Valparaíso mediante vía marítima y férrea, los productos eran comercializados en bruto, tras ser aserrados en los asentamientos cercanos al lugar de extracción, o algunas veces dimensionadas en los aserraderos del puerto. Con respecto al pino Oregón este era importado vía marítima a Valparaíso desde el estado de Oregón al noroeste de Estados Unidos, además desde 1938 Canadá comercializaba esta madera de pino con Chile la cual venía dimensionada.



Figura 103
Publicidad de fábricas asociadas a la elaboración de maderas, Barraca Victoria de Pedro Águila.
Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p.404.

Figura 104
Fotografía de la cancha de un aserradero, en Freire. Depósito de mochos y basas, Albert, F.
Fuente: Greve, 1944, p.231.



Figura 105
Fotografía de cercha de madera con decoración del edificio Carlos Porter, Valparaíso.
Fuente: Depósito del Museo Historia Natural de Valparaíso. Disponible en: <https://www.surdoc.cl/registro/4-2995>

2.3.2 Entramados de madera en Valparaíso

Producto de la apertura comercial y la navegación que tuvieron las ciudades portuarias tras la promulgación del decreto de “Apertura Fomento del Comercio y Navegación” que fue la base para la ley de libre comercio del año 1811, se incrementaron significativamente la llegada de extranjeros, principales agentes de intercambio según Gil (2017), lo cual permitió que se adoptaran nuevas culturas constructivas. En Chile en 1849 se formó la Escuela de Artes y Oficios emplazada en Santiago, la cual buscaba formar artesanos en torno a 4 oficios: herrería, mecánica, fundición y modelación de maderas, quienes posterior a su egreso debían instalar un taller del oficio aprendido en su localidad de origen, para formar nuevos aprendices y generar un desarrollo productivo local.

Benavides et al. (1994), plantea la teoría de que las técnicas constructivas de las tabiquerías de madera que se utilizaron en la ciudad porteña, se pueden atribuir a los artesanos y carpinteros (Ver fig. 105), describen que hasta 1900 la mayoría de las naves que se empleaban en las travesías interoceánicas eran de madera, caracterizándose por tener inscrito dentro de las nóminas al menos un carpintero en cada nave o velero, quienes tenían las herramientas y piezas de recambio para solucionar problemas de averías, construir botes, recambiar mástiles, entre otras tareas, los autores proponen que aquellos carpinteros de mar tras abandonar los barcos después de la independencia se instalaron en el territorio chileno y ejercieron como constructores de bodegas, viviendas, hospitales, iglesias, tal como se describe en la siguiente cita:

“No es arriesgado atribuir en buena medida a estos artesanos la sustitución, en la arquitectura del litoral, de las pesadas y rígidas estructuras españolas de adobe y aparejo, por las versátiles y livianas tabiquerías o los primeros encerchados para los techos, versión simplificada de las recias cuadernas de los lanchones y goletas.” (Benavides et al., 1994, p.21).

Sobre la industria maderera en Valparaíso se puede mencionar que las empresas manufactureras del material o relacionadas a éste según lo descrito en el “Boletín de la Estadística Industrial de la República de Chile del período de 1894-1895”, constituían un total de 57 establecimientos industriales dedicados a la madera, que entregaban trabajo a 764 operarios y requerían de un total de \$1.473.492 pesos en materias primas (Ver tabla 10 y 11), asimismo es posible mencionar que en aquellos años en Valparaíso se contabilizaron un total de 7 aserraderos o barracas que elaboraban maderas y 27 carpinterías, en el mismo boletín se detalla que las industrias carpinteras en aquellos años contaban con 14 máquinas, mientras que los aserraderos de maderas tenían 83 máquinas, aunque no se precisa en describir que tipo de maquinarias empleaban.

Con la información de las estadísticas sobre las materias primas presentadas Gil (2017), concluyó que la producción nacional y extranjeras en las industrias de aserraderos son similares, aunque esta se inclina en pequeña cantidad hacia la extranjera, mientras que las carpinterías utilizaban más materias primas nacionales. Sobre los trabajadores ligados a éstas industrias eran pocos los operarios extranjeros, primaron en mayor cantidad los nacionales, el oficio de los carpinteros en aquella época era una labor de experticia y que lograba alcanzar estándares internacionales, según la tabla de operarios en aquella época en Valparaíso se contabilizaron un total de 213 carpinteros y 150 operarios que trabajaban en los aserraderos de maderas.

Salazar (2014), afirma en base al boletín que en el año 1896 las principales empresas y más importantes en la industria maderera pertenecían a Plump i C^a, la primera correspondía a una fábrica de muebles, persianas, parquet y carpintería fina, en la cual trabajaban 50 operarios y tenían más de 40 máquinas, mientras que la segunda fábrica fue fundada en 1872 y se dedicaban a la elaboración de maderas, carpinterías a vapor, muebles y construcciones, en ella trabajaban 45 personas y contaba con 36 maquinarias. Asimismo menciona las principales empresas importadoras de madera extranjeras que habían en la ciudad porteña en el año 1915, estas son:

- i. Compton & Co.: se dedicaban a importar pino Oregón bruto y elaborado, roble y fresno americano, pino blanco americano, cedro colorado, caoba y nogal de Centroamérica y guayacamen en trozos, su oficina se emplazaba en Cochrane mientras que su barraca principal estaba en Chacabuco con Freire.
- ii. Sociedad Nacional de buques y maderas: importaban pino Oregón, roble, fresno, pino blanco americano, cedro y caoba de Centroamérica, esta empresa transportaba la madera mediante carros de ferrocarril y vapores propios, también trabajaban con maderas del país como: raulí, lingue, laurel, luma, pellín, olivillo y ciprés de las guaytecas, su oficina estaba emplazada en Prat y su barraca en la esquina Brasil con Las Heras (Ver fig. 106).
- iii. Sociedad Barraca de "El Laja": trabajaban maderas de raulí, lingue, laurel, roble, pellín, álamo en bruto y elaborado, nogal, caoba, teack, cedro, fresno, pino, roble y olmo americano y se ubicaban en la esquina de Independencia con General Cruz.
- iv. Otros aserraderos a vapor de menor renombre en Valparaíso fueron: García & Milckes, y Recart & Marcial.

Respecto al valor de las maderas la más costosa era el pino Oregón utilizado en inmuebles altos –por su resistencia–, mientras que los siguientes tipos de madera costaban en aquella época la mitad del precio que el de la madera de pino estas son: el roble, el raulí, el laurel, el lingue y el álamo (Salazar, 2014).

INDUSTRIAS	N° de establecimientos	MATERIAS PRIMAS		
		Nacionales	Extranjeras	Total
Carpinterías	27	\$116.600	\$49.000	\$165.600
Ebanisterías	4	\$9.500	\$15.292	\$24.792
Aserraderos de maderas	7	\$466.000	\$557.000	\$1.023.000
Fábricas de muebles	15	\$128.400	\$59.700	\$188.100
Constructores navales	2	\$54.000	\$2.000	\$56.000
Tonelerías	2	\$9.000	\$7.000	\$16.000

Tabla 10
Establecimientos y materias primas que producen elaboraciones de la madera en Valparaíso.
Fuente: Elaboración propia en base al "Boletín de la estadística industrial de la República de Chile", 1896, Sociedad de Fomento Fabril. Sección de Estadísticas, p. 55.

INDUSTRIAS	N° de establecimientos	OPERARIOS					
		Hombres	Mujeres	Niños	Nacionales	Extranjeros	Total
Carpinterías	27	187	-	26	201	12	213
Ebanisterías	4	26	3	8	32	5	37
Aserraderos de maderas	7	145	-	5	129	21	150
Fábricas de muebles	15	209	15	23	211	36	247
Constructores navales	2	97	-	2	99	-	99
Tonelerías	2	18	-	-	18	-	18

Tabla 11
Operarios en la industria de elaboraciones de la madera en Valparaíso.
Fuente: Elaboración propia en base al "Boletín de la estadística industrial de la República de Chile", 1896, Sociedad de Fomento Fabril. Sección de Estadísticas, p. 57.



Figura 106
Publicidad de fábricas asociadas a la madera, Sociedad Nacional de Buques, fábrica en San Joaquín.
Fuente: Sociedad de Fomento Fabril, González & Soto, 1926, p. 344.

Figura 107
Adobillo usado como relleno de muro del Cité Colón, calle Independencia, Valparaíso.
Fuente: Depósito del Museo Historia Natural de Valparaíso. Disponible en: <https://www.surdoc.cl/registro/4-2973>

Como panorama general en base al documento "Breves noticias de sus Industrias" emitido por la Sociedad de Fomento Fabril en el año 1920 es posible conocer que las maderas más explotadas en el sur de Chile en aquel año eran: roble, raulí, alerce, ciprés, álamo, laurel, lingue, luma, mañiu, coihue, entre otras, en aquel escrito se menciona también que en 1913 habían cerca de 400 aserraderos en el país, con instalaciones completas y valiosas traídas en su mayoría de Estados Unidos, mientras que en 1918 éstos aserraderos se reducen a tan solo 46, lo mismo sucedió con las barracas las cuales en 1913 eran cerca de 200 establecimientos a nivel nacional que se redujeron a 85 en el año 1918.

Tal como se declara en la siguiente cita: "...la vivienda tradicional del litoral chileno es esencialmente un producto maderero, material con el que se ejecuta la mayor parte de sus elementos." (Pizzi et al., 1995, p.3) debemos partir de aquella base, los inmuebles que fueron construidos en Valparaíso en madera requirieron tanto de procesos mecánicos así como manuales, entre ellos se puede mencionar el predimensionamiento de piezas de madera realizado en las barracas y las operaciones realizadas al material en terreno por los especialistas-carpinteros (Gil, 2017).

El puerto de Valparaíso logró una libertad arquitectónica producto de los múltiples intercambios culturales que se desarrollaron en él según Jorquera (2014), por lo que se sospecha que gracias a aquello llegó la tecnología casi estandarizada a Valparaíso, principalmente los sistemas Balloon y Platform Frame que se adaptaron a este contexto, se utilizaron tabiques de pies derechos cada 60 cm con piezas de madera de secciones cercanas a las 6 pulgadas, que eran rellenas con adobillos de tierra que medían 60x15x10 cm (Ver fig. 107), los cuales se ensamblaban en las maderas, materiales que lograban construcciones livianas, de rápida ejecución y con bajos costos. Por otra parte Pizzi (2012), señala que la madera y la forma constructiva conocida como "Balloon Frame" tuvo un papel primordial, puesto que corresponde al sistema precursor en la prefabricación en madera y asevera que:

"En Chile este sistema estructural se difundió a través del oficio de carpinteros de origen anglo parlantes, quienes le dieron un uso a la madera que era traída como lastre y se abandonaba en los puertos como producto del fragor de la actividad comercial" (Pizzi, 2012, p.21)

Material que las ciudades portuarias de Chile entre ellas Valparaíso utilizaron, y por consecuencia modificaron sus imágenes urbanas con estos nuevos sistemas constructivos, los carpinteros emplearon de forma ingeniosa aquella madera de lastre de pino oregón en la construcción de inmuebles basados en sus tradiciones nativas o en libros de patrones constructivos de la época, también se construyeron casas de maderas mediante importaciones de catálogo desde Estados Unidos, Canadá o Europa.

Como explica Jimenez (2014), los sistemas de entramado se configuran como sistemas que utilizan técnicas flexibles en sus procesos constructivos y que permiten hacer variaciones de acuerdo a las condiciones, materiales y prácticas locales. Es así como los sistemas sufrieron adaptaciones, desde la implementación de nuevos materiales como los adobillos, nuevas características espaciales con distribuciones propias de la arquitectura colonial, hasta la aplicación en contextos diversos, es por ello que la conclusión planteada por Pizzi (2012), es bastante acertada:

"Podemos establecer que el uso de la madera y en particular la estructura del Balloon Frame, está fuertemente enraizada en la arquitectura de Chile... ha creado una imagen que interactúa con el clima y la cultura del país, generando una identidad propia." (Pizzi, 2012, p.24).

La tradición arquitectónica explica Benavides et al. (1994), tiene relación con un conocimiento que se traspa sucesivamente de generación en generación, en primer lugar está la forma de construcción histórica de los inmuebles, la cual fue repetida por las generaciones quienes introdujeron variantes menores, en segundo lugar está la permanencia de modelos constructivos debido a la eficiencia comprobada que tienen y los bajos riesgos que implican. Es así como se plantea que a partir de las últimas décadas de 1800 se originó una tradición en Valparaíso, debido al traslado desde los sectores centrales y portuarios de profesionales, funcionarios, obreros calificados y extranjeros, hacia los cerros para edificar residencias de clase media, alta y baja (Pizzi, Benavides, & Valenzuela, 1995).

Pizzi et al. (1995) y Benavides et al. (1994), concuerdan en que las viviendas construidas en aquella época mantienen patrones comunes de diseño a lo largo de todo el litoral, entre las características destaca la materialidad, puesto que en su mayoría son construcciones con estructuras de tabiquerías de madera, así como los revestimientos interiores, cielos, pisos, puertas y ventanas de tipo guillotina en madera, en las cubiertas se empleó el zinc o fierro galvanizado material importado desde Inglaterra, las planchas de hojalatería no solo fueron utilizadas para las techumbres, en Valparaíso se utilizaron para forrar exteriormente los muros (Ver fig. 108 y 109), esto con el fin de que las viviendas constituyeran:

“...unidades concentradas, herméticas a los ventarrones, fáciles de calefaccionar y de ubicar en terrenos estrechos, si es necesario. Las de mayor envergadura tienen galerías vidriadas y miradores orientados hacia las bahías. Es una arquitectura que evidencia una transculturación desde las ciudades puertos noreuropeas y de la costa atlántica de los Estados Unidos.” (Benavides et al., 1994, p.74)

Como sabemos muchos de los materiales que se utilizaron en aquella época eran importados y las edificaciones porteñas se caracterizaron por utilizar tabiquerías rellenas con adobillos, de madera o simplemente albañilería (Gross, 2015). Podemos concluir entonces que la vivienda tradicional porteña a pesar de que se basa en un sistema constructivo importado como son los entramados de madera, se arraigó a la topografía porteña y al clima, adaptándose a las necesidades locales.

Aquellas reinterpretaciones locales desarrollaron una arquitectura espontánea en los inmuebles de los cerros porteños, que se escalonan y adaptan a la topografía de las laderas y sus pendientes, con accesos independientes, diversos niveles y construcciones en agrupación densa según Gross (2015), dentro de las características predominantes de estas viviendas están “...elementos lineales tales como molduras, pilares, aleros, barandas, galerías vidriadas, pilastras y persianas que permiten una buena relación entre edificios de diferentes alturas.” (Gross, 2015, p.107-108). Es así como la arquitectura porteña responde a factores como la gradiente y terrenos irregulares, la protección frente a los factores climáticos como la lluvia y los vientos dominantes, incluso al requerimiento de contar con vista al mar, todas las condicionantes, el uso y las costumbres, hicieron que se repitieran soluciones constructivas como: galerías vidriadas, balcones corridos, maderas labradas, fachadas de hojalatería y superposición de pisos, gracias a la tradición tecnológica (Boza et al., 1978).

Por último, Waisberg (1985), afirma que la madera es un material de excelencia, el cual producto de su tecnología ha permitido en Valparaíso que muchos inmuebles permanezcan en el tiempo y soporten diversos terremotos, todo esto tras realizar su investigación de 20 casos de viviendas construidas en el cerro de Playa Ancha a fines del siglo XIX e inicios del XX, estudio que permi-

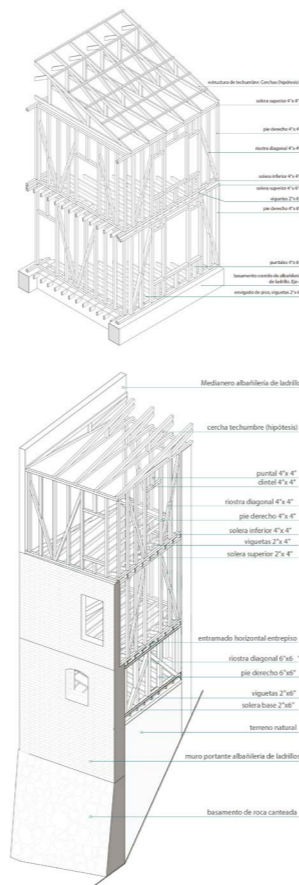


Figura 110
Fichas con la planimetría de algunas viviendas, N°5, 6 y 9.
Fuente: Waisberg, 1985, p. 55 y 56.

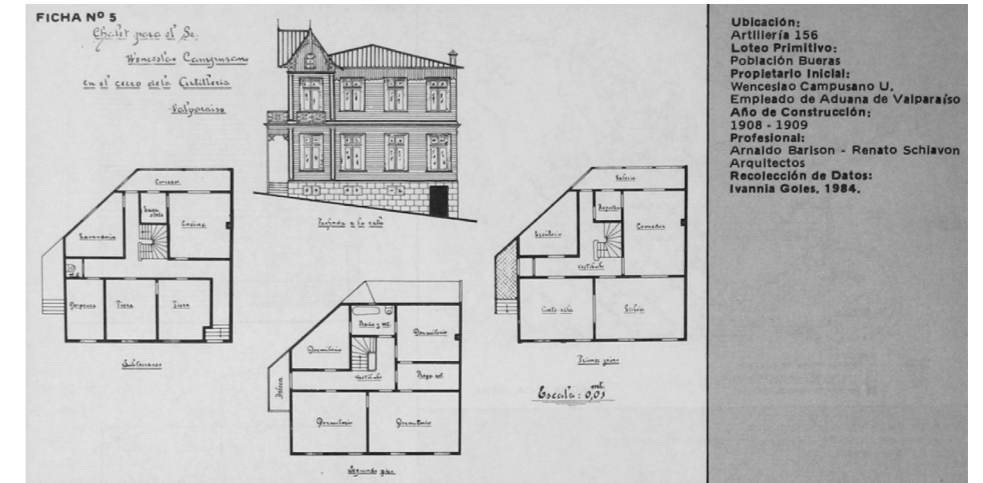


Figura 108
Escantillones con detalles constructivos de dos edificaciones tipo de entramados de madera en los cerros, Dimalow 167 y Urriola 495.
Fuente: Jiménez, 2014, p.163 y 178.

Figura 109
Fotografías casas y calle de Valparaíso, hacia 1960, Antonio Quintana.
Fuente: Memoria Chilena. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-76237.html> <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-76171.html>

tió conocer que las estructuras de aquellos inmuebles eran de sistemas de tabiquería armada con pies derechos, los cuales estaban rellenos de adobillos, con entresijos de madera y terminaciones de madera y hojalatería acanalada. Además especifica que para la obra gruesa se empleaban maderas de roble y pino oregón, mientras que para los revestimientos se ocupaba tinglado de raulí, es decir, se utilizaban maderas de calidad y profesionales capacitados que dominaban las posibilidades que entregaba el sistema (Ver fig. 110).



Fuente: Ardiles, 2022.

CAPÍTULO 3. PROCESOS PATOLÓGICOS

Para comprender qué son los procesos patológicos, es esencial en primer lugar definir ¿qué es una patología? Monjo (1999), asevera que la palabra patología deriva etimológicamente de las palabras griegas pathos, enfermedad y logos, estudio. La RAE por su parte, define la palabra como: “Parte de la medicina que trata del estudio de las enfermedades” o “Conjunto de síntomas de una enfermedad” (Real Academia Española, 2017).

Entonces, una patología constructiva de cualquier edificación corresponde a la ciencia que estudia aquellos problemas constructivos que se manifiestan en los inmuebles o en parte de ellos –sus unidades– posterior a la ejecución (Monjo, 1999). Otros autores tras la adaptación del concepto “patología” a la construcción lo definen como: “Estudio del conjunto de los procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y elementos constructivos” (López, Rodríguez, Astorqui, Torreño & Ubeda, 2004, p. 16). Las patologías edificatorias pueden afectar a los inmuebles desde su fase de proyecto, en la construcción del mismo, durante su puesta en funcionamiento o a lo largo de su vida útil (López et al., 2004).

En esta investigación se entenderá por patologías constructivas a todas aquellas alteraciones degenerativas o problemas constructivos que modifican los componentes de los materiales de las técnicas de albañilería y entramados de madera en un bien inmueble patrimonial, alterando sus atributos y/o características que amenazan directamente su estado de conservación.

El proceso patológico en sí se refiere a todos los aspectos del problema constructivo que pueden ser agrupados de forma secuencial, ya que, para atacar cualquier problema constructivo este debe ser en primer lugar diagnosticado (Monjo, 1999). Asimismo López et al. (2004), explican este proceso como el conjunto de acciones que se generan en un inmueble o parte de él, tras presentar una patología hasta que el edificio recupere sus condiciones mediante una intervención.

En este proceso se debe conocer el origen –causas–, la evolución, los síntomas –lesiones– y el estado actual del bien, ya que un buen diagnóstico permite establecer una estrategia de intervención y prevención, en el proceso de diagnóstico de un bien se realiza de las etapas en un orden inverso (Ver fig. 111). En primer lugar, se observa el resultado de la lesión –síntoma–, luego la evolución para determinar su origen o causas, llegado a este punto la patología en un inmueble debe ser examinada por un técnico que debe estudiar su sintomatología, para determinar la fuente que originó el problema y emite la hipótesis de diagnóstico. En último término decidirá qué actuaciones de intervención son las más apropiadas para recuperar las condiciones del edificio (Monjo, 1999; López et al., 2004).

Tras el proceso patológico explica Monjo (1999), serán los especialistas los encargados de proponer para el inmueble un conjunto de medidas preventivas que eviten la aparición de nuevas patologías y las medidas curativas que sean necesarias para la reparación parcial o total, la restauración o la rehabilitación del inmueble (Ver fig. 112).

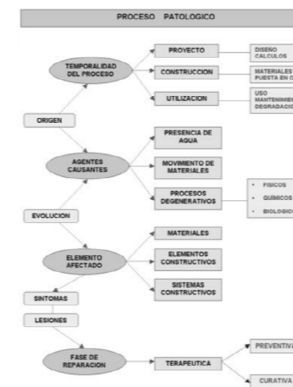
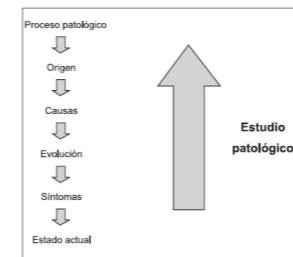


Figura 111
Esquema fases del proceso patológico.
Fuente: Chávez & Álvarez, 2005, p.48.

Figura 112
Diagrama del flujo del proceso patológico.
Fuente: López et al., 2004, p.21.

Dentro del proceso patológico resulta primordial identificar las lesiones correctamente, conocer los tipos que existen y determinar cuál apareció primero, las lesiones se clasifican en primaria o secundaria, ya que por lo general una lesión es desencadenante de otra (Ver tabla 12). Producto de la gran cantidad de manifestaciones de patologías que presenta un inmueble y debido a la diversidad de materiales constructivos existentes, es que varios autores ordenan y agrupan las lesiones en tres grandes tipos: físicas, mecánicas y químicas (Ver tabla 13).

Las lesiones físicas y mecánicas, según Bahamondez (2002), son aquellos procesos en que se modifica el comportamiento de un material, pues actúan fuerzas mecánicas de compresión o tracción, pero sin modificar su composición química, a diferencia de los procesos químicos en los que se produce una reacción química, la cual transforma la materia. Las lesiones físicas más comunes son la humedad, erosión y suciedad; mientras que las lesiones mecánicas más frecuentes son las deformaciones, grietas, fisuras, desprendimientos y erosiones mecánicas. Por último, las lesiones químicas más usuales son las eflorescencias, oxidaciones y corrosiones, organismos y erosiones químicas.

Las causas que originan las lesiones o también conocidos como agentes activos o pasivos pueden ser múltiples, es decir, varias causas pueden producir una misma lesión. Es por ello que lo primordial según Monjo (1999), es interrumpir el origen que provoca la patología sin limitarse a resolver solamente el síntoma -lesión-. Las causas se clasifican en directas e indirectas, las causas directas constituyen el origen inmediato del proceso patológico, mientras que las causas indirectas son los errores o defectos de: proyecto, ejecución y mantenimiento que requieren de una causa directa para dar inicio al proceso patológico (Ver tabla 14).

Los procesos mecánicos según Monjo & Maldonado (2001), surgen como consecuencia de la función de soporte que cumplen los elementos estructurales por lo que suelen afectar la integridad del conjunto, los procesos físicos por su parte generalmente se deben a la acción de los agentes meteorológicos sobre la superficie de los elementos estructurales exteriores, dentro de ellas la lesión más importante corresponde a la erosión física ésta se vuelve más intensa si los cambios de temperatura son demasiados bruscos, por último, los procesos químicos surgen tras la presencia de contaminantes químicos en la atmósfera que unidos a los agentes meteorológicos se complementan en su ataque. A continuación se muestra un cuadro resumen de todas las patologías y se explica que elemento estructural puede verse alterado (Ver tabla 15).

Asimismo es importante mencionar que existen varios documentos doctrinales internacionales que hacen alusión de forma indirecta al proceso patológico, en los cuales se describe la necesidad por conservar los inmuebles patrimoniales en un óptimo estado, uno de ellos corresponde a los "Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico", documento que entrega recomendaciones vitales para el análisis y restauración de inmuebles patrimoniales, así como la aplicación de métodos adecuados, dentro de los criterios generales que plantea este documento en su principio 1.6. se alude al proceso patológico:

"...los estudios y propuestas se organicen en fases sucesivas y bien definidas, similares a las que se emplean en medicina: anamnesis, diagnosis, terapia y control, aplicados a la correspondiente búsqueda de datos reveladores e información; determinación de las causas de deterioro y degradación; elección de las medidas correctoras, y control de la eficacia de las intervenciones. Lo anterior, para conseguir un equilibrio óptimo entre el coste y los resultados y producir el mínimo impacto posible en el patrimonio arquitectónico..." (ICOMOS, 2003, p.98).

Tipo	Lesión	Primaria	Secundaria
Físicas	A) Humedades	*	
	A.1. de obra	*	
	A.2. capilar	*	
	A.3. de filtración	*	*
	A.4. de condensación	*	*
A.5. accidental	*	*	
B) Suciedad	B.1. depósito	*	
	B.2. lavado diferencial	*	
C) Erosión	C.1. atmosférica	*	*
Mecánicas	D) Deformaciones	*	*
	D.1. flechas	*	*
	D.2. pandeos	*	*
	D.3. alabeos	*	*
	D.4. desplomes	*	*
	E) Grietas	*	*
	E.1. por carga	*	*
	E.2. por dilatación-contracción	*	*
	F) Fisuras	*	*
	F.1. por soporte	*	*
F.2. por acabado	*	*	
G) Desprendimientos	G.1. abombamientos	*	*
	G.2. caída	*	*
C) Erosión	C.2. mecánica	*	*
Químicas	H) Eflorescencias	*	*
	I) Oxidación y corrosión	*	*
	I.1. oxidación	*	*
	I.2. corrosión	*	*
	J) Organismos	*	*
J.1. animales	*	*	
J.2. vegetales	*	*	
C) Erosión	C.3. química	*	*

TIPOLOGÍAS DE LAS LESIONES Y AGENTES CAUSANTES		
TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE PATOLÓGICO
FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> Humedad Medición física Suciedad 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de agua Contaminantes atmosféricos Eventos anómalos
	<ul style="list-style-type: none"> Deformaciones Abombamientos Fisuraciones Desprendimientos Erosión mecánica 	<ul style="list-style-type: none"> Cargas y sobrecargas Inchamientos de madera Fallo de soldaduras Dilataciones Distorsiones Mala ejecución Acción del viento Uso inadecuado
	<ul style="list-style-type: none"> Oxidación o corrosión Eflorencias Organismos Combustión Deformación Mitigación 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminantes ambientales Presencia de agua Quemaduras de vapor Presencia de salmuera Temperaturas Productos oxidados
ELECTRO QUÍMICAS	<ul style="list-style-type: none"> Corrosión 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de agua Mala ejecución
BIOLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none"> Plenitud de agua Plenitud de humedad Oxidación 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de hongos Presencia de vegetación

Familia	Tipo de causa
Directas	Mecánicas <ul style="list-style-type: none"> Asientos del terreno Esfuerzos mecánicos (cargas y sobrecargas) Empujes Dilatación/contracción Impactos Rozamientos
	Físicas <ul style="list-style-type: none"> Agentes atmosféricos (luz, viento, helada, cambios térmicos, contaminación)
Indirectas	Químicas <ul style="list-style-type: none"> Contaminación ambiental Humedad Salas solubles contenidas Organismos
	Lesiones previas <ul style="list-style-type: none"> Humedades Deformaciones Grietas y fisuras Desprendimientos Corrosiones Organismos
	De Proyecto <ul style="list-style-type: none"> Elección Del material De la técnica y el sistema constructivo Diseño Constructivo Pliego de condiciones
	De ejecución <ul style="list-style-type: none"> Del material Defecto de fabricación Cambio de material
	De mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> Uso incorrecto Falta de mantenimiento periódico

Tabla 12
Cuadro general de lesiones.
Fuente: Monjo, 1999, p.108.

Tabla 13
Síntesis de las tipologías de las lesiones frecuentes, su sintomatología y el agente patológico causante de la lesión.
Fuente: López et al., 2004, p.22.

Tabla 14
Cuadro general de causas.
Fuente: Monjo, 1999, p.117.

Tabla 15
Procesos patológicos en los elementos estructurales de un edificio.
Fuente: Monjo & Maldonado, 2001, p.38 y 39.

LESIÓN	TIPO	CAUSA	ELEMENTO	EFFECTO
Deformación	Asiento	Fallo del terreno Dimensión insuficiente Aumento de carga	Cimentación Muro de carga Bóvedas	Desplomes Hundimientos Roturas
	Desplome	Asiento	Muros Pilares	Falta de verticalidad
	Alabeo	Asiento Dimensión insuficiente Aumento de carga	Muros Pilares Vigas	Falta de planidad
	Pandeo	Dimensión insuficiente Aumento de carga	Muros Pilares	Falta de planidad
	Hundimiento	Asiento Desplomes Dimensión insuficiente Aumento de carga	Arcos Bóvedas Cáscaras	Pérdida de directriz
	Flecha	Dimensión insuficiente Aumento de carga	Vigas Forjados Losas	Pérdida de directriz
Rotura	Grietas	Asiento previo	Muros de carga	Grieta vertical Grieta inclinada, repetida Grieta en arco de descarga
			Vigas de h.a. Bóvedas	Grieta vertical Grieta lineal según directriz Grieta perpendicular a la directriz
			Muro de carga	Grieta vertical en encuentro con forjados
	Empuje de tierras o de otros elementos	Movimiento térmico	Pilares y vigas de h.a	Grieta inclinada en empotramiento vigas Grieta horizontal en cabeza de pilar Grieta lineal según directriz
			Bóvedas	Grieta vertical o en hueco
			Muros de carga Pilares y vigas de h.a	Grieta vertical en hueco Grieta horizontal en cabeza de pilar
	Fisura	Acciones mecánicas y deformaciones	Muros de carga o contención	F. Verticales por empuje que no rompe F. Horizontales por rotación o pandeo
			Pilares	F. Horizontales por pandeo
			Vigas	F. Inclinadas por flecha F. Horizontales en la base por flecha
			Bóvedas de h.a	F. Lineales según directriz
Movimientos higrótérmicos	Corrosión de armaduras	Elementos de h.a. en general	F. Locales y repetidas	
		Elementos de h.a. en general	F. Locales siguiendo armaduras	
Corrosión	Corrosión	-Oxidación previa	-Perfiles metálicos en general	-Pérdida de material en general
		-Inmersión	-Armaduras de hormigón	
		-Aireación diferencial	-Perfiles metálicos en general	-Pérdida local de material
		-Par galvánico	-Armaduras de hormigón	-Pérdida de metal y esponjamiento
Erosión	E. Física (meteorización)	-Absorción de agua y helada	Elementos de fábrica Hormigón	-Desagregación -Pérdida de material superficial
		Absorción de agua y contaminantes	-Id.	-Pátinas -Alveolos -Decementación -Costras -Eflorescencias
	E. biológica	Insectos xilófagos	-Elementos de madera	-Galerías con pérdida de material
		Hongos cromógenos	-Id.	-Coloración azulada
		Hongos de pudrición	-Id.	-Pudrición con: -Pérdida de material
				-Aparición de colonias

De igual forma en el punto 2.6. se explica que mientras se realice una investigación y diagnóstico de un inmueble patrimonial es importante que:

“Antes de tomar la decisión de llevar a cabo una intervención que afecte a las estructuras, es indispensable determinar cuáles son las causas de los daños y la degradación, y después, evaluar el grado de seguridad que dichas estructuras ofrecen.” (ICOMOS, 2003, p.99)

Ambas recomendaciones deben estar siempre presentes a la hora de intervenir un inmueble patrimonial.

Del mismo modo la “Carta Internacional para la conservación de ciudades históricas y áreas urbanas históricas” también conocida como Carta de Washington (1987), la cual es aplicable al SPM de Valparaíso, recomienda emplear instrumentos y/o métodos dentro de los núcleos que tienen un carácter histórico como la ciudad porteña, en su apartado número 5 se explica la necesidad de la planificación de la conservación de las áreas urbanas históricas y los estudios multidisciplinarios que ello conlleva, y se informa que el plan de conservación debe incluir un análisis técnico e incluso se menciona que el mismo plan “...determinará los edificios o grupos de edificios que deben protegerse totalmente, conservar en ciertas condiciones, o los que, en circunstancias excepcionales, pueden destruirse.” (ICOMOS, 1987, p.41), por otra parte en sus apartados número 7 y 16 menciona la necesidad de un permanente mantenimiento de las edificaciones y la formación de especialistas en el área.

Finalmente en el documento doctrinario “Principios que deben regir la conservación de las estructuras históricas en madera” que data de 1999, dentro de sus principios se reconoce la vulnerabilidad del material ante el deterioro y degradación producto de las condiciones medioambientales o climáticas, la humedad, la luz, los hongos e insectos así como los incendios u otros de tipo de causas antrópicas, en el punto 2 de la inspección, recogida de datos y documentación, se entrega la siguiente recomendación: “Cualquier intervención deberá ser precedida de un diagnóstico exhaustivo y riguroso de las condiciones y causas del deterioro y degradación de las estructuras de madera.” (ICOMOS, 1999, p.82), además se menciona que aquel diagnóstico se debe acompañar de evidencias documentales, un análisis material e incluso pruebas no destructivas de ser necesario.

Tras haber definido los conceptos generales sobre patologías, entender las etapas que conforman el proceso patológico, señalar la clasificación y agrupación de las lesiones e indicar los documentos doctrinales que se pronuncian al respecto, a continuación se analizan, detallan y definen las principales patologías que afectan a los dos sistemas constructivos estudiados en esta investigación, la albañilería y los entramados de madera.

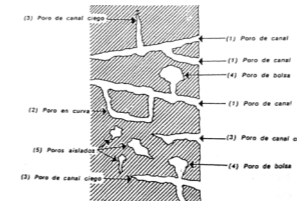


Figura 113
Clasificación de poros en ladrillos.
Fuente: Olmos, 2001, p. 186.

Figura 114
Variables que definen la calidad de la mampostería de tabiques de arcilla.
Fuente: Hernández, 2019, p. 24.

3.1 PATOLOGÍAS DE LA ALBAÑILERÍA

Al igual que otros materiales de construcción el principal agente agresor para la cerámica según Broto (2006), corresponde al agua. Aunque este material también puede presentar otras patologías como: sales solubles, depósitos ambientales orgánicos e inorgánicos, degradaciones producto de errores en el proceso de fabricación del material, alteraciones producidas por factores ambientales, lesiones mecánicas como grietas o fisuras, por mencionar algunas.

Olmos (2001), explica que el ladrillo al ser un material poroso, genera diversas patologías críticas que pueden ser origen de deterioro acelerado del material, aquellas alteraciones vienen dadas por cambios del material y cambios de las inmediaciones, que afectan en mayor o menor medida a los elementos constructivos. Es por ello necesario señalar los diversos tipos de poros que conforman los ladrillos, como: en canal, en lazo, en canal ciego, en bolsa, cerrados y microporos (Ver fig. 113), los últimos no permiten que acceda el agua. Los poros del ladrillo se originan tras el proceso de fabricación, al producirse la evaporación del agua utilizada en el amasado de la arcilla se crean los huecos, si la masa no es prensada y vitrificada previo a la cocción los poros pueden quedar abiertos, de ahí la importancia del proceso de fabricación adecuado.

Hernández (2019), señala que las propiedades físicas de este material y los componentes del mismo, pueden variar debido a la forma y tipo de procesamiento utilizado en la manufactura, por condiciones climáticas, es por ello necesario conocer cuáles variables definen la calidad del producto manufacturado en este caso las estructuras de albañilería de ladrillos (Ver fig. 114).

Respecto a sus propiedades químicas los componentes que conforman las cerámicas pueden contener soluciones alcalinas, las cuales si no son eliminadas por completo durante la cocción pueden generar patologías, por ejemplo, en los morteros de juntas los agentes externos pueden provocar que el carbonato de calcio se filtre a la superficie y produzca eflorescencias, es por ello que para evitar ataques por sales y otras patologías, la porosidad de los tabiques y morteros es una de las características relevantes del material, al ser más poroso mayor será la degradación y para evitar los ataques químicos externos se recomienda no dejar el material a la intemperie sin una capa de material impermeabilizante en su superficie, la porosidad alta reduce la resistencia a las heladas y congelamientos.

De igual forma Hernández (2019), concuerda con los otros autores en que el principal agente de deterioro es la degradación de las juntas del mortero de la albañilería, causada principalmente por la humedad y contracciones por diferencias de temperatura, por lo tanto, la lluvia y la humedad producida por condensación de rocío o heladas son los agentes medioambientales que generan una degradación que puede incluso penetrar los compuestos desde la superficie. Como se ha mencionado la propiedad de la porosidad y permeabilidad son muy importantes, puesto que, se requiere una baja porosidad y alta permeabilidad de los materiales para disminuir el ataque por humedades hacia el interior del sistema constructivo.

Patiño (2012), en tanto explica que los factores que alteran o disminuyen la durabilidad de un material se pueden clasificar en: intrínsecos si la causa de aquel deterioro depende principalmente de las características del material esencial o circunstanciales, propiedades y características del material, errores o deficiencias de fabricación, inadecuado diseño, mala ejecución, nulo man-

tenimiento, etc.; y extrínsecos cuando son producidos por agentes externos atmosféricos o la acción humana dentro de ellos encontramos lluvia, viento, contaminación atmosférica, cambios de temperatura, humedades, vandalismo, erosiones, desprendimientos, incendios, etc. (Ver fig. 115).

Por lo tanto, existen diversas formas de clasificación de las patologías constructivas del sistema de albañilería de ladrillo, pero para esta investigación se utilizó la tradicional que clasifica según la incidencia en la alteración del material y que se basa en la naturaleza de la patología, es decir, las divide en patologías de tipo: químicas, físicas o mecánicas. Para ello se presenta el siguiente esquema general en el que se identifican las principales lesiones que puede desarrollar este tipo de sistema constructivo (Ver fig. 116), lesiones que a continuación se pasan a detallar y explicar en profundidad.

10. Capítulo: Conceptos Generales y fundamentos, apartado "Causas de alteración de la durabilidad de los materiales" en la sección "Causas físicas".

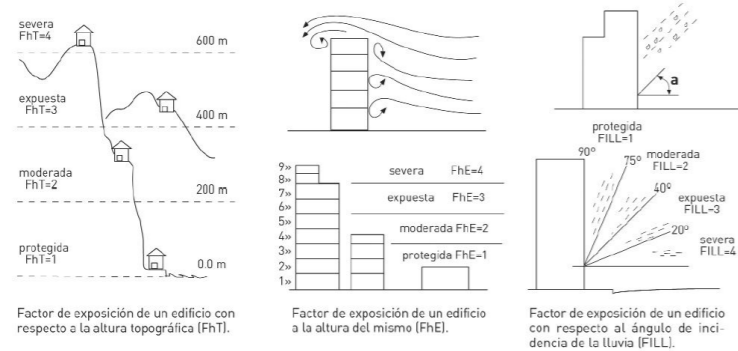
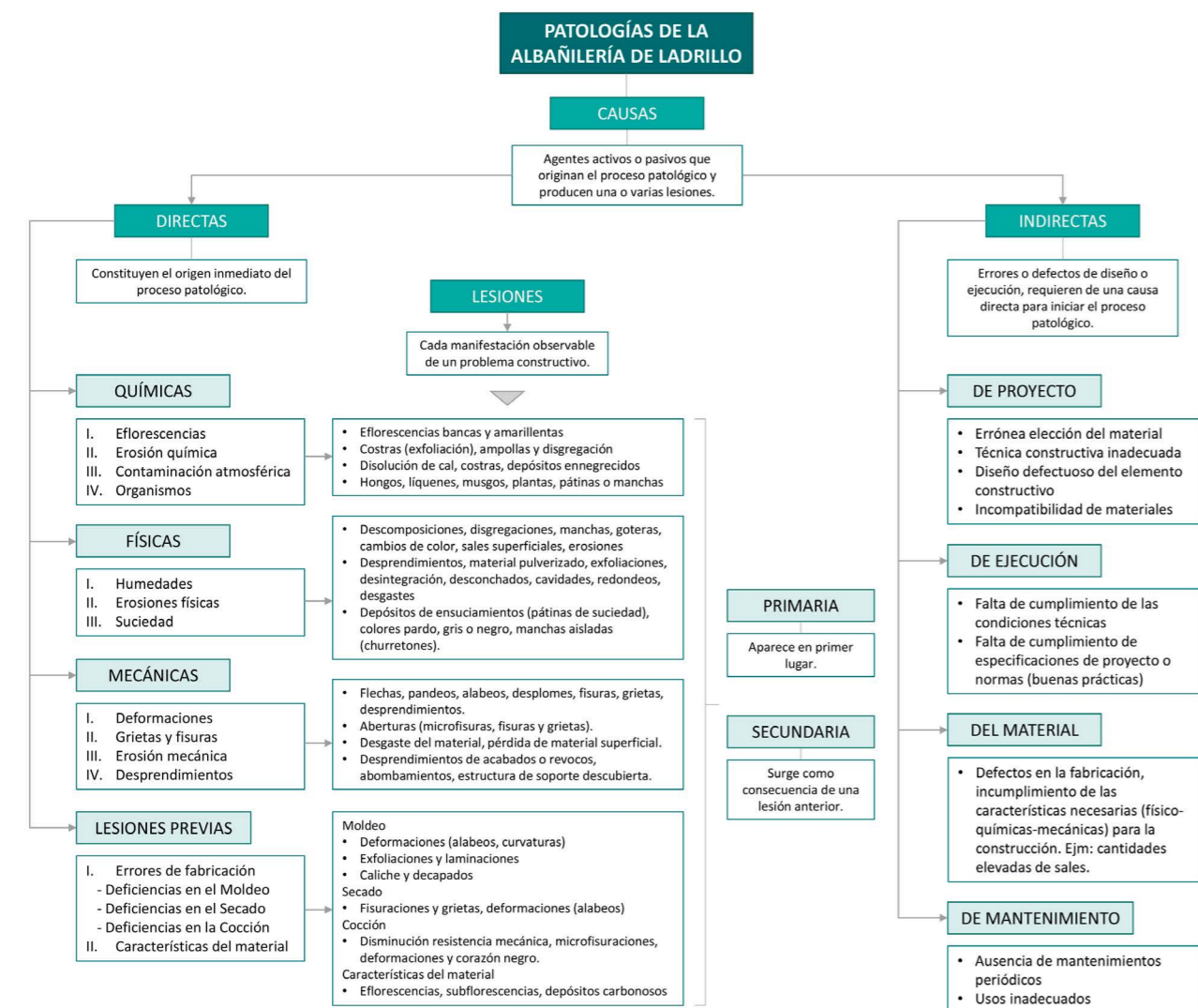


Figura 115 Esquema de factores de exposición de un edificio. Fuente: Broto, 2006, p. 87¹⁰.

Figura 116 Esquema general de las principales patologías de la albañilería de ladrillo. Fuente: Elaboración propia, 2022.



LESIONES QUÍMICAS

Este tipo de lesiones se producen tras la presencia de sales, ácidos o alcalinos que reaccionan con el material, pueden afectar su integridad y alterar su durabilidad y resistencia ante los agentes atmosféricos (Monjo, 1999; Patiño, 2012). Además Olmos (2001), agrega que este tipo de cambios suelen ser cambios permanentes y de difícil reversibilidad, que dan lugar a apariciones de sustancias nuevas.

Dentro de este tipo se encuentran las siguientes lesiones patológicas que puede presentar un inmueble de esta materialidad:

I. Eflorescencias, cristalización de sales solubles

Broto (2006), señala que las arcillas contienen baja cantidad de sales solubles aproximadamente un 1%, en su mayoría de los siguientes compuestos cloruros y sulfatos alcalinos, los cuales tras el secado del material pueden cristalizar en la superficie y generar eflorescencias o subeflorescencias, pero las pequeñas cantidades de sales contenidas en el material por sí solas no son suficientes para causar daños, requieren de un factor externo para desencadenar la patología. También cabe señalar que durante el proceso de cocción del material las altas temperaturas a las que se someten los ladrillos sirve para eliminar algunas sales contenidas en el material.

La incidencia que tienen las eflorescencias en el material explica Olmos (2001), son que deja de ser un material durable y resistente a los agentes atmosféricos, en especial si se generan pérdidas de aristas, descomposición de superficies, fenómeno que puede ser agravado por la expansión por humedad, fenómeno que se produce cuando el material absorbe humedad ambiental e inicia desde que sale del horno.

Las eflorescencias se originan producto de la evaporación del agua existente al interior del elemento constructivo del ladrillo, el cual puede cristalizar en el interior o superficialmente producto de las sales que componen el material y de las superficies porosas inmediatas al material. Hacia 1925 Jackson define el término de eflorescencias como: "la formación de un depósito de sales minerales solubles sobre la superficie de una pieza cerámica terminada, por exposición a los agentes atmosféricos", en donde se describe a los agentes atmosféricos como la causa que origina la patología (Olmos, 2001).

Patiño (2012), coincide en que las eflorescencias se producen generalmente en el proceso de evaporación y circulación o transporte del agua desde el interior hacia el exterior, en donde se arrastran las sales que pueden provenir del material o de otro lado depositándose en la superficie, aunque estas pueden también cristalizar en el interior del material resultando un tipo de cristalización más dañina. Olmos (2001), aclara que el concepto eflorescencia se emplea para referirse a cualquier tipo de cristalización de sales, mientras que eflorescencias a las cristalizaciones superficiales y criptoflorescencias a aquellas que se generan en el interior de la red porosa del material (Ver fig. 117).

Tal como describe Olmos (2001), los ladrillos que poseen poros más abiertos son más factibles a que generen lesiones como las eflorescencias producto de que permite un mayor movimiento del agua a través del material.

Origen de las eflorescencias.

Las variables que desencadenan las eflorescencias según Patiño (2012), corresponden a la composición química de la arcilla, a su proceso de cocción y a las aguas que tienen contacto con el material, aquellas pueden provenir de múltiples fuentes, agua del proceso constructivo, aguas de factores ambientales como la lluvia y vapor de agua, aguas provenientes de fugas de instalacio-

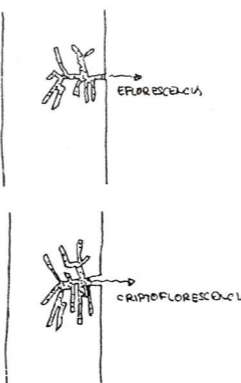


Figura 117 Tipos de cristalización de sales. Fuente: Olmos, 2001, p. 191.

nes sanitarias. Asimismo Olmos (2001), afirma que habitualmente el origen de las eflorescencias son las sales provenientes del propio ladrillo y del mortero empleado en la juntas, mientras que en una menor medida del terreno, aunque también podría provenir de otros agentes como las aguas o vapores marinos, de depósitos de carbón, de productos de limpiezas químicos, de residuos industriales u orgánicos, entre otros.

Por lo tanto se sintetizan en tres los tipos de orígenes de las sales que presenta un ladrillo:

- Que existía en la materia prima.
- Que se haya originado en los procesos de secado y/o cocción, por reacción con los gases que envolvían las piezas.
- Que se han formado en la cocción por reacción entre diferentes componentes de la materia prima.

La composición de las eflorescencias respecto a su material inicial es diverso, ya que contienen sales de distintos tipos, aunque predominan los siguientes sulfatos: cálcico, sódico, potásico y de magnesio (Ver gráfico 2), es así como los sulfatos en especial lo insolubles son las sales predominantes causantes de eflorescencias en los ladrillos (Ver tabla 16), aquellos derivan de compuestos de azufre existentes en la materia prima (Olmos, 2001).

Tipos de eflorescencias.

Es importante comprender que las sales que componen el interior del ladrillo según Olmos (2001), son diferentes a las que se manifiestan en la superficie, producto de los distintos porcentajes de solubilidad que tienen los compuestos, por lo tanto algunos son arrastrado con mayor rapidez que otros hacia la superficie, ejemplo de ello son los sulfatos de sodio, potasio o magnesio, los cuales son más solubles que el calcio, por ende los primeros son arrastrados más deprisa. Dicho esto los tipos de eflorescencias (Ver fig. 118), se pueden clasificar en dos categorías según su tonalidad, por una parte están las eflorescencias blancas y por otro las amarillentas.

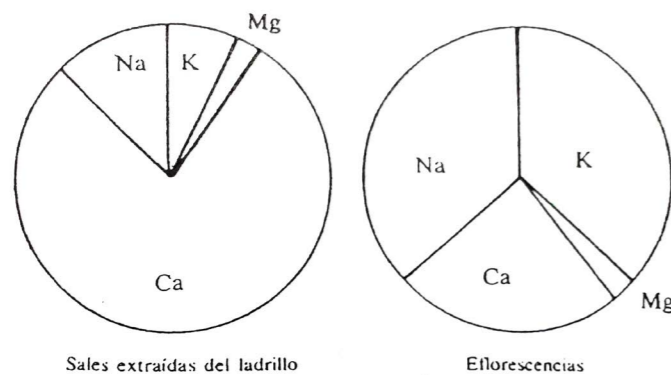


Gráfico 2
Cuantificación de las sales encontradas en un ladrillo y en las eflorescencias.
Fuente: Olmos, 2001, p. 188.

Sal predominante	Origen más probable	
Sulfato cálcico	Ca SO ₄ *2H ₂ O	ladrillo
Sulfato sódico	Na ₂ SO ₄ * 10H ₂ O	reacciones cemento-ladrillo
Sulfato potásico	K ₂ SO ₄	reacciones cemento-ladrillo
Carbonato cálcico	CaCO ₃	mortero o enfoscado de cemento
Carbonato sódico	Na ₂ CO ₃	mortero
Carbonato potásico	K ₂ CO ₃	mortero
Cloruro potásico	KCl	lavado con ácido
Cloruro sódico	NaCl	agua de mar
Sulfato de vanadio	VaSO ₄	ladrillo
Cloruro de vanadio	VaCl ₂	lavado con ácido
Oxido de manganeso	Mn ₃ O ₄	ladrillo
Oxido de hierro	Fe ₂ O ₃	contacto con hierro metálico
Hidróxido de hierro	Fe(OH) ₂	
Hidróxido de calcio	Ca(OH) ₂	cemento

Tabla 16
Orígenes más comunes de las eflorescencias en base a la sal predominante.
Fuente: Olmos, 2001, p. 190.



Figura 118
Manchas de eflorescencias en un muro de una obra de fábrica.
Fuente: Broto, 2006, p.121.

1. Eflorescencias blancas.

Corresponden a aquellas que generan el dióxido de azufre y el sulfato de magnesio, para evitar las eflorescencias de sulfatos insolubles los fabricantes le agregan carbonato bórico a la masa, el cual en presencia de humedad precipitará los sulfatos solubles de la materia prima, también la presencia de dióxido de azufre en el aire en el proceso de secado y cocción puede causar importantes lesiones. Las eflorescencias de sulfato de magnesio implican más allá que una problemática estética, ya que generan en el interior roturas y desmoronamientos superficiales que avanzan progresivamente hacia el interior del ladrillo (Olmos, 2001).

2. Eflorescencias amarillentas.

Son lesiones de eflorescencias muy adheridas al ladrillo de tonos verdes-amarillentos, de difícil eliminación –no basta con cepillarlas–, originadas probablemente por sales de vanadio, aunque no es el único compuesto que la produce, sino también el hierro, molibdeno, cobre, cromo, níquel y manganeso, es posible que el origen de este compuesto –vanadio– se encuentre en las materias primas como lo es el combustible (Olmos, 2001).

Las sales de vanadio según Olmos (2001), son muy móviles aquello permite que se desplacen con facilidad a través de materiales porosos con los que se encuentren en contacto, como los enlucidos de yeso cristalizando aquellos paramentos, es indispensable saber que también se pueden presentar manchas menos adherentes que las de vanadio las cuales para ser removidas solo requerirán cepillados de los paramentos.

II. Erosión química

Son transformaciones superficiales causadas por reacciones químicas entre los componentes del ladrillo y agentes externos, los agentes atacantes suelen ser: agentes atmosféricos y sales disueltas en aguas de capilaridad o filtraciones, ésta patología causa una transformación a nivel molecular, modifica la estructura, el aspecto y ocasiona hasta pérdida de material como daños más severos (Patiño, 2012).

Por lo tanto, los factores que inciden en que aparezcan este tipo de lesiones según Patiño (2012), corresponden a: factores intrínsecos de la composición química del material y factores extrínsecos del ambiente, los cuales pueden ser de tipo naturales como el agua, viento, sol y organismos vivos; o artificiales como la contaminación ambiental.

Las lesiones que generan estas alteraciones químicas se pueden presentar de diversas formas en el material, algunas de ellas son: costras formadas progresivamente, compuestas de una alta cantidad de sulfatos que producen exfoliación, es decir, una acumulación de sucesivas capas que se adhieren al material y provoca desprendimientos puntuales o disgregaciones del material, otra forma de presentarse son ampollas generadas producto de las costras junto con el sulfato cálcico y por último, puede manifestarse como disgregación tras perder la cohesión interna se desprende el material al convertirse en arena (Patiño, 2012).

Los compuestos químicos presentes en el ambiente que generan este tipo de erosión son: el dióxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, cloruros, fluoruros y organismos o microorganismos que segregan sustancias que reaccionan químicamente con los ladrillos.

III. Contaminación atmosférica

Hernández (2019), asevera que no solo las sales del material generan deterioros, sino también las sales presentes en la atmósfera producen lesiones en la primera capa de la albañilería, en especial los ácidos presentes en la atmósfera en zonas industriales o costeras que atacan este sistema constructivo. De igual forma, otros factores como la radiación solar y condensación de humedad degradan este material y sus juntas hasta un 5% más que en las zonas rurales. Es por ello que el autor propone una forma de identificar la vida útil expresada en años de un tabique de arcilla que depende de la orientación en la que éste se emplace, basado en un estudio japonés (Ver tabla 17). Mientras López et al. (2004), añade que la contaminación atmosférica puede ser devastadora para los inmuebles y el agente más agresivo corresponde al ácido sulfúrico.

Del mismo modo que el autor anterior Broto (2006), explica que el incremento de óxidos de carbono, azufre y nitrógeno en el ambiente por el consumo de combustibles fósiles, junto con la modificación de la composición del aire debido a la actividad industrial, ha permitido que existan más contaminantes en el aire que degradan las construcciones. Aquellos contaminantes pueden producir lesiones como depósitos de materias que forman costras o ennegrecer los paramentos y ataques químicos del sistema constructivo, algunos de los contaminantes atmosféricos más relevantes son: el azufre, nitrógeno, óxidos de carbono, cloruros, fluoruros, compuestos orgánicos volátiles y partículas sólidas.

Los gases llegan a la superficie terrestre y a las edificaciones disueltos en el agua lluvia, por lo tanto, el autor señala que tanto la contaminación atmosférica como la lluvia ácida, pueden provocar deterioros significativos como la disolución de la cal o carbonato cálcico de los morteros, así que no solo producen daños estéticos como las costras, depósitos o ensuciamientos.

IV. Organismos

Estas lesiones, describe Monjo (1999), las producen organismos vivos, sean estos animales o vegetales que atacan la superficie del material de dos formas: con su presencia o por productos químicos segregados. Dentro de los organismos animales se encuentran los insectos y los animales de peso, en el caso de estos últimos provocan una acción erosiva en los cerramientos esto debido a la formación de nidos, roces, excrementos o mordiscos que realizan.

Los agentes biológicos también son causantes de múltiples alteraciones en inmuebles señala Broto (2006), a pesar de que no todos los organismos son perceptibles o detectables a simple vista, algunos requieren de un análisis de laboratorio. Estos pueden llegar a producir degradaciones considerables, los organismos vegetales que pueden colonizar un material de construcción son: bacterias, algas, hongos, líquenes, musgos y plantas superiores (Ver fig. 119). El depósito de organismos vivos sean estos animales o vegetales, puede atacar de forma pasiva o agresiva el material, en el caso del ladrillo los principales organismos vegetales que atacan son: hongos, líquenes y musgos, que producen un deterioro en el material (Patiño, 2012).

Los hongos explica Patiño (2012), son organismos que utilizan el material orgánico para su crecimiento y requieren de una cantidad de agua superior al 20%, mientras que los líquenes corresponden a una simbiosis entre hongo y alga, donde el hongo proporciona humedad y protección y el alga los compuestos orgánicos, se pueden manifestar por medio de costras planas y/o de forma folioso al presentar hojas o escamas, finalmente los musgos destruyen el material sobre el que se asientan y pueden internarse hasta 1 cm de profundidad en el material, este tipo de lesión requiere de condiciones ambientales

VERA DEL EN AÑOS SEGÚN ZONA Y ORIENTACIÓN

Componente constructivo	Zona rural	Zona urbana	Zona industrial	Zona costera
M.S.E.O.	M.S.E.O.	M.S.E.O.	M.S.E.O.	M.S.E.O.
N.S.E.O.	N.S.E.O.	N.S.E.O.	N.S.E.O.	N.S.E.O.
E.S.E.O.	E.S.E.O.	E.S.E.O.	E.S.E.O.	E.S.E.O.
O.S.E.O.	O.S.E.O.	O.S.E.O.	O.S.E.O.	O.S.E.O.



Tabla 17
Vida útil en años según zona y orientación de un muro de tabique de arcilla cocida.
Fuente: Hernández, 2019, p. 35.

Figura 119
Fotografía colonia de mohos (hongos) en fábrica de ladrillo por humedad.
Fuente: Monjo, 1999, p.115.

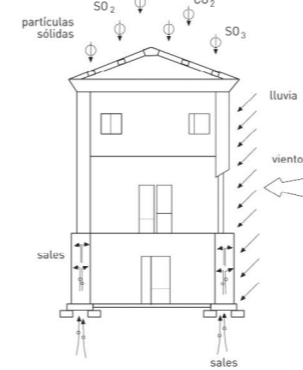


Figura 120
Esquema de algunos agentes físicos agresores de los edificios.
Fuente: Broto, 2006, p. 89.

como temperatura y luz para aparecer, es posible apreciarlos en los morteros de cal los cuales son más porosos y retienen mayor humedad.

Sameño & García (1995), afirman que dependerá del material que conforma el inmueble y de las condiciones en que este es conservado la aparición de organismos destructivos, puesto que estos requieren de condiciones climáticas como la humedad y temperatura, de condiciones microclimáticas y de las características como el ph, textura, entre otras, sumado a que la mayor parte de los organismos tienen una alta adaptabilidad.

Las diversas formas de alteración que causan los agentes biológicos según Sameño et al. (1995), presentan distintos aspectos por ejemplo las algas solo causan daños estéticos y la humedad favorece el crecimiento de éstas, los líquenes son muy resistentes a las condiciones extremas de T° y humedad, además su crecimiento es lento, pueden generar daños mecánicos y químicos, las plantas superiores pueden producir daños físicos, especialmente las raíces, así como fisuras que expone el material al agua e incluso puede separar porciones de la estructura.

LESIONES FÍSICAS

Con respecto a las lesiones físicas Olmos (2001), explica que duran tanto como la causa que las origina y el material no cambia en su composición básica, lo que varía es la forma o aspecto como el color o estado de humedad, se producen en su mayoría por condiciones externas (Ver fig. 120). Monjo (1999) y Broto (2006), señalan que estas lesiones conllevan alteraciones internas sobre la distribución de las estructuras de átomos, moléculas o iones, además la mayoría tienen como causa de origen algún cambio físico, el cual al ser corregido permite que el material recupere su forma original. Algunas de las lesiones de este tipo que pueden presentar los ladrillos son:

I. Humedades

La humedad es entendida como: "...la presencia no deseada de agua en estado líquido en lugares o períodos de tiempo variables." (Broto, 2006, p.87). Las humedades según Broto (2006), pueden generar patologías como: descomposiciones, disgregaciones, manchas, olores, cambios de color e incluso ambientes que son perjudiciales para las personas y pueden desencadenar lesiones más graves y riesgosas en un inmueble.

Aquella humedad en los paramentos pueden proceder de múltiples fuentes según Patiño (2012), el agua se presenta ya sea como manchas o incluso gotas y afecta las características físicas del material, este compuesto tiene la capacidad de disolver y combinarse con sustancias –como óxidos– que producen una mayor degradación del material. Esto sumado a que debido a su estado líquido se puede infiltrar por diversas partes de un bien inmueble, y provocar: erosión de los ladrillos y morteros, golpes en los cerramientos e ingresar por los cimientos, es por ello que en base a la procedencia que origina el agua se pueden clasificar estos cinco tipos de humedad:

1. Humedad de obra: tiene su origen en el exceso de agua y humedad que se producen durante la ejecución de una obra, aunque también se manifiesta cuando durante la construcción hay una falta de protección de los antepechos, una nula ventilación de los espacios o el insuficiente tiempo de secado que se le otorga a la construcción, situaciones que permiten alcanzar la humedad de equilibrio (Ver tabla 18), esto añadido a que en la mayoría de los casos se aplica una capa superficial de acabado que impide la evaporación del agua (Patiño, 2012; Monjo 1999).

2. Humedad capilar: corresponde al agua que asciende por los poros de los muros de albañilería, agua que proviene en su mayoría desde el terreno o suelo, esta puede ascender hasta alturas considerables por los paramentos, la porosidad de los ladrillos hace que sea un material propenso a absorber agua por capilaridad al igual que el mortero de juntas, el cual al ser más poroso facilita que el agua se eleve por ellas (Patiño, 2012; Monjo 1999).

Este tipo de humedad se puede manifestar con lesiones visibles como sales superficiales en los muros, sobre todo en la franja de alteración donde se produce el continuo secado-humedecimiento de este, cuando la construcción tiene cimientos de piedra el agua ascenderá más fácil por las juntas, pero no desciende debido a que el ladrillo retiene el agua (López et al., 2004; Broto, 2006).

La altura que puede alcanzar la humedad por capilaridad según Broto (2006), depende de: diámetro de los capilares del material, el espesor que tiene el muro, la viscosidad del líquido, si hay presencia de sales y la T°. Pero la altura donde se equilibra la cantidad de agua ascendiente con la que se evapora es entre 1,5 m a 2 m, el autor afirma que: "...cuanto más grueso sea el muro, mayor altura alcanzará la humedad, ya que necesitará una superficie más grande para evaporarse." (Broto, 2006, p.95)

3. Humedad de filtración: tal como señala Monjo (1999), es aquella que ingresa desde el exterior hacia el interior del inmueble, a través de sus fachadas o techumbres, ésta puede entrar por la masa, poros, vanos, grietas o fisuras, juntas constructivas o de dilatación. Patiño (2012), menciona que las lesiones que se presentan debido a esta humedad son apariciones de manchas y goteras y es causada en su mayoría por la acción de la lluvia y el viento. López et al. (2004) y Broto (2006), coinciden en que este tipo de humedad produce un deterioro menor en obras de ladrillos que la humedad capilar. El agua lluvia puede producir mayor daño al combinarse con el viento, puesto que esos golpes de agua y viento sobre las fachadas podrían causar erosión del material.

4. Humedad de condensación: se produce tras condensarse el vapor de agua presente en el ambiente, esta humedad se da en espacios poco ventilados o con sistemas de aire acondicionado, las condensaciones se producen cuando la humedad del aire interior de un edificio entra en contacto con las superficies frías de las paredes, baja la temperatura del aire y se forman gotas de agua que se depositan en los muros. Pueden existir condensaciones superficiales interiores al generarse en la cara interna del muro, condensaciones intersticial cuando se da al interior de la masa del muro o entre dos de sus capas y por último la condensación higroscópica se presenta al interior de los poros del material que contienen sales higroscópicas (Monjo, 1999; Patiño, 2012).

5. Humedad accidental: se producen por roturas y/o fallas en tuberías o cualquier red que conduce agua, pueden ser del mismo edificio, así como de inmuebles colindantes; otras humedades accidentales son: las salpicaduras en duchas, lavado de suelos con exceso de agua, rotura de canaletas, bajantes y conductos (Ver fig. 121). La lesión se manifiesta de forma visible como un foco puntual de humedad, también descritas como manchas de humedad, que por lo general están cercanas al origen o punto de rotura (Monjo, 1999; Patiño, 2012; López et al., 2004).

Broto (2006), enfatiza en que la aparición de un problema de humedad casi nunca tiene una sola causa y señala que según: "...un estudio del Departamento de Medio Ambiente de la *Building Research Establishment* (Reino Unido), el 38% de las lesiones se deben a problemas de humedad." (Broto, 2006, p.91).

MATERIAL	%
Madera	15,0-18,0
Mortero de cal	5,0-8,0
Mortero de cal/cemento	4,0-4,5
Mortero cemento (1:3)	3,6-4,2
Mortero cemento (1:4)	3,2-4,0
Mortero cemento (1:6)	3,0-3,6
Ladrillo cerámico	1,8-2,1
Yeso	0,9-1,15

HUMEDAD DE EQUILIBRIO DE DISTINTOS MATERIALES REFERIDA EN PORCENTAJE SEGUN SU PESO.



Tabla 18
Humedad de equilibrio de los materiales.
Fuente: Broto, 2006, p. 92.

Figura 121
Fotografía humedad por rotura de una canaleta.
Fuente: López et al., 2004, p.51.

TIPO	%
Humedades de condensación	44
Humedades capilares	33
Humedades por filtración (fallos de las juntas en fachadas y cubiertas)	19
Humedades accidentales	4

PORCENTAJE DE APARICIÓN DE LAS HUMEDADES SEGUN SU TIPO.



Tabla 19
Porcentaje de aparición de las humedades según su tipo.
Fuente: Broto, 2006, p. 92.

Figura 122
Fotografía erosión física de un ladrillo de baja calidad.
Fuente: Broto, 2006, p. 130.

Además, en base a la tabla proporcionada por el autor, se demuestra que las humedades más frecuentes que aparecen en los inmuebles son la de condensación y capilar (Ver tabla 19).

II. Erosiones físicas

Monjo (1999), define la erosión como una: "...pérdida o transformación superficial de un material." (Monjo, 1999, p.110). Mientras que Broto (2006), explica que la erosión física es el resultado, tras una acción destructora que causan los agentes atmosféricos, aquel deterioro puede ser progresivo, pero también puede llevar a una destrucción total (Ver fig. 122).

Los agentes atmosféricos que provocan erosiones físicas en una construcción según Broto (2006) son tres:

1. El agua, este agente desgasta el material al golpear las fachadas y puede provocar desprendimientos o arrastrar las partículas de polvo por el paramento hasta ser absorbida por el material. Aquella pérdida de material se puede presentar pulverizada cuando se desprende en forma de polvo, en forma de arenización -arena y escamaciones- o exfoliaciones cuando se desprenden escamas o lascas.

Los daños continuados de este agente atmosférico pueden provocar pérdida de resistencia y aparición de fisuras, pero los peores daños se producen al ingresar agua por los poros del ladrillo, ésta se huela o congela al interior del material y se dilata al cambiar de estado, lo que produce una expansión cerca de un 9% y desencadena en que las capas del material se rompan y se produzcan lesiones como desintegración, desconchados de la superficie o fracturas.

Cada ladrillo presenta una resistencia distinta a las heladas, fenómeno descrito anteriormente, los ladrillos muy porosos y que cuentan con un elevado número de poros abiertos y conectados entre sí, son más vulnerables a sufrirlas, así como los ladrillos cocidos a bajas temperaturas que cuentan con una gran cantidad de poros finos.

2. El sol y las variaciones higrótérmicas, tiene relación con los cambios o ciclos de temperatura por los que pasan las construcciones diariamente o de forma estacional. Las variaciones de temperatura producen que el material se dilate o contraiga respectivamente y se generen erosiones, fisuras o roturas.

Si no se previene con soluciones constructivas para que las dilataciones térmicas y desplazamientos se produzcan sin inconvenientes, debido a los cambios dimensionales que presentan los materiales ante una variación térmica, los revestimientos pueden presentar lesiones como: arqueamientos, deformaciones y microgrietas.

Los cambios de temperatura de un material, también se pueden producir debido a una variación del contenido de agua o humedad, es habitual que se presente en los procesos de secado de los materiales. Los movimientos por variación de contenido de humedad producen dilatación en el material al aumentar la humedad y retracción cuando hay pérdida de ella, este fenómeno afecta solo a materiales porosos como el ladrillo.

3. El viento, tiene una acción erosiva debido a que determina la fuerza e inclinación del impacto que tendrá la lluvia sobre las fachadas de un inmueble, sumado a que transporta partículas atmosféricas que son lanzadas contra los muros. Las lesiones que puede provocar

el viento junto con el agua lluvia son: erosiones de ladrillos o morteros, cavidades, redondeo de cantos o desgastes. Las partes más expuestas de un inmueble ante este fenómeno atmosférico son: partes altas de coronación y esquinas.

III. Suciedad

Broto (2006), define la suciedad como: "...depósito y la acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en la superficie exterior de la fachada como en el interior de los poros de la misma." (Broto, 2006, p. 114). Cuando la fachada es muy porosa y tiene una alta cantidad de partículas ensuciantes en el ambiente, hay mayor probabilidad de que se ensucie el paramento. De igual forma, en las ciudades donde se presenta una alta contaminación atmosférica, se ensucian de forma más intensa las fachadas.

Existe una cantidad de agentes o factores que favorecen la aparición y desarrollo del proceso de ensuciamiento según Broto (2006) y Patiño (2012), factores que se subdividen en tres grupos: en primer lugar encontramos los relacionados al clima o aire atmosférico, en segundo lugar los referidos a la naturaleza de los materiales de la fachada y por último, los que tiene relación con las características arquitectónicas de la fachada, a continuación se detallan cada uno:

1. Partículas contaminantes: son todas aquellas partículas que están suspendidas en el aire, se depositan en las superficies de las fachadas gracias a la gravedad, al viento o agua lluvia. Las partículas contaminantes se clasifican en base al tamaño o al origen, de acuerdo al tamaño se determina el tiempo de permanencia en suspensión atmosférica, encontrándose los siguientes tipos:

- Aerosoles partículas de 0,0001 y 0,1 mm de diámetro, comprenden la calina, niebla o humo de tabaco, su vida media es de 30 días.
- Polvo atmosférico partículas entre 0,1 y 1000 mm de diámetro, aquellas de tipo orgánico son: polen, semillas, esporas, etc.; mientras que los inorgánicos son: arena, hollín, ceniza, polvos de carbón, de mineral de hierro, etc. Son transportados por el viento y permanecen cortos tiempos en la atmósfera depositándose en los edificios cercanos a las fuentes de emisión como chimeneas o industrias.

En cambio la clasificación de las partículas contaminantes según su origen se subdividen en dos grupos:

- Naturales producen un ligero ensuciamiento, las orgánicas son resultado del proceso vital de los vegetales como: el polen, semillas, esporas de flores y plantas pequeñas; mientras que las inorgánicas son polvo de tierra, piedras o arena fina.
- Artificiales son causadas por la combustión, son peligrosas para las fachadas, tienen un mayor tamaño y se presentan con colores pardo, gris o negro. Las fuentes productoras de este tipo de partículas son de tipo urbanas como el tráfico rodado, calefacciones o industriales, generadas por la combustión y reacciones químicas.

2. Viento: influencia el fenómeno de ensuciamiento de forma positiva y negativa, de forma negativa debido a su capacidad de transportar partículas contaminantes desde la fuente de emisión hacia el depósito de estas en las superficies de las fachadas y de forma positiva cuando limpia los paramentos y elimina las partículas depositadas o acumuladas, incluso dispersa las partículas de los lugares de origen de emisión de productos contaminantes, lo que reduce el ensuciamiento de edificios cercanos. La efectividad del viento depende de su velocidad y tiene efectos positivos en zonas de las fachadas que

se encuentran expuestas como esquinas laterales y cornisas, mientras que en las partes bajas de la fachada su acción limpiadora es reducida.

3. Agua: produce efectos negativos al transportar partículas contaminantes que luego se depositan sobre elementos salientes de las fachadas o en los poros del material, mientras que su influencia positiva es cuando logra eliminar y limpiar las partículas que estaban depositadas en las fachadas.

El agua que llega a las fachadas se presenta en forma de lluvia¹¹ o condensación de vapor de agua, el agua de lluvia pasa por tres fases distintas hasta impactar sobre las fachadas, estas son: mojado, las gotas de agua mojan la superficie y penetran por capilaridad los poros superficiales, luego sigue la saturación momento en el que el material se satura sin poder absorber más agua por sus poros y por último, la fase de lámina o película de agua en donde el agua se desliza por la superficie y se crea una lámina o película.

Entonces el ensuciamiento de las fachadas se produce al terminar la lluvia o al disminuir la humedad, al evaporarse el agua quedan adheridas al material las partículas ensuciantes.

4. Porosidad y textura superficial: la porosidad del material de revestimiento determina la absorción de agua y partículas ensuciantes que terminan acumulándose en la fachada. Mientras que la textura superficial del material al ser lisa y poco rugosa, produce que la lámina de agua que se genera por el agua lluvia se deslice con facilidad, lavándose con intensidad la fachada.

Si el material de la fachada es compacto, la fase de mojado y saturación tienen un menor tiempo de duración, lo que permite que la película o lámina de agua se forme más rápido y tenga un mayor efecto limpiador. Por el contrario, cuando es porosa transcurre más tiempo hasta saturarse el material y disminuye el efecto limpiador.

5. Geometría de fachada: es uno de los factores más importantes que influye en el depósito de las partículas ensuciantes y en la velocidad con la que se desliza la lámina de agua por la fachada. La geometría de la fachada se basa en tres aspectos estos son:

- Inclinación del plano con respecto a la horizontal, mientras más inclinación hacia arriba tenga el plano se presentará más depósito de ensuciamiento por gravedad. Hay tres tipos de inclinación: planos inclinados hacia arriba, plano vertical y planos inclinados hacia abajo, estos se combinan en una fachada (Ver fig. 123).
- Entrantes y salientes verticales afectan respecto del tipo de lavado o crean manchas aisladas de suciedad, por el efecto que provoca el viento y la lluvia. Los ángulos entrantes o rincones reducen la velocidad del viento, son zonas con menor nivel de exposición y donde se acumula suciedad, mientras que los ángulos salientes o esquinas sucede lo opuesto a los rincones, la acción del viento es fuerte, hay un mayor lavado y limpieza.
- Relieves de fachada son cualquier elemento que genera discontinuidad sobre lo liso de la fachada y son zonas conflictivas durante el recorrido de la lámina de agua, debido a que hay partes en la que se produce un lavado intenso y en otras se concentra la suciedad. Por lo tanto, los relieves favorecen la acumulación de suciedad y que aparezcan churretones¹² por lavado diferencial. Hay tres tipos de relieves estos son: molduras horizontales como las impostas o vierteaguas, molduras verticales como machones entre ventanas, bajantes o tornapuntas de balcones y decoraciones puntuales como gárgolas, jardineras, etc.

11. La lluvia llega con una fuerza e inclinación de caída al paramento según Broto (2006), la inclinación con la que cae la lluvia se considera de un 10% con respecto al plano vertical.

12. Según la RAE un chorretón corresponde a un golpe o chorro de un líquido que sale de improviso o manchas o huellas que producen un chorretón.

6. Color: las partículas ensuciantes tienen un color que va desde los pardos, grises a los negros, la suciedad es más evidente en fachadas claras que en las oscuras. Para los paramentos de ladrillos es mejor utilizar los de color oscuros como pardo y rojizo, los cuales logran disimular mejor la suciedad.

Respecto a los tipos de ensuciamiento que se presentan en una fachada estos son dos y tienen procesos distintos, pero la patología que se manifiesta en una fachada siempre será una mezcla de los dos tipos de ensuciamientos que son:

a. Ensuciamiento por depósito: es cuando se depositan las partículas contaminantes sobre la superficie de la fachada o en el interior de los poros, es común que se le conozca como ensuciamiento "simple". Según la localización de las partículas contaminantes se diferencian en:

- Depósito superficial cuando las partículas se ubican en la superficie de los ladrillos, la adhesión de partículas se produce al estar el paramento seco y las condiciones atmosféricas buenas, las partículas se adhieren por gravedad, atracción electrostática o atracción molecular y se generan lesiones como pátinas de suciedad más o menos permanentes. La lluvia y el viento son los agentes que eliminan o arrastran las partículas ensuciantes.
- Depósito interno partículas ubicadas en el interior de los poros del ladrillo, se produce al estar la fachada húmeda o por la acción de la lluvia sin alcanzar la fase de lámina, las partículas son absorbidas hacia el interior por tensión superficial o capilaridad. En los materiales porosos como el ladrillo al ingresar el agua a sus poros, ésta se evapora y quedan acumuladas las partículas ensuciantes en el interior y se forma así una pátina color negro sobre la superficie exterior.

b. Ensuciamiento por lavado diferencial: corresponde al lavado de la superficie por la que se desliza la lámina de agua, las fachadas al no ser superficies completamente lisas hacen que el agua se enfrente a obstáculos que varían su velocidad y dirección, produciéndose entonces contraste entre las zonas limpias y sucias debido a que el lavado no se produce de forma uniforme sobre la fachada.

LESIONES MECÁNICAS

Las lesiones mecánicas según Monjo (1999), corresponden a aquellas en donde hay movimiento, rotura, separaciones o desgaste entre los materiales o los elementos constructivos. Las causas que originan una lesión mecánica, describe Broto (2006), son todas las acciones que impliquen un esfuerzo superior al calculado, o que no fue previsto y/o supere el esfuerzo que puede soportar el elemento constructivo.

Patiño (2012) y Broto (2006), coinciden en que las causas frecuentes que originan las lesiones de tipo mecánicas son: excesos de cargas, mala calidad de materiales de unión, tensiones provocadas por esfuerzos térmicos, desplazamiento de la estructura por asentamientos. La lesión más grave corresponde a la rotura del material que puede llevar al colapso de un inmueble, mientras que las lesiones más frecuentes son las fisuras, grietas o desprendimientos parciales que se pasarán a detallar a continuación:

I. Deformaciones

Corresponden a todos los cambios de forma que sufre un elemento estructural de un inmueble debido a un esfuerzo mecánico, las deformaciones se pueden producir en la fabricación, durante la ejecución de la obra o cuando actúan las cargas. Aquella lesión se manifiesta como: flechas¹³, pandeos¹⁴, alabeos¹⁵ o desplomes¹⁶ (Ver fig.124). Las deformaciones causan otras lesiones mecánicas como fisuras, grietas y desprendimientos en especial en obras de fábrica.

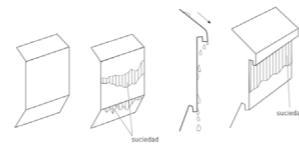


Figura 123
Inclinaciones verticales de paramentos exteriores.
Fuente: Broto, 2006, p. 123.



Figura 124
Fotografía de un alabeo en un muro de fábrica.
Fuente: Monjo, 1999, p.111.

Figura 125
Fotografía de una grieta causada por empujes de cubierta.
Fuente: López et al., 2004, p.64.

Según Broto (2006):
13. Las flechas corresponden a la flexión de elementos horizontales, debido a excesos de cargas verticales o que transmiten otros elementos estructurales adyacentes.
14. Los pandeos se generan por un esfuerzo de compresión sobre un elemento vertical, esfuerzo que es superior a la capacidad de carga que este posee.
15. Los alabeos son rotaciones de un elemento constructivo que es provocada por esfuerzos horizontales.
16. Los desplomes se producen tras un desplazamiento de la parte superior de los elementos verticales debido a empujes horizontales.

beos¹⁵ o desplomes¹⁶ (Ver fig.124). Las deformaciones causan otras lesiones mecánicas como fisuras, grietas y desprendimientos en especial en obras de fábrica.

Por ejemplo durante el proceso de fabricación, en la fase de preparación y moldeo, los ladrillos de arcillas cocidas pueden presentar ciertas deformaciones como alabeos o curvaturas debido a desequilibrios y desajustes de la maquinaria utilizada.

Las deformaciones se clasifican en base al origen en: deformaciones producto de cargas verticales excesivas en relación al tamaño de la estructura portante, las cuales aparecen en estructuras que no son homogéneas o que tienen un deterioro interno y las deformaciones producidas por cargas inclinadas o esfuerzos no contrarrestados mediante apropiadas estructuras resistentes, las producen defectos de la estructura cuando las cargas se transmiten en una dirección que no es vertical.

De igual forma un inmueble puede presentar deformaciones producidas por movimientos del terreno, aquel descenso de nivel se produce por desplazamientos o fallos en la cimentación o inestabilidad del terreno que es causada por: asentamientos, variaciones de humedad en el suelo, hundimientos o roturas de redes. A modo general los movimientos de suelos se dividen en tres según la causa que los origina: el primero es la retracción y expansión del terreno, el segundo son los empujes del terreno los cuales afectan a inmuebles construidos en laderas, en donde las tierras aumentan su volumen y ejercen mayor presión sobre la construcción o inversamente tierras debilitadas producen disminución de presión, el último son todos los cambios en la naturaleza del terreno afectan a inmuebles que llegan con sus cimientos a niveles resistentes e impermeables, suelos por los que circula agua, la cual al filtrarse deteriora y varía la resistencia y naturaleza original del terreno.

II. Grietas y fisuras

Estas lesiones se presentan como aberturas en un material o un elemento constructivo, son lesiones que dejan de manifiesto un mal comportamiento del edificio, fallas de proyecto, de ejecución, un mal uso y conservación.

En primer lugar, en base al espesor de la abertura en el material o elemento constructivo se clasifican de la siguiente forma las grietas y fisuras: microfisuras aberturas muy pequeñas que no son visibles, fisuras tienen un ancho inferior al milímetro y solo afectan la superficie, del material, del elemento o del revestimiento, grietas aberturas de más de un milímetro de ancho afectan al espesor completo del material o elemento constructivo, provocan pérdida de integridad y consistencia (Ver fig. 125).

Respecto de las fisuras es importante explicar que estas se dividen en dos según la movilidad que presenten a través del tiempo, por lo tanto, existen: fisuras muertas si sus dimensiones no han variado a lo largo del tiempo, representan un problema solamente estético y generan sensación de poca seguridad, a veces ni siquiera son visibles; mientras las fisuras vivas requieren ser tratadas, ya que su ancho aumenta o disminuye con el tiempo, junto con el uso de la edificación.

Las grietas y fisuras se pueden clasificar de diversas formas: según el material en el que aparecen, según la causa que las origina o la movilidad que tienen.

La clasificación en base al material tiene relación con la incompatibilidad de materiales utilizados, así como las diferentes respuestas que estos tienen ante las exigencias de resistencia y elasticidad con las cargas a las que estos son

sometidos. La clasificación según las causas se agrupan en cuatro categorías según el tipo de esfuerzo mecánico al que se someten los elementos, estas son: las acciones mecánicas cargas directas sobre la estructura –peso propio, sobrecargas– cargas que provocan que aparezcan grietas y fisuras (Ver fig. 180), los esfuerzos higrotérmicos cambios de temperatura o humedad en el elemento que producen movimientos, deficiencias del proyecto esfuerzos superiores a los calculados y, por último, deficiencias de los materiales o ejecución son los materiales en malas condiciones u obras ejecutadas con errores, en donde los elementos no soportan las cargas para los cuales fueron diseñados.

Los ladrillos y mortero se pueden agrietar en su unión o juntas, debido a excesivos contenidos de humedad en el mortero que provocan una retracción en el secado de este, también los movimientos que se generan, debido en parte a que ambos materiales se comportan distintos ante la humedad producen grietas, de igual forma sucede con los morteros que tienen exceso de agua, se corre el riesgo que éste escurra por las juntas (Ver fig. 126).

Hernández (2019), explica que la contracción que se produce durante el secado de las juntas, los movimientos debido a humedades, las dilataciones por temperatura y los movimientos por esfuerzos mecánicos son los principales deterioros que presentan las juntas de mampostería. Junto a lo anterior el autor señala que los elementos o áreas de grandes dimensiones presentan grietas que se posicionan en dirección vertical a la base, mientras que en muros de mampostería de unidades o tabiques pequeños, aquellas grietas se dan a lo largo de las juntas en sentido vertical y horizontal de forma escalonada y las grietas finas se producen debido a la degradación del mortero por heladas y congelamientos, aunque aquellas grietas se pueden acrecentar producto de otras lesiones.

Por último, Hernández (2019) describe que el patrón de agrietamiento de las juntas de los morteros queda definido por tres factores que reflejan la magnitud de degradación de los componentes constructivos estos son: el tamaño de las grietas, el sentido de las grietas y la distribución de las grietas.

No siempre es fácil determinar si la grieta o fisura se produjo por movimientos excesivos o por deficiencias en la resistencia según Geohidrol (2010), pero mediante la observación de la lesión se puede determinar la causa. Por lo tanto, si las grietas se producen con separaciones limpias entre el mortero y ladrillo, se debe generalmente a una baja adherencia entre los materiales –mortero y ladrillo–, en cambio se descarta esta causa cuando los ladrillos que bordean la grieta tienen mortero adherido. Si el mortero está bien adherido al ladrillo el problema es originado por movimientos que sobrepasan la resistencia que tiene la obra.

Dentro de los errores de ejecución debido a falta de control o descuidos se consideran los agrietamiento y fisuraciones que se producen por rellenos incompletos de las juntas horizontales del mortero en una fábrica de ladrillo, que reducirá la resistencia de esta edificación hasta un 33%. Cabe agregar que evitar apariciones de grietas es difícil, por lo que se debe procurar que estas sean muy finas y que no se concentren en una sola zona de la fábrica.

III. Erosión mecánica

Es definida como: "...la pérdida de material superficial de un elemento constructivo debida a esfuerzos mecánicos que actúan sobre ellos (golpes, roces, etc.)" (Broto, 2006, p. 159), aquel ataque superficial provoca un deterioro progresivo, además cabe señalar que diversos agentes y factores externos intervienen en la erosión mecánica de un material como: el uso que realizan los

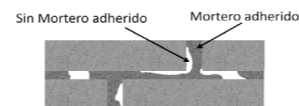


Figura 126 Representación uniones de un mortero con exceso de agua a los ladrillos. Fuente: Geohidrol, 2010, p. 308.



Figura 127 Fotografía de erosión mecánica producida por partículas transportadas por el viento sobre el mortero de agarre en un muro de ladrillos. Fuente: Broto, 2006, p. 111.

Figura 128 Fotografía de pérdida del revoco de la fachada, los ladrillos quedan a la vista y expuestos a la humedad y erosión atmosférica. Fuente: Broto, 2006, p. 150.

usuarios de un edificio, la acción de los animales, impactos o roces de objetos y la acción del viento (Ver fig. 127).

Las fachadas de los inmuebles presentan erosiones mecánicas por: roce continuado e impactos en zonas de paso, aquellas lesiones están presentes en esquinas o salientes, partes que generalmente presentan desgastes, por lo tanto, la parte más afectada de un inmueble y que puede presentar erosiones mecánicas suelen ser la planta baja de la fachada.

Los actos de vandalismos también generan deterioros significativos e intencionados en las fachadas de los inmuebles, algunos de esos actos son el grafiti y la rotura voluntaria de alguna parte o elemento, los métodos de limpieza abrasivos que luego se emplean en el caso del grafiti eliminan parte de la superficie de la fábrica y exponen el sustrato más débil produciéndose erosiones más rápidas.

Tanto el mantenimiento como los tratamientos de restauración pueden generar erosión mecánica en los materiales, esto debido a: limpiezas con medios abrasivos o químicos que dañan los materiales e incluso eliminan las capas protectoras, de igual forma se pueden utilizar productos protectores de forma inadecuada, productos que debido a su composición química producen reacciones con el material y desencadenan la lesión, por último, la eliminación o colocación de elementos que no son soluciones correctas.

La lesiones por erosión también pueden ser realizadas por animales, específicamente por sus movimientos y acciones en el inmueble, por ejemplo: los ratones son capaces de roer morteros, tubería y cableados; las abejas pueden incluso colonizar los morteros en las uniones de fábricas de ladrillos y producen irregularidades que desgastan el material.

Finalmente la acción del viento y su fuerza de impacto erosiona las fachadas, ya que este transporta partículas que son lanzadas contra los muros exteriores, para luego arrastrar las partículas del material disgregado y producir un desgaste superficial.

IV. Desprendimientos

Son definidos como: "...la separación incontrolada de un material de acabado o de un elemento constructivo del soporte o base al que estaba aplicado." (Broto, 2006, p. 146), este tipo de lesión implica un deterioro funcional y estético, así como un peligro para usuarios y vehículos que circulan alrededor del inmueble. Los desprendimientos pueden ser leves al aparecer fisuras y abombamientos y definitivos cuando se cae todo el material del acabado quedando descubierta la estructura o superficie de soporte (Ver fig.128).

Los desprendimientos son lesiones que se producen como consecuencia de lesiones previas y ciertas circunstancias externas influyen en que aparezca esta patología, estas son:

- La antigüedad del edificio es un factor importante que produce pérdidas de las características intrínsecas del material, los morteros pierden adherencia con el paso del tiempo.
- La orientación del inmueble está relacionada con el efecto de los agentes atmosféricos sobre la fachada, por ejemplo las fachadas según su orientación favorecen el impacto de la lluvia, producen humedades y acumulaciones de agua en ciertos puntos, lo que debilita la adherencia del material de revestimiento y favorece que se generen desprendimientos.
- La exposición del edificio mientras mayor sea el grado de exposición menor será la protección frente a los agentes atmosféricos,

dentro de este factor hay otras variables que se deben considerar como: la proximidad de otras edificaciones, la altura del inmueble y el diseño de las fachadas.

El desprendimiento depende del tipo de acabado que se utilice en el inmueble, estos se clasifican en dos grandes grupos: acabados continuos y acabados anclados o colgados.

Los acabados continuos son acabados de paredes, techos y suelos que se componen de morteros y pastas, sin juntas, se aplican directamente sobre los soportes hasta que se endurecen. Por otra parte, los acabados anclados o colgados son aquellos que se conforman por distintos elementos que llegan a la obra con un nivel de acabado y requieren que se sujeten al soporte, el sistema que se utiliza para adherir el acabado al soporte puede ser: adherencia continua que ocupa morteros hidráulicos o pegamentos y cuelgue por puntos en donde se utilizan anclajes mecánicos.

Este tipo de lesión puede requerir que se demuela o se vuelva a colocar el acabado, decisión que depende de la intensidad con que se presenta la lesión y la extensión que afecta, en base a aquellas variables se determina si requiere una sustitución parcial o total de las piezas desprendidas.

A modo general las causas que producen desprendimientos de acabados continuos son: esfuerzo rasantes, dilatación de elementos infiltrados y falta de adherencia. El esfuerzo rasante se produce cuando el mortero y el soporte se mueven en una misma dirección pero en sentido contrario, en esta causa la unión pierde integridad. La dilatación por elementos infiltrados tiene relación con los micro espacios intermedios que se producen entre el acabado y el soporte en donde se infiltran sales y agua, los cuales al dilatarse producen el desprendimiento. Mientras que la falta de adherencia corresponde a una aplicación del acabado de forma incorrecta, uniones defectuosas que producen desprendimientos (Ver fig. 129).

En los acabados anclados o colgados el origen de los desprendimientos se pueden encontrar en: la unión del elemento del acabado al anclaje, en el anclaje, en la unión del anclaje al soporte o en la debilidad del elemento de acabado. En el primer caso, aquella unión suele ser perforada y el desprendimiento se genera cuando el elemento se rompe en aquel punto de unión, en el segundo caso del anclaje el desprendimiento se genera por corrosión de éste o por falta de esfuerzo para sujetar la pieza de acabado, mientras que el origen de los desprendimientos si se producen en la unión del anclaje al soporte, es debido a que la unión no es profunda o el material de unión no se aplica de la forma adecuada, por último, la debilidad del elemento de acabado se genera por defectos de fabricación del material.

LESIONES PREVIAS

I. Errores de fabricación del material

Los procedimientos de fabricación utilizados en las piezas cerámicas serán los fallos que presentan y afectan la calidad y la resistencia del material, como se estudió en capítulos anteriores son dos los métodos de fabricación de los ladrillos estos son: manual o artesanal y de forma industrial. Según Broto (2006) y Patiño (2012), los errores de fabricación pueden ser agrupados en base a las fases de fabricación estas son:

Deficiencias durante la etapa de moldeo

En aquella etapa la arcilla es moldeada de su estado plástico, se le entrega la forma requerida de forma manual o industrial. Con respecto a las alteraciones que se generan durante ese proceso pueden ser: deformaciones de piezas,



Figura 129
Esquemas en corte que muestran la forma correcta y errónea de la ejecución de los revocos.
Fuente: Broto, 2006, p. 151.

exfoliaciones y laminados, decapados y caliches.

Las deformaciones habituales que presentan las piezas cerámicas son alabeos, curvaturas u otros defectos de moldeo, como el desequilibrio de la boquilla de extrusión, desajustes del carro de cortados o bajos contenidos de arena, defectos que inciden en la homogeneidad de la masa. Las deformaciones de las piezas se pueden presentar luego de la etapa de cocimiento, de hecho puede que las piezas no soporten las heladas, se quiebren irregularmente y se deformen. Por otra parte, las exfoliaciones y laminaciones se generan al usar arcillas con exceso de plasticidad y se pueden producir durante la extrusión o cuando la prensa no compacta como se debe la pasta.

Por último, el caliche corresponde a manchas blanquecina debido a la presencia de óxido cálcico en la masa, la cual después de hidratarse aumenta su volumen, si el contenido de cal es alto el daño del ladrillo es grave, aquel defecto se produce por una falta de molienda fina de la materia prima, aquella molienda deficiente es cuando la cal presenta tamaños superiores a 0,5 mm, este defecto se puede presentar 3 o 4 meses posterior a la fabricación del material.

Deficiencias durante la etapa de secado

Durante la etapa del secado se elimina el agua por medio de los poros de las piezas cerámicas, las alteraciones se producen cuando el agua contenida en la superficie se evapora con mayor velocidad que la contenida en el interior. La diferencia de tensión que se produce entre la superficie donde surgen contracciones y esfuerzos de tracción y el núcleo que no experimenta contracciones similares, desencadena en lesiones como fisuras y grietas.

La etapa de secado se puede alterar debido al aire interior de la pasta húmeda que obstruye la red capilar y aísla al interior de la masa bolsas de agua, otra alteración es el exceso de agua en donde los poros son insuficientes, aquello sumado al aumento de volumen que se produce en la evaporación generan micro tensiones internas que provocan el deterioro de las piezas. De igual forma si se calienta la pieza con el fin de favorecer el secado, el aire del interior se dilata más que la pasta, lo que provoca rupturas a futuro.

Las fisuraciones las causan un secado muy rápido, que produce una diferencia de humedad entre el interior y exterior de la masa y generan tensiones internas que son distintas en el interior de la pieza y la superficie. El espesor de la pieza influye, si los módulos son de poco espesor se acentúa el quiebre de estos. Mientras que las deformaciones se generan al no recibir un secado uniforme, debido a la posición en el secadero o a la distribución poco uniforme del chorro de aire caliente, las deformaciones que más se presentan son alabeos. Lo ideal es que tengan un secado gradual desde el interior hacia el exterior.

Deficiencias durante la etapa de cocción

En esta etapa crítica las piezas sufren varios cambios físicos y químicos, que van desde cambios de fase hasta vitrificaciones, durante este proceso las piezas pasan de ser arcillas a ser cerámicas, un material de mayor dureza, de gran durabilidad, con porosidad variable según el proceso de manufactura, pero inalterable ante el agua.

Depende de la temperatura que alcance el ladrillo las contracciones y endurecimiento que alcanza la pieza, las contracciones llegan hasta el 20% cuando alcanza temperatura de 1200°C, mientras que entre los 200°C y los 800°C las contracciones no son de mucha consideración, pero sobre 800°C las contracciones se incrementan de forma proporcional a la temperatura, cuando se alcanzan los 1700°C se pueden fundir las arcillas. Cabe señalar que sobre 200°C

las arcillas pierden el agua que contienen, aquel fenómeno es reversible hasta esa temperatura, superado los 200°C las alteraciones son irreversibles.

En este proceso de cocción las piezas adquieren la porosidad, aunque aquello inicia con la evaporación del agua en la etapa anterior de secado, en la cocción la pérdida de agua comienza a disminuir a medida que avanza la cocción y se contrae la pieza. Las principales alteraciones que presentan las piezas en esta etapa de cocción son: disminución de resistencia mecánica, microfisuraciones, deformaciones y corazón negro.

Con respecto a las disminuciones de resistencia mecánica, si las piezas no alcanzan a formar las fases vítreas para tener una buena protección ante los agentes externos, aquel defecto impide que obtenga resistencia mecánica y facilita que ingrese agua, la disminución de resistencia puede llevar a disgregación del material. Las microfisuras en tanto se originan cuando las arcillas que tienen alto contenido de cuarzo, que se almacena al interior de la pieza desde el moldeado, se alteran al llegar al proceso de cocción en donde una vez que alcanzan los 573°C de temperatura el cuarzo aumenta su volumen, aquel cambio brusco origina las microfisuras. Las deformaciones en tanto se producen debido a arcillas muy plásticas y por la cocción a altas temperaturas, el corazón negro es un efecto que se da cuando el oxígeno no puede ingresar a las piezas, reteniéndose en la superficie y queda el interior del ladrillo de color negro.

II. Características del material

La materia prima de las arcillas según Broto (2006), requieren ser sometidas a tratamientos previos a su uso, que eliminen sustancias nocivas o impurezas, para evitar que se produzcan daños. Las impurezas pueden ser sustancias orgánicas, sales solubles, terrones o nódulos. Aquellas características del material si no se tratan pueden generar después de su proceso de fabricación o de ejecución de la obra, lesiones de diversos grados.

Para eliminar las impurezas de la arcilla se puede dejar en reposo por un año en condiciones exteriores, esto permite que las impurezas orgánicas se pudran, que la humedad se vuelva homogénea, que se diluyan las sales solubles y se disgreguen los nódulos o terrones.

LESIONES DE PROYECTO Y EJECUCIÓN

Las fallas de proyecto según Monjo (1999) y Broto (2006), pueden afectar la durabilidad de los materiales, tienen que ver con la toma de decisiones sobre el material, la técnica, el diseño de los elementos y la disposición, se clasifican en cuatro subtipos de causas indirectas:

- Errónea elección del material, las características no son las adecuadas para la función que debe realizar.
- Técnica constructiva inadecuada, tiene que ver con la función constructiva, si se somete el material a esfuerzos superiores a los que soporta provoca lesiones.
- Diseño defectuoso del elemento constructivo, no cuenta con la forma o dimensión necesaria.
- Incompatibilidad de materiales, falta de estudio y diseño de los encuentros y juntas de los materiales y elementos, ya que las propiedades y características de los materiales pueden provocar reacciones al entrar en contacto.

Los fallos de ejecución se producen durante la construcción del edificio, en general se debe a falta de cumplimiento de las condiciones técnicas y las especificaciones del proyecto o de las normas que se consideran como buenas prácticas. Dentro de este tipo de errores podemos encontrar: mal curado de morteros, alicatado de paramentos exteriores sin juntas de retracción, uso de

morteros muy ricos en revocos, etc.

LESIONES DEL MATERIAL Y MANTENIMIENTO

Como ya se revisó anteriormente las lesiones del material corresponden a defectos en la fabricación de los materiales, al incumplimiento de las características necesarias (físico-químicas-mecánicas) para la misión constructiva, por ejemplo en los ladrillos las cantidades elevadas de sales pueden originar el proceso patológico tras la aparición de una causa directa.

Respecto al mantenimiento algunos materiales, unidades o elementos necesitan un mantenimiento periódico el cual evita que el uso del inmueble afecte su durabilidad, por ejemplo los ensuciamientos de fachadas se presentan habitualmente por ausencia de limpiezas periódicas.

El uso que se le entrega al inmueble también es un factor determinante, ya que si se le entrega un uso para el cual no fue proyectado y diseñado, puede manifestar fallos estructurales o afectar la durabilidad de los materiales.

3.2 PATOLOGÍAS DE LOS ENTRAMADOS DE MADERA

Como fue analizado en el capítulo anterior y como señalan López et al. (2004), es necesario considerar ciertos aspectos de la madera que influyen en la aparición de las patologías como son los componentes básicos de ésta, los anillos de crecimiento junto con la albura y duramen, su humedad y temperatura.

Hernández (2019), explica que las patologías que presenta la madera son producidas por la descomposición de las fibras del material, debido a la humedad, cambios bruscos de temperatura, hongos, bacterias, insectos u otros factores. Por otra parte Lasheras (2009), asegura que los problemas patológicos de las estructuras de madera en su mayoría se deben a deficiencias a nivel material y dentro de las lesiones más frecuentes que presentan los elementos de madera se encuentran: deformaciones –dislocaciones, flexiones y revirados– e infecciones o pudriciones de organismos, además agrega que la causa frecuente de aquellas lesiones es la humedad que provoca fallos de resistencia y rigidez de las estructuras.

Es importante señalar que la madera contiene entre un 10 y 20 % de humedad según Broto (2006), pero no es considerado como un material húmedo y para que exista pudrición la humedad debe ser superior a 25%. López et al. (2004), agrega que cuando la humedad de la madera llega al 22% es considerada como madera comercialmente seca, además si esta es secada al aire el grado de humedad se encontrará entre 13%-17%, pero si se desea reducir aquel porcentaje se procede a secados artificiales que logran un porcentaje de humedad de un 8%, los autores exponen una tabla con los contenidos de humedad más convenientes en las maderas de construcción (Ver tabla 20). Hernández (2019), resume las principales características que debe tener la madera estructural empleada en construcción (Ver fig. 130), así como los puntos a considerar para tener un buen diseño en este material y que sea durable (Ver fig. 131).

Los agentes patológicos según explica Broto (2006), pueden aparecer durante la tala del árbol, durante el arrumaje, en el transporte o en la puesta en obra y es así como se dividen en dos grupos las causas, en base al momento en que aparecen: causas congénitas y causas adquiridas, es decir, antes de que la madera sea puesta en obra o cuando esta se encuentra realizando su función en la obra (Ver fig. 132).

Las causas congénitas son exclusivas del material y derivan de su composición físico-química, son patologías independientes de la función que cumple la madera en la obra, son causas directas y están relacionadas con los procesos de plantación, extracción y manipulación del material. Mientras que las causas adquiridas son todas aquellas amenazas que afectan a la madera luego de que esta se utiliza en la obra y cumple su función, se subdividen en dos grupos tradicionalmente, ya que la madera es un material sensible a ciertos agentes destructores –como el fuego y la humedad– clasificando los agentes de alteración o acciones destructoras en: agentes abióticos o fisicoquímicos y agentes bióticos o biológicos (Broto, 2006; Lasheras, 2009).

Situación	Grado de humedad
Para maderas al exterior	del 13% al 22%
Maderas al exterior protegidas bajo techo...	del 13% al 18%
Maderas al interior	del 10% al 15%
Maderas en locales con calefacción	del 8% al 10%

Tabla 20
Contenidos de humedad convenientes en maderas de construcción.
Fuente: López et al., 2004, p.130.

Figura 130
Izq. principales características de la madera estructural para construcción.
Fuente: Hernández, 2019, p. 147.

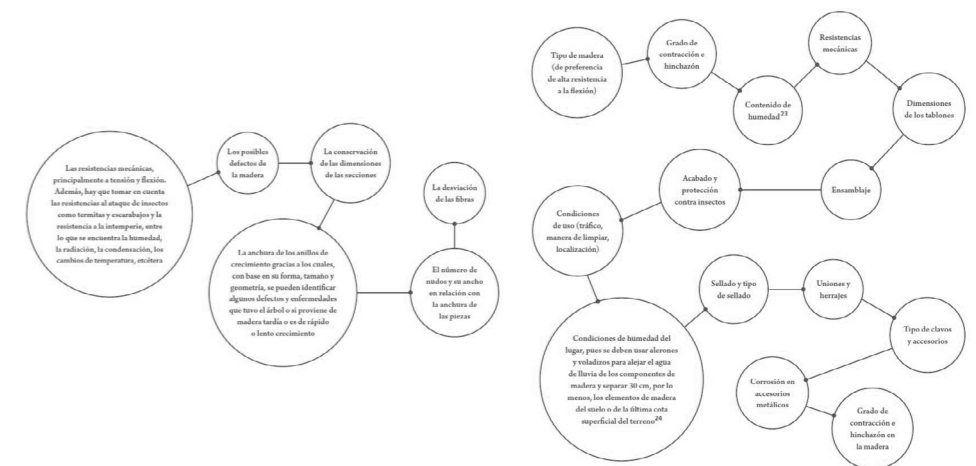


Figura 131
Der. variables para un buen diseño, durable con madera estructural.
Fuente: Hernández, 2019, p. 148.

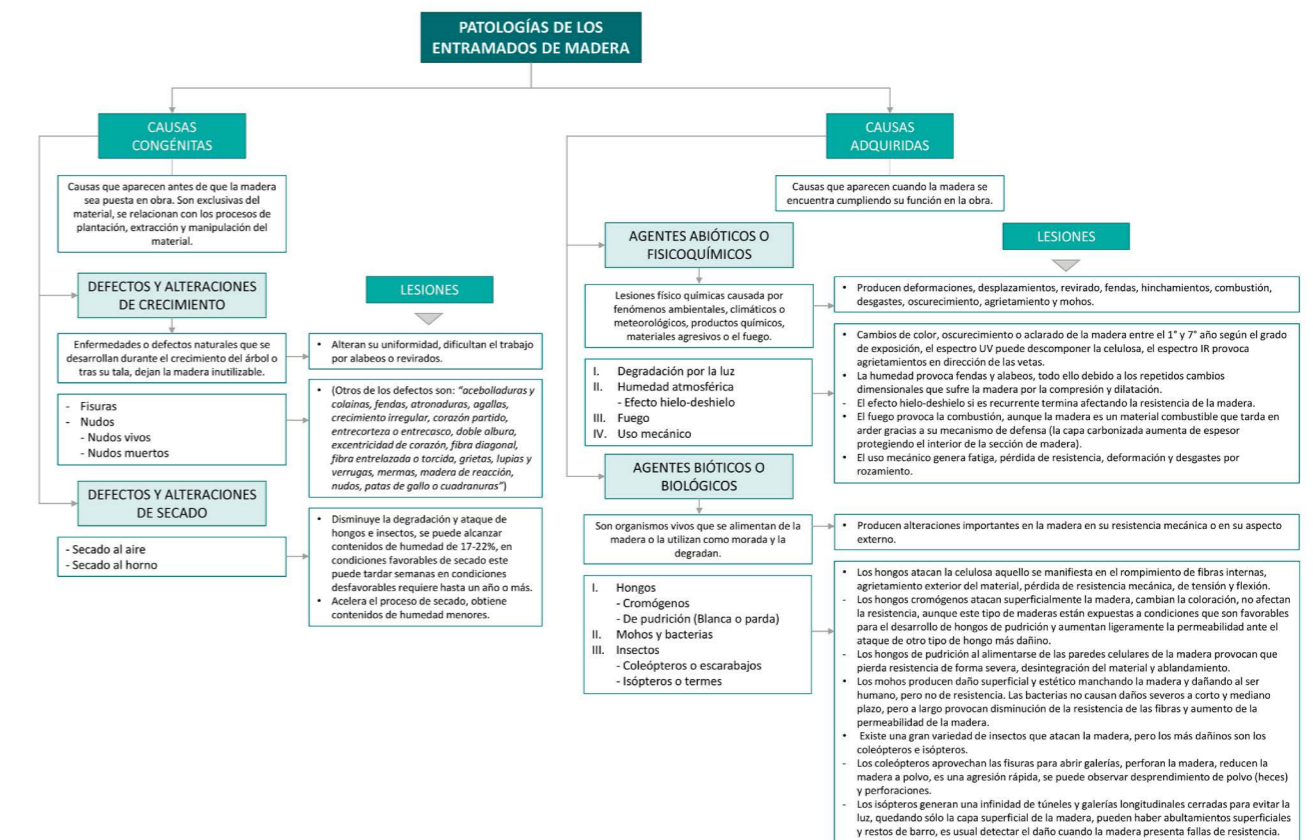


Figura 132
Esquema general de las principales patologías de los entramados de madera.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

CAUSAS CONGÉNITAS

Defectos y alteraciones de crecimiento

Broto (2006), describe las características que debe presentar una madera para que ésta sea considerada “buena”, estas son: fibras rectas y uniformes, anillos anuales regulares, que sea fresca, su superficie sedosa al tacto al ser cortada longitudinalmente, ausencia de fendas¹⁷, vacíos o manchas. Si la madera presenta características opuestas a las mencionadas puede ser debido a enfermedades o defectos naturales, que se pueden desarrollar durante el crecimiento del árbol o pueden surgir tras su tala, defectos que llevan a que la madera quede inutilizada.

Los defecto de crecimiento alteran la uniformidad de la madera y son producidos por el ambiente natural en el que crece el árbol, además de dificultar el trabajo por alabeos y revirados que pueden presentar, dentro de los defectos más relevantes que puede manifestar la madera están: acebolladuras y colainas¹⁸, fendas, atronaduras¹⁹, agallas²⁰, crecimiento irregular²¹, corazón partido²², entrecorteza o entrecasco²³, doble albura²⁴, excentricidad de corazón²⁵, fibra diagonal²⁶, fibra entrelazada o torcida²⁷, grietas²⁸, lupias y verrugas²⁹, mermas³⁰, madera de reacción³¹, nudos³², patas de gallo o cuadraduras³³.

- Las fisuras constituyen un defecto importante, estas pueden aparecer durante el secado o estar presentes en el árbol, pueden existir grietas longitudinales de consideración que surgen debido al incremento de volumen de agua que penetra por las hendiduras, el envejecimiento o la desaparición del corazón o médula.

- Los nudos en tanto como se definió anteriormente son partes de ramas que se insertan en el tronco por el crecimiento del árbol, estos nudos son más duros que la madera que los envuelve, nudos vivos se denominan a aquellos que están en las fibras de una rama viva que posee continuidad con el tronco, mientras que un nudo muerto se denomina a aquellos en donde la rama está muerta o cortada, los nudos muertos no presentan problema mientras los tejidos no estén alterados (Broto, 2006).

Broto (2006), explica que al momento de utilizar la madera si esta presenta uno que otro defecto como por ejemplo nudos muertos o bolsas de resinas, es posible vaciarlos y rellenar con tacos de madera las irregularidades, pero si estos defectos son muy numerosos es mejor darle otro uso a la madera. Algunos países no aceptan que existan nudos en las maderas utilizadas para exterior o interior a la vista, señalando que no deben tener más de 16 mm de diámetro.

Defectos y alteraciones de secado

La parte del secado de la madera es un etapa importante puesto que si pierde agua con demasiada rapidez los extremos exteriores de la madera se terminan retorciendo, también es fundamental saber si será utilizada en un ambiente húmedo en donde no se requiere invertir demasiado en el secado, como ya se ha mencionado existen dos tipos de secados según Broto (2006), estos son:

- Secado al aire: corresponde al apilamiento de la madera, en un lugar protegido de la lluvia y la humedad del terreno, permitiendo que el aire circule por las piezas. Este tipo de secado disminuye la degradación y ataques de hongos e insectos y los contenidos de humedad que se pueden alcanzar son de 17-22%, si las condiciones climáticas son favorables se pueden tardar semanas el secado al aire, pero si son desfavorables puede necesitar de un año o más.

- Secado al horno: se realiza para acelerar el proceso y obtener contenidos de humedad menores, para ello se emplean hornos en los que se introduce la madera a corrientes de aire caliente que van decreciendo para evitar revirados.

Según Broto (2006):

17. Las fendas corresponde a aquellas grietas longitudinales que se abren en dirección de las fibras.

18. Son aberturas curvilíneas entre los anillos de crecimiento en la sección perpendicular del tronco.

19. Son fendas de heladas en dirección radial que se abren hacia el exterior, pero pueden quedar recubiertas con el crecimiento.

20. Corresponden a bolsas de resina, se presentan con frecuencia en pinos, se sitúan entre la madera tardía y la temprana de dos anillos anuales sucesivos, este defecto es usual en piezas que son colocadas verdes o húmedas.

21. Se produce al hallarse en terrenos o posiciones inadecuadas, provoca excentricidad, exceso de fibras u otros defectos.

22. De tipo estrellado o abierto, son grietas radiales que afectan el corazón y la albura debido a desecación.

23. Es la inclusión de corteza en el tronco del árbol debido a que se unen ramas durante el crecimiento.

24. Cuando la capa de albura aparece dentro del duramen, debido a periodos de intensos fríos que impiden su transformación en duramen.

25. Corresponde a crecimiento radial no uniforme, que provoca diferentes anchos en los anillos anuales.

26. Defecto en el labrado debido a una dirección longitudinal de corte desviada de la fibra.

27. Trenzado irregular de las fibras, crecen de forma helicoidal, favorece el alabeo.

28. Aberturas de tipo curvilíneas o acebolladuras, radiales o mermas, longitudinales, fendas o estrelladas, surgen por defectos de secado, cambios de humedad y congelación de fluidos de la albura, reducen la durabilidad de la madera.

29. Protuberancias del tronco por reacción a agresiones de virus, bacterias o insectos. Las lupias son con forma de globo y las verrugas son irregulares.

30. Grietas que aparecen en sentido radial, causada por desecación.

31. Son diferencias sectoriales y estructurales que provoca el crecimiento heterogéneo del tronco, debido a esfuerzos permanentes como vientos dominantes o crecimiento en ladera.

32. Discontinuidad estructural de la madera debido a la inclusión gradual de bases y troncos de las ramas al crecer el árbol, se manifiestan como desviaciones de las fibras o anillos de crecimiento alrededor, se deben evitar los nudos sueltos, ya que reducen la escuadría útil de la pieza, distorsionan la dirección de las fibras y dificultan el trabajo, lijado y pintado.

33. Conjunto de grietas radiales que parten el corazón o médula hacia la corteza.

CAUSAS ADQUIRIDAS

Agentes abióticos o fisicoquímicos.

Son lesiones de tipo físico y/o químicas que son causadas por fenómenos ambientales, climáticos o meteorológicos como la radiación solar, la humedad ambiental, la lluvia, el viento, las heladas, el contacto con productos químicos, materiales agresivos o el fuego. Este tipo de alteraciones producen deformaciones, desplazamientos revirados, fendas, hinchamientos, o la combustión del material, dentro de los agentes abióticos destacan: el fuego, la humedad ambiente, la lluvia y la radiación solar (Broto, 2006; Lasheras, 2001; Lasheras 2009).

Los cambios de tº, la radiación, el congelamiento-descongelamiento, la lluvia, la lluvia ácida, el dióxido de carbono, pueden generar deterioros superficiales como contracciones, desgaste y elongación de las fibras de las maderas, por ello, Hernández (2019), asevera que estos agentes pueden acelerar el daño y degradación del material, aunque la madera corresponde a un material estable que se puede desgastar entre 6 a 12 mm por siglo.

De la igual forma explica que el primer signo de deterioro debido a efectos ambientales se presenta como oscurecimiento del material, agrietamientos u mohos, es por ello que recalcan la necesidad de protección del material ante el clima para frenar los signos de degradación. A continuación se detallan los principales agentes abióticos que atacan este material:

I. Degradación por la luz

Respecto de la degradación producida por la luz CORMA (2008), señala que ésta es lenta y no aumenta con el transcurso del tiempo, los primeros milímetros afectados de la madera funcionan como protección del resto del material –son más afectadas las zonas de primavera que las de otoño, deteriorándose más la albura que el duramen–, además es el espectro de luz ultravioleta el que puede descomponer la celulosa de la madera. La degradación producida por la luz se puede observar entre el primer y séptimo año, debido a que la madera cambia de color –oscurecimiento o aclarado– en base al grado de exposición. La rapidez de este tipo de degradación se puede ver alterado si se combina con el deslavado producido por la lluvia, debido a que es arrastrada la celulosa descompuesta de la superficie, aquello produce la “madera meteorizada”³⁴.

La forma en cómo afecta el espectro infrarrojo es al calentar la madera –sobre todo si hay mucha exposición al sol y mientras más oscura es la madera–, el calor produce el secado y merma de la madera que provocan agrietamientos en dirección de las vetas por donde ingresa la humedad que favorece los hongos (CORMA, 2008).

Por lo tanto, tal como describen López et al. (2004), los rayos infrarrojos y ultravioletas actúan sobre la madera y provocan que ésta cambie su color de marrón a gris, junto con producir fendas –grietas que produce el secado diferencial, que siguen la dirección longitudinal de las fibras y reducen la capacidad de resistencia– (Ver fig. 133).

II. Humedad atmosférica

CORMA (2008) y Broto (2006), coinciden en señalar que la madera es un material higroscópico, aquello le permite captar humedad del aire y el deterioro se produce debido a repetidos cambios de dimensiones en las capas superficiales expuestas a la intemperie (Ver fig. 134), ya que aquella absorción de agua en las superficies produce que la madera se hinche en climas húmedos-lluviosos y se contraiga en climas secos. Por lo tanto, el daño se concentra en las capas externas de la madera, que debido a la compresión y dilatación

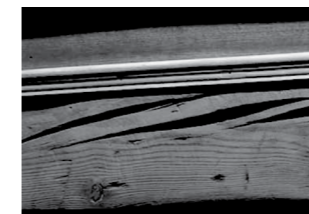


Figura 133
Sup. fendas en zig-zag de una cubierta, inf. fenda en una viga.
Fuente: Lasheras, 2009, p. 799. López et al., 2004, p.134.

34. La madera meteorizada es aquella expuesta a la intemperie que sufre desintegración o decoloración de la superficie debido a los agentes atmosféricos, esta se torna de un tono gris resultado de la erosión de los rayos UV, el viento, la lluvia, los agentes contaminantes y la humedad, si la madera no es tratada el proceso de meteorización elimina app 6 mm de la madera por siglo.

por la humedad termina desintegrando mecánicamente las capas superficiales de la madera. López et al. (2004), señala que la absorción de la humedad en las piezas de madera se manifiesta visiblemente en lesiones como fendas y alabeos.

La humedad máxima según Broto (2006), que puede absorber en forma de vapor la madera es denominado punto de saturación de la fibras (PSF) y se encuentra entre el 22-35% dependiendo de la especie y zona. Mientras mayor es la humedad mayor será el peso, la deformabilidad de las piezas, la dificultad de corte, aserrado, lijado, la dureza y la resistencia mecánica es menor.

Por otra parte Hernández (2019), señala que los agentes químicos y contaminantes como el dióxido de carbono, ácidos, metales pesados, cloruros, la brisa marina y el aire contaminado proveniente de industrias producen poco deterioro del material a diferencia de la humedad, aquello se debe a que el material no se corroe sólo sufre desgaste superficial.

- Efecto hielo-deshielo: se produce al ingresar la humedad a las cavidades celulares de la madera, humedad que se solidifica y aumenta su volumen, junto con el de las fibras del material que se encuentran en estado verde, aquello produce destrucción de las células de la superficie y al ser recurrente termina afectando la resistencia del material.

III. Fuego

Como señala Hernández (2019), el fuego es un factor relevante de deterioro de la madera, el riesgo que corren este tipo de construcciones ante estos siniestros originados principalmente por fallas en instalaciones eléctricas, tormentas eléctricas, sismos, descuidos humanos, etc. Cabe mencionar que la madera es un material parcialmente resistente al fuego, pero aquello depende de ciertas variables como: contar con protectores, un buen diseño, su humedad contenida, el tipo de madera empleada, el grado de temperatura y el tamaño de las secciones. CORMA (2008), explica que la reacción de las maderas a este agente destructor depende de tres factores: del espesor de la pieza de madera, del contenido de agua que posee y de la densidad de la madera que está relacionado con la especie de ésta.

Al ser los compuestos de la madera principalmente celulosa y lignina ambos materiales contienen una alta cantidad de carbono junto con oxígeno e hidrógeno, por lo tanto la madera tiene cerca de un 48% de carbono, aquello lo convierte en un material combustible que tarda en arder, esto debido a que cuando se comienza a quemar la madera desarrolla un mecanismo de defensa automático que corresponde a una capa carbonizada que aumenta de espesor protegiendo el interior de la sección de las piezas de madera (CORMA, 2008; López et al., 2004).

La temperatura de inflamabilidad de la madera con circunstancias favorables es a los 275°C, el tiempo que es calentada es el factor determinante, bajo los 100°C se libera solo vapor de agua de la madera, de 100°C-275°C se desprenden gases CO₂ incombustible, CO combustible y piroleñosos, sobre los 350°C no se liberan tantos gases pero todos son combustibles, sobre los 450°C los gases desprendidos son hidrógenos y carburos, además de residuos sólidos de carbón de madera (Ver fig. 135). La temperatura mínima para continuar la combustión de la madera es entre los 400°C-500°C, en cuanto a tiempo este material requiere alcanzar temperaturas de 200°C para que arda a partir de los 2 min, en cambio si alcanza los 400°C arde a razón de 30 segundos (Hernández, 2019; CORMA, 2008; López et al., 2004). Por su parte Broto (2006), asevera que la velocidad de combustión de la madera es de 4 a 5 cm/hora.

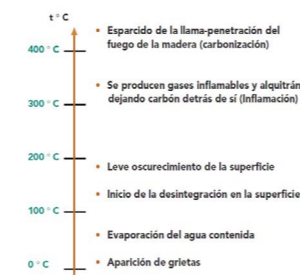


Figura 134
Viga de pino oregón, dañada por la humedad, Valparaíso, V región.
Fuente: INIA, 2004, p.16.

Figura 135
Esquema gráfico del comportamiento de la madera frente al fuego.
Fuente: CORMA, 2008, p. 64.

Los retardadores se emplean en interiores generalmente y no todos sirven para exterior, estos mediante acciones físicas y químicas logran retardar el fuego según Hernández (2019), las sustancias retardantes más comunes solubles en agua son: "fosfatos de amonio y boratos de sodio", mientras que en pinturas con base de aceite se encuentran: "sulfato de amonio, cloruro de zinc, fosfato de monoamonio, fosfato de biamonio, ácido bórico y tetraborato de sodio, parafinas clorinadas, alquídicas más trióxidos de antimonio "

IV. Uso mecánico

La fatiga, pérdida de resistencia, deformación y desgaste por rozamiento son algunas de las lesiones que produce el uso mecánico de las estructuras de madera. Lasheras (2009), señala que las estructuras de madera a pesar de tener un comportamiento dúctil y noble, presentan ciertos problemas típicos como: aplastamientos transversales en los elementos comprimidos en dirección perpendicular a las fibras provocando grietas importantes de corte en los revestimientos; la deformabilidad global y falta de rigidez estructural debido a la articulación de los nudos estructurales provocan grietas irrelevantes, pero que pueden desencadenar otras que no sean tan irrelevantes; las deformaciones propias por los años de vida del edificio aquello implica que las paredes y los suelos pierdan un poco la verticalidad y horizontalidad, aquello complica las reparaciones debido a la necesidad de ajustar la geometría de los elementos de refuerzos o de sustitución a los elementos conservados del inmueble. En los forjados de pisos se producen deformaciones diferenciales de viguetas por diferencias de cargas o deformaciones plásticas de las viguetas por la fluencia natural de la madera.

Agentes bióticos o biológicos.

Son organismos vivos que se alimentan de la madera o la utilizan como morada, degradándola, según Broto (2006) y Lasheras (2001), se denominan xilófagos, aunque pueden ser organismos como bacterias, hongos, roedores, insectos, moluscos, crustáceos, diversas especies que pueden deteriorar la madera, se habla de pudriciones cuando el ataque lo generan hongos y de infección al ser atacada por insectos.

Según CORMA (2008), se requieren ciertas condiciones para que este tipo de agentes biológicos logren desarrollarse y subsistir estos son: una fuente de material alimenticio para la nutrición, la temperatura para que se desarrollen debe ser entre 3°-50°C, la temperatura óptima sería alrededor de los 37°C, la humedad también debe estar entre 20-140% para que la madera sea susceptible al ataque de hongos, bajo el 20% los hongos no pueden desarrollarse y sobre los 140% de humedad no hay suficiente oxígeno para que vivan los organismos, por último, es necesario una fuente de oxígeno suficiente para que permita la subsistencia de los microorganismos.

Los mismos autores señalan que este tipo de agentes biológicos pueden producir alteraciones importantes en la madera como en su resistencia mecánica y en su aspecto externo. El ataque de estos organismos biológicos según Hernández (2019), depende en parte de la especie de madera que se utiliza, puesto que existen especies duras y resistentes a degradaciones, mientras que las maderas blandas como pinos y cedros son más susceptibles a deterioros. A continuación se describen los agentes bióticos que afectan a la madera:

I. Hongos

Hernández (2019), explica que los hongos son una especie de microorganismos (Ver fig. 136) que no contienen clorofila por lo tanto no crean su propio alimento, estos crecen en materiales orgánicos o descompuestos, se reproducen y propagan mediante esporas microscópicas, aquellas esporas son las encargadas de secretar enzimas que afectan la celulosa de la madera la cuál se



Figura 136
Hifas y micelios³⁵ de un hongo sobre la superficie de una viga de madera.
Fuente: Lasheras, 2009, p. 802.

35. Las hifas son filamentos ramificados o no, tienen un tamaño microscópico, las hifas al reunirse con otros filamentos forman el cuerpo vegetativo del hongo que corresponde al micelio, aparato que sirve para que el hongo se nutra, por lo tanto ambos constituyen parte de los hongos a escala microscópica.

reblandece y debilita. Cuando es atacada la celulosa el deterioro del material se manifiesta con el rompimiento de la fibras internas y agrietamiento exterior del material, aquello hace que se pierda resistencia mecánica, de tensión y flexión por parte de los elementos.

El desarrollo óptimo de estos microorganismos se encuentra a una temperatura de 20 a 35°C y con una humedad del entre 35-50% o más, los hongos no prosperan en maderas o ambientes secos así como en aquellas que se encuentran sumergidas. La ventilación, la sequedad en el ambiente y luz solar con presencia de radiación UV –que tiene un efecto fungicida– retrasan el crecimiento de estos organismos (Hernández, 2019; López et al., 2004; Broto, 2006).

Para prevenir la aparición de estos xilófagos Hernández (2019), recomienda elegir maderas duras que estén debidamente secadas, sin defectos, sin nudos, con porcentajes de humedad bajo el 30% o de no ser posible maderas blandas, coníferas con tratamientos previos, con aplicación de apropiados selladores –pintura o barniz– resistentes a la humedad, además señala que se debe tener buena ventilación para evitar la reproducción y temperaturas medias no superiores a los 22,5°C.

Todos los autores concuerdan en que los hongos que atacan la madera –xilófagos– se clasifican en dos tipos: cromógenos y de pudrición, descritos a continuación.

i. Hongos cromógenos.

Los hongos cromógenos se alimentan de las células vivas de la madera, específicamente de reservas en las células de la albura, atacan superficialmente a la madera, cambian la coloración de esta alterando su aspecto externo, los más frecuentes se conocen como “azulado”, debido a que la madera se torna azulada (Ver fig. 137). Los hongos cromógenos no afectan la resistencia de la madera, puesto que no se altera la pared celular, pero las maderas que tienen aquella coloración azulada dejan de manifiesto que son maderas que han estado expuestas a condiciones favorables para el desarrollo de hongos de pudrición, los cuales no son visibles aún, pero es probable que hayan atacado el material en alguna medida (CORMA, 2008; López et al., 2004; Broto, 2006).

Una madera con azulado según López et al. (2004), se puede utilizar como elemento resistente, pero si es ocupada como elemento decorativo o acabado, es mejor descartarla debido a que la reacción entre el barniz y el hongo produce ampollas en la superficie. Broto (2006), señala que las maderas coníferas resultan ser las más susceptibles a este tipo de hongos, el daño que producen además de la coloración es que aumentan ligeramente la permeabilidad y aquello permite que ataquen otro tipo de hongos más dañinos.

ii. Hongos de pudrición.

Los hongos de pudrición destruyen los componentes básicos que conforman la madera, se alimentan de las paredes celulares y la madera pierde resistencia de forma severa impidiendo que se apliquen productos debido a que el material se desintegra fácilmente (CORMA, 2008; López et al., 2004).

Lasheras (2001), describe los síntomas principales que presenta la madera ante la pudrición por hongos estos son: pérdida de resistencia, ablandamiento y desintegración de la madera (Ver fig. 138).

El ataque por pudrición se clasifica en los siguientes dos tipos:

- **Pudrición blanca o fibrosa**, cuando es causada por hongos que se alimentan de la lignina y tras el ataque dejan la celulosa blan-

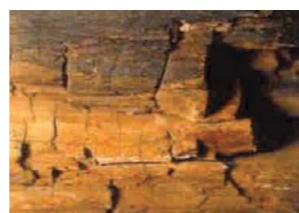


Figura 137
Piezas de madera machihembrada de pino radiata, atacada por hongos cromógenos.
Fuente: CORMA, 2008, p. 60.

Figura 138
Piezas de madera atacadas por hongos de pudrición.
Fuente: CORMA, 2008, p. 61.

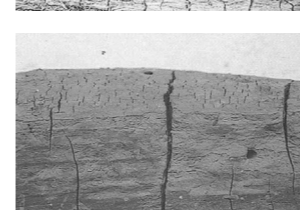


Figura 139
Sup. madera atacada por pudrición parda húmeda y inf. madera atacada por pudrición parda seca.
Fuente: Lasheras, 2001, p. 267.

quecina, con este tipo de pudrición la madera se rompe en fibras. Las maderas frondosas son más atacables que las coníferas, debido a su mayor cantidad de lignina (CORMA, 2008; Broto, 2006).

- **Pudrición parda o cúbica**, la causan los hongos que se alimentan de la celulosa y dejan la lignina, se caracterizan en que la madera adquiere un color pardo oscuro, la madera se agrieta en forma longitudinal, transversal y en su tercera dimensión, desprendiéndose o desgranándose en cubos (Ver fig. 139). Este tipo de pudriciones son frecuentes en las coníferas por su mayor proporción de celulosa y en muebles antiguos en donde la madera se encuentra en condiciones húmedas que facilitan la aparición de estas pudriciones (CORMA, 2008; López et al., 2004; Broto, 2006).

Broto (2006), señala que los morteros de cal o cemento en contacto con la madera y en condiciones de permanente humedad degradan la lignina y producen deterioro similar a la pudrición blanca.

También existen casos especiales según Broto (2006), como la pudrición seca en donde los hongos atacan a la madera seca, ya que los hongos tienen la capacidad de transportar el agua por “cordones miceliales”³⁶ hasta la madera, esta patología es dañina ya que puede atravesar paredes y atacar maderas protegidas.

La pudrición blanda se da en maderas que están sometidas a condiciones particulares como humedad extrema, falta de luz y ventilación, se presenta en ambientes saturados de humedad como sótanos, que tienen contacto con el terreno o agua, la patología se visibiliza en la madera cuando el ataque es demasiado desarrollado e irreversible y provoca reblandecimiento de la superficie e interior de la madera. Al secarse la madera se pueden producir quiebres, fendas y fisuras por la inexistencia de la pared celular –fuente de alimento del hongo–, las coníferas suelen ser más resistentes que otras maderas ante este ataque, pero incluso las maderas tratadas con fungicidas se pueden ver afectadas (Broto, 2006; Lasheras, 2001).

II. Mohos y bacterias

Respecto a los mohos según CORMA (2008), estos son hongos con apariencias de algodón fino, la dimensión que abarca la lesión depende de la temperatura y de la abundante humedad. Hernández (2019), agrega que el moho requiere un medio con carbohidratos y ataca a maderas claras principalmente. Ambos autores concuerdan en que esta patología no disminuye ni causa daños a la resistencia de la madera, el daño que produce es superficial y estético al manchar la madera y puede dañar al ser humano que inhala las esporas.

Como tratamiento CORMA (2008) y Hernández (2019), mencionan se que puede utilizar químicos, ventilación y en maderas blandas se elimina al cepillar la pieza, en tanto en las maderas duras las manchas penetran debajo de la superficie por lo que no es tan simple su limpieza, además se señala que si no es eliminado oportunamente la madera es propensa a ser atacada por hongos de pudrición.

Por otra parte las bacterias según Hernández (2019), no causan daños severos a corto y mediano plazo, pero a largo plazo explica el autor que provocan una disminución proporcional de las resistencias de las fibras y la saturación de humedad interior, aquello aumenta la permeabilidad de la madera y con ello los daños que pueden atacar al material, este tipo de lesión se manifiesta en maderas con alto grado de humedad o en maderas que han sido cortadas y están en contacto con el suelo, agua o lluvia.

36. Los cordones tienen un aspecto similar a la raíces de las plantas, son capaces de conducir nutrientes a largas distancias, permitiendo que los hongos de la madera crezcan. Algunos son capaces de penetrar los materiales.

III. Insectos

Hay numerosos insectos que destruyen y atacan la madera, utilizándola como morada para reproducirse, vivir y alimentarse de los componentes de la madera como la celulosa, este daño es producido por larvas, orugas o adultos que abren galerías en la madera para obtener alimento y protección (CORMA, 2008).

Existen tres tipos de insectos que tienen relación con las patologías de la madera según Lasheras (2001), estos son:

- Xilófagos “se alimentan de las sustancias nutritivas de la madera. Unos lo hacen del duramen y otros de la albura y algunas especies indistintamente. Las especies más peligrosas son las que se reproducen y continúan el ataque posteriormente a la colocación de la madera en obra y en sucesivas generaciones.” (Lasheras, 2001, p.267)
- Parásitos “viven a costa de las larvas de los anteriores aunque algunas especies parasitan a los adultos. Nos pueden servir de indicadores de la localización exacta de la plaga.” (Lasheras, 2001, p.267)
- Moradores “viven en la madera, normalmente en descomposición, pero no se alimentan de ella, aunque pueden causar algunos destrozos al construir sus nidos.” (Lasheras, 2001, p.267)

Para identificar la especie de insecto que ataca la madera Lasheras (2001) y Broto (2006), coinciden en que existen tres formas:

1. Fijarse en el aspecto externo e interno de la madera atacada.
2. Identificar las larvas y/o pupas encontradas (si el ataque se encuentra activo se busca dentro de la madera, estas se encuentran con facilidad es necesario recoger varias y conservarlas).
3. Identificar insectos adultos (según la etapa en la que se encuentre el ataque, al igual que de las condiciones climáticas, es posible encontrar restos de individuos adultos atrapados en las galerías, lo cual sirve para identificar correctamente el insecto).

Como se señaló hay una gran variedad de insectos xilófagos que atacan la madera, pero los más dañinos e importantes son según Lasheras (2001) y Lasheras (2009), los termites y los coleópteros, aunque cada especie de insectos requiere de condiciones ambientales específicas, las infecciones por xilófagos se desarrollan en ambientes con humedades en la madera y temperaturas altas –humedad del 15% y temperaturas 15-30°C–, a continuación se detallarán los dos grupos más agresivos de insectos:

- **Coleópteros o escarabajos:** las hembras colocan sus huevos en la madera aprovechando las pequeñas fisuras, en esta especie las larvas viven y se alimentan de la madera abriendo pequeñas galerías con cada bocado que dan, los gusanos crecen y se transforman, a medida que crecen las galerías van aumentando su sección, hasta que llega el momento de madurez en donde tienen su metamorfosis y se convierten en adultos, los cuales salen de la madera para aparearse perforándola. Las larvas tienen preferencia por la madera de primavera y pueden reducir la madera a polvo debido a que ponen un gran número de huevos, además el ciclo vital de los insectos suele llevar pocos meses, por lo tanto esta agresión es bastante rápida. Las heces aparecen en forma de desprendimiento de polvo y la madera presentará perforaciones realizadas por los adultos que salen al exterior. Según la especie de coleóptero es la madera elegida, los restos que dejan, la forma y trazado de las galerías, por ello la anatomía de la larva y del adulto permiten la identificación de la especie. Algunos tipos de familias son: anóbidos o carcomas, bostríquidos o barrenillos, cerambícidos o algaveros o longicornios, curculiónidos o gorgojos y líctidos o polillas de la madera (Ver fig. 140 y 141).

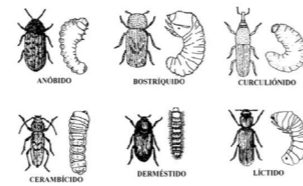


Figura 140
Madera atacada por coleópteros (curculiónidos), tercio inferior de la fotografía galerías y larvas, parte central de la pieza micelios micóticos y parte superior pudrición.
Fuente: Lasheras, 2009, p. 800.

Figura 141
Adultos y larvas de los principales géneros coleópteros xilófagos (sin escala relativa).
Fuente: Lasheras, 2009, p. 807.

Según CORMA (2008), es posible agrupar a los coleópteros en tres grandes tipos en base a sus requerimientos de humedad en la madera, estos son:

1. “Insectos que requieren un contenido de humedad en la madera mayor al 20%, siendo la familia más importante los Cerambícidos, cuyas larvas se alimentan de almidón, azúcares y sustancias albuminoideas de la madera. La mayoría ataca a los árboles en pie y un número reducido de especies invade la madera que se encuentra encastillada, tanto de coníferas como latifoliadas.” (CORMA, 2008, p.61)
2. “Insectos que atacan maderas parcialmente secas (menos del 18 % de humedad), siendo la albura habitualmente la zona afectada. A este grupo pertenecen los Líctidos, que se caracterizan porque las larvas se alimentan del almidón contenido en la pared celular, para lo cual practican galerías de alrededor de 1 mm de diámetro, destruyendo la madera y dejando tras de sí un aserrín muy fino. No atacan a las coníferas, solamente a las latifoliadas.” (CORMA, 2008, p.61)
3. “Insectos que atacan a las maderas secas, tanto coníferas como latifoliadas, y que pertenecen a la familia de los Anóbidos, comúnmente llamados Carcoma, que se alimentan a expensas de la celulosa y lignina. Su tamaño es relativamente pequeño, con una longitud desde 2,5 mm hasta 8,5 mm y practica galerías de unos 2 a 3 mm de diámetro, dejando tras de sí un aserrín un poco menos fino que el de los Líctidos.” (CORMA, 2008, p.61)

La tabla a continuación describe las principales características de las familias y especies más frecuentes en atacar la madera en Chile (Ver tabla 21).

- **Isópteros o termites:** insectos que son reconocidos gracias a su semejanza con las hormigas, son insectos sociales que forman grandes colonias con miles de individuos alrededor de una reina que se dedica a producir huevos, las colonias se caracterizan por cierta estratificación social –reproductoras, soldados, obreras y la reina–, anidan bajo tierra aunque también se han encontrado colonias al interior de gruesos muros de fábrica de tapias o mampostería poco cohesionada, los sitios de anidación pueden estar en zonas lejanas al inmueble y llegan a ellos mediante pequeños túneles y galerías cerradas, tras su falta de quitina no soportan la luz solar, quedando tan sólo la capa superficial de la madera que las protege de la luz mientras que lo restante es perforado por una infinidad de galerías longitudinales, además producen abultamientos superficiales y galerías con restos de barro, material que utilizan para cerrar las galerías y poder pasar por zonas descubiertas. Los termites se alimentan de la celulosa de la madera en el termitero³⁷, los obreros protegidos por los soldados llevan al termitero pequeñas astillas de madera las cuales se degradan y forman una pasta alimenticia para las larvas y

Tabla 21
Resumen de características de las principales familias de coleópteros xilófagos presentes en las maderas en servicio en Chile.
Fuente: INIA, 2004, p.36.

Características	Anobiidae	Lyctidae	Bostrichidae	Curculionidae
Dibujo				
Tamaño del insecto (mm)	3 a 6	2 a 7	3 a 20	3 a 5
Forma del insecto	cilíndrica	aplanada	cilíndrica	cilíndrica, cabeza aguzada
Ubicación de cabeza	bajo el tórax	delante del tórax	bajo el tórax	delante del tórax
Antenas dibujo				
Lugar ovipostura	grietas	grietas y poros	galerías	galerías
Diámetro de orificios de salida (mm)	1 a 2	2	3 a 5	1
Presencia de polvo en galerías	No	Si	Si (compactado)	No

37. Los termiteros corresponden al nido de las termites o “termitas”, el cual construyen en vigas o en el suelo, puede alcanzar grandes alturas. En éste se encuentra la reina a la cual cuidan, es donde nacen las larvas, las crían hasta que se conviertan en soldados, obreros, o futuras reinas.

adultos, atacan principalmente las plantas bajas de los inmuebles debido a la cercanía de estas piezas con los nidos, si se encuentran termes en un segundo nivel es probable que el primero también haya sido atacado por estas (Ver fig. 142, 143 y 144).

INIA (2004) y MINVU (2018), coinciden que en Chile existen 5 especies de isópteros, de las cuales 4 representan daño para las viviendas y muebles estas son: “*Reticulitermes flavipes*, *Cryptotermes brevis*, *Neotermes chilensis* y *Porotermes quadricollis*” (Ver tabla 22), la quinta especie “*Kaloterme gracilignathus*” sólo se encuentra presente en Juan Fernández e Isla de Pascua. Es posible apreciar en la tabla 23 de los cuatro tipos de termitas presentes en el país, sólo tres atacan las maderas en la región de Valparaíso.

Las *Cryptotermes brevis* o termitas de los muebles, las condiciones que favorecen su desarrollo son lugares de alta humedad, temperaturas suaves y cálidas, zonas subtropicales, corresponde a una especie invasora, está presente desde Arica hasta Valparaíso, afectando las construcciones, los muebles y otros productos que contengan madera o celulosa. Las *Neotermes chilensis* o termitas de madera seca (TMS), no necesitan fuente de humedad, se alimentan de árboles nativos, exóticos, frutales, madera de construcciones, estructuras de madera como muebles, el daño es detectable producto de galerías amplias en sentido longitudinal de la madera llenas de fecas, el periodo de vuelo de la especie es entre diciembre y marzo en horas nocturnas, los días de más calor realizan más vuelos, pueden volar hacia construcciones y establecer colonias en maderas secas. Las *Porotermes quadricollis* o termitas de madera húmeda (TMH), atacan maderas que están en proceso de descomposición o pudrición, estas termes infestan maderas con contenido de humedad alto del 30%, las colonias se forman en el interior de la madera, por lo general se refugian en maderas afectadas por hongos y humedad o árboles muertos, se presentan en regiones frías. Las *Reticulitermes flavipes* o termitas subterráneas, el termitero se encuentra al interior del suelo, aunque también se pueden encontrar nidos satélites en las construcciones si existe presencia de humedad, construyen túneles o galerías de protección para pasar del nido a la construcción, atraviesan materiales en donde existan grietas mayores a 1 mm de espesor, esta especie fue detectada en Chile desde los años 80, aunque se estima que se introdujo al país en los años 60 mediante embalajes de madera contaminados provenientes de Estados Unidos, las colonias son de rápido crecimiento, llegando a números altos de individuos –millones–, producen daños importantes en tiempos breves de 3 a 5 años, es la especie más agresiva. Para identificar el ataque de isópteros se deben encontrar tubos de barro, aunque es usual detectar el daño cuando la madera ya presenta fallas en su resistencia (MINVU, 2018; CORMA, 2008).

Otra forma de clasificación según Hernández (2019) y INIA (2004), es en base al daño que causan a las estructuras las termes, dividiéndose en tres grupos según los hábitos de alimentación y la forma de crear sus nidos: “*termitas de madera húmeda*, *termitas de madera seca* y *termitas subterráneas o de subsuelo y humedad*”, las más dañinas son las termes subterráneas, las cuales llegan fácilmente a los pisos y paredes de los inmuebles.

Las termitas de madera seca, sobreviven en condiciones de humedad baja, en maderas del desierto, no realizan conexiones con el suelo ni tienen contacto con fuentes de humedad, son del grupo *Cryptotermes brevis* o *Neotermes chilensis*, en su adaptación a estos climas desarrollaron almohadillas rectales que les permiten absorber agua de sus deposiciones. Por otra parte, las termitas de madera húmeda se encuentran en regiones frías y bosques húmedos, el interior de sus galerías se encuentra cubierto parcialmente de heces, en Chile pertenecen a este grupo las *Porotermes quadricollis*. Tanto

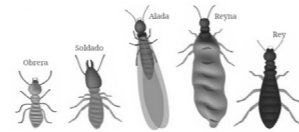


Figura 142
Pie derecho atacado por termes, interior de la pieza vacío, superficie perimetral de la pieza íntegra, debido a que los termes huyen de la luz.
Fuente: Lasheras, 2009, p. 801.

Figura 143
Maderas atacadas por termes. Sup. las galerías presentan restos arenosos o de barro, inf. los pequeños agujeros comunican transversalmente las galerías con otras.
Fuente: Lasheras, 2009, p. 808 y 809.

Figura 144
Tipos de isópteros en base a sus roles³⁸.
Fuente: Maderame, nd. Disponible en: <https://maderame.com/tipos-insectos-madera-tratamientos/termitas/>

38. Las obreras son la clase más numerosa de la colonia superior al 90%, son las trabajadoras. Los soldados tienen el rol de defender la colonia ante ataques (hormigas). Las voladoras o aladas tienen la capacidad reproductiva, dejan el termitero para aparearse y establecen nuevas colonias. La reina y el rey tienen un rol netamente reproductivo en la colonia.

las termitas de madera húmeda como las de madera seca, construyen los nidos en las estructuras de madera, material que también constituye su fuente de alimento, cuando ya fue consumido todo el material disponible, la colonia declina su actividad y se producen los alados para moverse a nuevas fuentes o simplemente mueren. Por último, las termitas subterráneas separan el sitio de alimentación del nido, pero los conectan mediante las galerías subterráneas, este grupo también tiene subdivisiones en base al comportamiento de nidificación, dependiendo si para este utilizan el suelo, maderas en desuso, montículos de suelo y fecas, árboles, etc. (INIA, 2004).

Tabla 22
Tipología de termitas presentes en Chile.
Fuente: MINVU, 2018, p.29.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA GEOGRÁFICA (ENTRE)	HÁBITAT
TERMITA DE LOS MUEBLES	<i>Cryptotermes brevis</i> (Walker) Familia: Kalotermitidae	Arica y Parinacota y Valparaíso	Madera seca bajo 15 % de humedad
TERMITA CHILENA	<i>Neotermes chilensis</i> (Blanchard) Familia: Kalotermitidae	Atacama y O'Higgins	Madera seca
TERMITA DE MADERA HÚMEDA	<i>Porotermes quadricollis</i> (Rambur) Familia: Termopsidae	Valparaíso y Los Lagos	Madera húmeda mayor 30 % de humedad
TERMITA SUBTERRÁNEA	<i>Reticulitermes flavipes</i> (Kollar) Familia: Rhinotermitidae	Valparaíso y O'Higgins	Subterránea

3.3 PATOLOGÍAS EN VALPARAÍSO

Sobre las patologías que afectan a la ciudad de Valparaíso, cabe señalar que a la fecha no se han realizado demasiadas investigaciones científicas sobre el tipo de patologías que presentan los inmuebles patrimoniales en la ciudad.

Señalado aquello una de las pocas investigaciones relacionadas a esta área realizada por Ortiz, Moreno, Ramírez & Olivero (2011), dejó en evidencia una patología que ataca a estos inmuebles como son los hongos de pudrición, tras analizar un total de 15 edificaciones de la zona de conservación histórica con muestras de diferentes especies de madera como: pino oregón, raulí, roble, etc., el estudio microscópico reveló que presentaban pudrición blanda, blanca y café.

Los reportes bibliográficos de estudios similares realizados en otros sitios históricos describen la presencia de hongos de pudrición blanca y café solamente, se cree que es debido a las condiciones climáticas extremas de aquellos lugares, en cambio en Valparaíso la investigación arrojó otros resultados debido a sus condiciones climáticas propias de esta ciudad, tal como es citado a continuación:

“...tomando en consideración las condiciones climáticas de tipo templado cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada de Valparaíso, es imposible pensar en el desarrollo exclusivo de un solo tipo de microorganismos degradadores en las edificaciones bajo estudio, lo cual ha quedado en evidencia.” (Ortiz et al., 2011, p. 85)

Dentro de las conclusiones a las que llegaron los autores es importante mencionar una en la cual se manifiesta el deficiente mantenimiento de los inmuebles y que aquello permitió el desarrollo de estos hongos y los daños asociados tanto en el material, como en la disminución de las propiedades de la madera.

Además de esta patología se ha mencionado en diversos artículos y noticias una de las principales amenazas del patrimonio en madera de Valparaíso por plagas de isópteros, de hecho según MINVU (2018), en la V región se han detectado diversos focos de infestación de termitas subterráneas en las ciudades de Valparaíso, Zapallar, La Ligua, Papudo, Puchuncaví, Quintero, Quillota, Limache, Villa Alemana, Quilpué, Casablanca y Los Andes, desde que fue detectada esta especie de termita en nuestro país en 1986, se ha expandido rápidamente y con la agresividad que la caracteriza, aquello respaldado en estudios que demostraron que *“...al año 2004 en diferentes comunas de la Región de Valparaíso ya existían 56 focos, con alrededor de 5.000 viviendas dañadas.”* (MINVU, 2018, p.33).

Concluyendo que el problema no es la madera, son las condiciones que propicia el ser humano para que proliferen los insectos, la humedad en las edificaciones es el principal enemigo o el utilizar madera al aire libre sin preservantes o protectores, con la lluvia al mojarse la humedad favorece la instalación de los xilófagos, las faltas de mantención adecuadas, las filtraciones de humedad por desagües o cañerías en mal estado, todos aquellos factores influyen en que estos insectos avancen y se transformen en plagas.

En base a lo analizado en el apartado anterior se realizaron tablas resúmenes que identifican las lesiones que presentan tanto los inmuebles de albañilería como los de entramados de madera, detallando ¿cómo se manifiesta la lesión?, ¿qué requiere para aparecer? factores que desencadenan las lesiones,

los posibles orígenes o causas de las lesiones y ¿cómo afecta o que produce en los materiales? (Ver tabla 23 y 24), además de identificar cuáles están presentes en Valparaíso, mostrando registros de aquellas patologías en inmuebles porteños (Ver tabla 25 y 26).

PATOLOGÍAS DE LA ALBAÑILERÍA DE LADRILLO						
TIPO DE ALTERACIÓN	SINTOMATOLOGÍA O LESIÓN GENERAL	ESPECÍFICAMENTE ¿CÓMO SE MANIFIESTA LA LESIÓN ?	FACTORES QUE DESENCADENAN LAS LESIONES / ¿QUÉ REQUIERE PARA APARECER?	POSIBLES ORÍGENES O CAUSAS	¿CÓMO AFECTA O QUÉ PRODUCE?	PRESENTES EN VALPARAÍSO
QUÍMICAS	EFLORESCENCIAS - Eflorescencias (cristalizaciones superficiales) - Criptoflorescencias (se producen al interior de la red porosa)	- Eflorescencias blancas - Eflorescencias amarillentas	Requiere de factores externos (agua que tengan contacto con el material), agua de proceso constructivo, lluvia, vapor de agua, fugas de instalaciones.	Salas provenientes del ladrillo, sales del mortero, sales del terreno, sales de las aguas o vapores marinos, depósitos de carbón, productos de limpieza, residuos industriales u orgánicos.	Genera que deje de ser un material durable y resistente a los agentes atmosféricos.	X
	EROSIÓN QUÍMICA	- Costras (generan exfoliación) - Ampollas - Disgregación (material convertido en arena)	Requiere agentes atacantes, que suelen ser agentes atmosféricos y sales disueltas en agua de capilaridad o filtraciones.	Compuestos químicos presentes en el ambiente (dióxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, cloruros, fluoruros, organismos y microorganismos).	Transformación molecular, modificación de estructura y aspecto del material y pérdida de material como daño más severo.	
	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - Sales o contaminantes de la atmósfera	- Disolución de la cal o carbonato cálcico de los morteros - Costras formadas por depósitos de materias - Depósitos o ensuciamientos (paramentos ennegrecidos).	Contaminantes en el aire (azufre, nitrógeno, óxidos de carbono, cloruros, fluoruros, compuestos volátiles y partículas sólidas). El agente más agresivo es el ácido sulfúrico.	Gases disueltos en el agua lluvia, lluvia ácida.	Daños estéticos o deterioros significativos.	X
	ORGANISMOS - Vegetales - Animales	- Hongos - Liqueños (costras planas o de forma folioso con hojas o escamas) - Musgos (se internan hasta 1 cm en el material, se aprecian en morteros de cal) - Plantas superiores (fisuras y exposición del material) - Pátinas o manchas	Requieren de condiciones ambientales (T°, luz y humedad).	Organismos que utilizan el material para su crecimiento, tienen una alta adaptabilidad, nulo mantenimiento.	Daños estéticos, daños mecánicos-químicos, daños físicos como fisuras o separaciones.	X
FÍSICAS	HUMEDADES - De obra - Capilar - De filtración (lluvia y el viento) - De condensación - Accidental	- Descomposiciones - Disgregaciones - Manchas, olores - Goteras / presencia de agua - Cambios de color - Sales superficiales - Erosiones (cuando se combina la lluvia con el viento)	Agua en cualquiera de sus estados, puede disolver o combinarse con otras sustancias y se puede infiltrar por diversas partes al inmueble.	Falta de protección, nula ventilación, insuficiente tiempo de secado, el acabado impide la evaporación. Agua proveniente del terreno, la acción de la lluvia o viento, condensación del vapor de agua debido al aire acondicionado, roturas o fallas de redes que conducen agua.	Exceso de agua y humedad, focos puntuales de humedad, ambientes perjudiciales para las personas, lesiones más riesgosas.	X
	EROSIONES FÍSICAS	- Desprendimientos - Material pulverizado - Exfoliaciones - Desintegración - Desconchados - Cavidades - Redondeos - Desgastes	Requiere de agentes atmosféricos, que pueden generar el deterioro progresivo o destrucción total, los agentes son: agua, sol, variaciones de T° y el viento.	El agua que desgasta el material golpeando las fachadas o al ser absorbida por el material, ciclos de T° por los que pasan las construcciones y el viento con su acción erosiva y su fuerza de impacto.	El daño continuado puede provocar pérdida de resistencia, aparición de fisuras o roturas, entre otras lesiones.	X
	SUCIEDAD - Ensuciamiento por depósito (superficial o interno) - Ensuciamiento por lavado diferencial	- Depósitos de ensuciamientos (pátinas de suciedad) - Colores pardo, gris o negro - Manchas aisladas (churretones)	La porosidad de la fachada, la alta cantidad de partículas ensuciantes en el ambiente, ciudades con alta contaminación atmosférica.	Partículas contaminantes (aerosoles, polvo atmosférico como polen, semillas, esporas, arena, hollín, ceniza, tráfico rodado, calefacciones, combustión, etc.), la gravedad, el viento, la lluvia o condensación de vapor de agua, mal diseño de la geometría de la fachada (muchos entrantes y salientes o demasiados relieves).	Ensuciamientos en las partes bajas de la fachada y rincones o zonas con menor nivel de exposición, acumulación de partículas adheridas al material, manchas aisladas de suciedad.	X
MECÁNICAS	DEFORMACIONES	- Flechas (flexión de elementos horizontales) - Pandeos (esfuerzos de compresión) - Alabeos (rotaciones de un elemento) - Desplomes (desplazamientos)	Exceso de carga, incremento de esbeltez, fallas en fundaciones, movimientos, asentamientos, desgaste de los materiales, mala calidad de materiales de unión.	Deformaciones producto de cargas verticales excesivas, cargas inclinadas o esfuerzos no contrarrestados, movimientos del terreno por desplazamientos o fallas en la cimentación o inestabilidad del terreno.	Generan otras lesiones mecánicas como fisuras, grietas y desprendimientos en las obras de fábrica.	
	GRIETAS Y FISURAS - Microfisuras - Fisuras (vivas o muertas) - Grietas	- Aberturas o separaciones (microfisuras, fisuras y grietas)	Mal comportamiento del edificios (fallas de proyecto, ejecución, mal uso y conservación), baja adherencia entre los materiales.	Incompatibilidad de materiales utilizados (diferentes respuestas ante exigencias de resistencia y elasticidad), acciones mecánicas, esfuerzos higrotérmicos, deficiencias de proyecto, deficiencias de materiales o ejecución.	Provocan pérdida de integridad y consistencia, problemas estéticos, inseguridad, reducción de resistencia.	X
	EROSIÓN MECÁNICA	- Desgaste del material - Pérdida de material superficial	El uso que realizan los usuarios, la acción de los animales, impactos o roces de objetos y la acción del viento.	Roco continuado, impacto en zonas de paso, vandalismo que lleva a aplicar métodos de limpieza inadecuados, mantenimiento y tratamientos de restauración (limpiezas con medios abrasivos, productos protectores inadecuados), movimientos y acciones de animales, fuerza de impacto del viento.	Lesiones en esquinas y salientes (partes que presentan desgastes) en la planta baja, exposición del sustrato más débil, desgaste superficial del material.	X
	DESPRENDIMIENTOS - Acabados continuos - Acabados anclados o colgados	- Desprendimientos de acabados o revocos - Abombamientos - Estructura de soporte descubierta	Consecuencia de lesiones previas, antigüedad del inmueble, la orientación del inmueble relacionado con el efecto de los agentes atmosféricos y la exposición del edificio.	Esfuerzos rasantes, dilatación de elementos infiltrados, falta de adherencia (aplicación de acabados incorrectos), unión defectuosa del elemento de acabado al anclaje, en el anclaje o en la unión del anclaje al soporte (roto, corrosión, falta de esfuerzo, unión poco profunda).	Deterioro funcional y estético, peligro para usuarios y vehículos, se producen fisuras, pérdida de integridad.	X

Tabla 23
Resumen para identificar lesiones patológicas en inmuebles de albañilería.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

PATOLOGÍAS DE LOS ENTRAMADOS DE MADERA							
TIPO DE ALTERACIÓN	SINTOMATOLOGÍA O LESIÓN GENERAL	ESPECÍFICAMENTE ¿CÓMO SE MANIFIESTA LA LESIÓN ?	FACTORES QUE DESENCADENAN LAS LESIONES / ¿QUÉ REQUIERE PARA APARECER?	POSIBLES ORÍGENES O CAUSAS	¿CÓMO AFECTA O QUÉ PRODUCE?	PRESENTE EN VALPARAÍSO	
CAUSAS CONGÉNITAS	FACTORES DE CRECIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> Fibra retorcida o revirada Madera entrelazada Verrugas y lupias Curvatura del tronco Desviación de fibras Madera de reacción Nudos Fendas Acebolladuras Crecimiento anormal 	<p>Enfermedades o defectos naturales, defectos desarrollados durante el crecimiento o luego de la tala del árbol.</p>	Son producidos por el ambiente natural en el crece el árbol.	Dejan la madera inutilizable, alteran su uniformidad, dificultan el trabajo debido a alabeos y revirados. Si la madera presenta muchos defectos de crecimiento es mejor darle otro uso.		
CAUSAS ADQUIRIDAS	ABIÓTICOS o físicoquímicos	<p>AGENTES CLIMÁTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Degradación por la luz Humedad atmosférica 	<ul style="list-style-type: none"> Decoloraciones Fendas Alabeos Merma de facultades mecánicas Desgastes Envejecimiento Desintegración 	<p>Alta exposición al sol (luz ultravioleta o del espectro infrarrojo), sumado al deslavado por la lluvia.</p> <p>Captación de la humedad del aire o ambiente, debido a su capacidad higroscópica.</p> <p>Otros factores químicos o climáticos contaminantes como: dióxidos de carbono, ácidos, metales pesados, cloruros, brisa marina y aire contaminado de industrias, provocan poco deterioro, sólo desgastes superficiales en la madera.</p>	<p>Exposición a la luz solar, junto con otro factor como la lluvia.</p> <p>El deterioro por humedad se produce por repetidos cambios de dimensiones de las capas superficiales expuestas a la intemperie (se hincha y contrae la madera).</p> <p>La dilatación y contracción de la madera en sus capas externas termina desintegrando mecánicamente las capas superficiales. Si el efecto hielo-deshielo es recurrente provoca reducción de la resistencia.</p>	X	
	FUEGO	<ul style="list-style-type: none"> Carbonización Pérdida de resistencia Pudiendo llegar a la destrucción 	<ul style="list-style-type: none"> Carbonización Pérdida de resistencia Pudiendo llegar a la destrucción 	<p>Alcanzar temperaturas mínimas de 400-500°C para la combustión y carbonización del material. Si la T° alcanza los 200°C arde a partir de los 2 min, si en cambio alcanza los 400°C arde a los 30 segundos.</p>	<p>Fallas en instalaciones, tormentas eléctricas, sismos de grandes magnitudes, descuidos humanos, falta de protectores o retardadores, ausencia de muros cortafuegos, entre otras.</p>	<p>La reacción de la madera ante el fuego depende del espesor de las piezas, del contenido de agua que tienen, de la densidad, de la temperatura y del tiempo de exposición de la madera ante el agente destructor. El fuego provoca desde grietas, desintegración, oscurecimiento de la superficie hasta carbonización del material.</p>	X
	USO MECÁNICO	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga Pérdida de resistencia Deformación Desgaste por rozamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga Pérdida de resistencia Deformación Desgaste por rozamiento 	<p>Las características propias de la madera, como nudos, un factor desencadenante como sismos o la antigüedad de la estructura.</p>	<p>Fuerzas, cargas, compresión de las fibras, grietas previas, reparaciones inadecuadas.</p>	<p>Deformaciones de la estructura global o parcial, falta de rigidez, se pueden desencadenar grietas de importancia, pérdida de verticalidad u horizontalidad.</p>	X
	MOHOS Y BACTERIAS	<ul style="list-style-type: none"> Ligera alteración de propiedades Poco importantes con carácter general 	<ul style="list-style-type: none"> Ligera alteración de propiedades Poco importantes con carácter general 	<p>El moho requiere un medio con carbohidratos, ataca maderas claras y la dimensión de la lesión depende de dos factores la T° y la humedad abundante.</p> <p>Las bacterias se presentan en maderas con alto grado de humedad, maderas que fueron cortadas y están en contacto con el suelo, agua o lluvia.</p>	<p>El moho requiere un medio con carbohidratos, ataca maderas claras y la dimensión de la lesión depende de dos factores la T° y la humedad abundante.</p> <p>Las bacterias no causan daños severos a corto y mediano plazo, pero a largo plazo disminuye la resistencia de las fibras y de la saturación de la humedad interior, aumentando la permeabilidad de la madera.</p>	<p>El moho no causa daños a la resistencia del material, es un daño superficial y estético, produce manchas en la madera y daños al ser humano si se inhalan las esporas. Si no se eliminan y limpian oportunamente la madera es propensa a ser atacada por hongos de pudrición.</p> <p>Las bacterias no causan daños severos a corto y mediano plazo, pero a largo plazo disminuye la resistencia de las fibras y de la saturación de la humedad interior, aumentando la permeabilidad de la madera.</p>	X
	INSECTOS XILÓFAGOS	<ul style="list-style-type: none"> Coleópteros Isópteros 	<ul style="list-style-type: none"> Perforaciones Pérdida de masa Disminución de resistencia Pudiendo llegar a la destrucción total 	<p>Para que los agentes biológicos se desarrollen y subsistan se requieren las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fuente de material alimenticio para su nutrición Temperatura para su desarrollo, el intervalo de T° es de 3° a 50°, siendo el óptimo alrededor de 37°C. Humedad entre el 20% y el 140% para que la madera sea susceptible a ataques por hongos (bajo el 20% el hongo no puede desarrollarse y sobre 140% de humedad no hay suficiente oxígeno para que pueda vivir. Requiere una fuente de oxígeno suficiente para que subsistan los micro-organismos. 	<p>Los coleópteros y isópteros atacan la madera para alimentarse de los componentes de la madera como la celulosa.</p> <p>Los coleópteros aprovechan las fisuras en la madera para colonizar y colocar sus huevos.</p> <p>Los isópteros infestan las piezas para alimentarse de la celulosa de la madera en el termitero, la más dañina es la "termita subterránea", aunque existen variadas especies.</p>	<p>Los coleópteros provocan una agresión rápida debido al tiempo del ciclo vital de los insectos, aparecen desprendimientos de heces en forma de polvo y la madera presenta perforaciones realizadas por los adultos.</p> <p>Los isópteros dejan solamente la capa superficial de la madera como protección de la luz solar, perforan la madera con infinidad de galerías longitudinales, se producen abultamientos superficiales y galerías con restos de barro, material que les permite pasar por zonas descubiertas, atacan desde las plantas bajas principalmente debido a la cercanía con sus nidos bajo tierra o al interior de los muros.</p>	X
	HONGOS CROMÓGENOS (se caracterizan por alimentarse de las células vivas de la madera)	<ul style="list-style-type: none"> Cambios de color Ligera pérdida de resistencia Ligero debilitamiento Predisposición de la madera frente a otros ataques 	<ul style="list-style-type: none"> Cambios de color Ligera pérdida de resistencia Ligero debilitamiento Predisposición de la madera frente a otros ataques 	<p>Los hongos cromógenos producen cambios de coloración, tomando un tono azulado la madera, pero no afecta la resistencia de la madera, ya que no altera la pared celular, las maderas con esa coloración han estado expuestas a condiciones favorables para el desarrollo de hongos de pudrición.</p>	<p>Alimentarse de la pared celular causan una severa pérdida de resistencia, la madera se desintegra fácilmente y se produce ablandamiento.</p> <p>Existen diversos tipos de hongos de pudrición:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pudrición blanca, los hongos se alimentan de la lignina, la celulosa queda blanquecina. Pudrición parda, los hongos se alimentan de la celulosa y lignina, la madera adquiere un color pardo oscuro. Pudrición seca, es cuando los hongos atacan la madera seca, puede atacar maderas protegidas. Pudrición blanda, requiere condiciones como humedad extrema, falta de luz y ventilación, se da en ambientes saturados de humedad, se visibiliza cuando el ataque es irreversible, provoca reblandecimiento e inexistencia de la pared celular. 	<p>El desarrollo óptimo de estos microorganismos es con T° de 20-35°C, humedad entre 35-50% o más, ambientes húmedos, poca ventilación y casi nula presencia de radiación.</p>	X
HONGOS DE PUDRICIÓN (destruyen los componentes básicos de la madera, se alimentan de las paredes celulares)	<ul style="list-style-type: none"> Descomposición de la madera Importante pérdida de peso Importante pérdida de resistencia Variación de características organolépticas 	<ul style="list-style-type: none"> Descomposición de la madera Importante pérdida de peso Importante pérdida de resistencia Variación de características organolépticas 	<p>El desarrollo óptimo de estos microorganismos es con T° de 20-35°C, humedad entre 35-50% o más, ambientes húmedos, poca ventilación y casi nula presencia de radiación.</p>	<p>El desarrollo óptimo de estos microorganismos es con T° de 20-35°C, humedad entre 35-50% o más, ambientes húmedos, poca ventilación y casi nula presencia de radiación.</p>	<p>Alimentarse de la pared celular causan una severa pérdida de resistencia, la madera se desintegra fácilmente y se produce ablandamiento.</p> <p>Existen diversos tipos de hongos de pudrición:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pudrición blanca, los hongos se alimentan de la lignina, la celulosa queda blanquecina. Pudrición parda, los hongos se alimentan de la celulosa y lignina, la madera adquiere un color pardo oscuro. Pudrición seca, es cuando los hongos atacan la madera seca, puede atacar maderas protegidas. Pudrición blanda, requiere condiciones como humedad extrema, falta de luz y ventilación, se da en ambientes saturados de humedad, se visibiliza cuando el ataque es irreversible, provoca reblandecimiento e inexistencia de la pared celular. 	X	

Tabla 24
Resumen para identificar lesiones patológicas en inmuebles de entramados de madera.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

PATOLOGÍAS DE LA ALBAÑILERÍA DE LADRILLO				
TIPO DE ALTERACIÓN	SINTOMATOLOGÍA O LESIÓN GENERAL	ESPECÍFICAMENTE ¿CÓMO SE MANIFIESTA LA LESIÓN ?	PRESENTES EN VALPARAÍSO	FOTOGRAFÍAS
QUÍMICAS	EFORESCENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> Eflorescencias (cristalizaciones superficiales) Criptoflorescencias (se producen al interior de la red porosa) 	X	
	EROSIÓN QUÍMICA	<ul style="list-style-type: none"> Costras (generan exfoliación) Ampollas Disgregación (material convertido en arena) 		
	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	<ul style="list-style-type: none"> Sales o contaminantes de la atmósfera Disolución de la cal o carbonato cálcico de los morteros Costras formadas por depósitos de materias Depósitos o ensuciamientos (paramentos ennegrecidos). 	X	
FÍSICAS	ORGANISMOS	<ul style="list-style-type: none"> Vegetales Animales Hongos Líquenes (costras planas o de forma folioso con hojas o escamas) Musgos (se internan hasta 1 cm en el material, se aprecian en morteros de cal) Plantas superiores (fisuras y exposición del material) Pátinas o manchas 	X	
	HUMEDADES	<ul style="list-style-type: none"> De obra Capilar De filtración (lluvia y el viento) De condensación Accidental Descomposiciones Disgregaciones Manchas, olores Goteras / presencia de agua Cambios de color Sales superficiales Erosiones (cuando se combina la lluvia con el viento) 	X	
	EROSIONES FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> Desprendimientos Material pulverizado Exfoliaciones Desintegración Desconchados Cavidades Redondeos Desgastes 	X	
MECÁNICAS	SUCIEDAD	<ul style="list-style-type: none"> Ensuciamiento por depósito (superficial o interno) Ensuciamiento por lavado diferencial Depósitos de ensuciamientos (pátinas de suciedad) Colores pardo, gris o negro Manchas aisladas (churretones) 	X	
	DEFORMACIONES	<ul style="list-style-type: none"> Flechas (flexión de elementos horizontales) Pandeos (esfuerzos de compresión) Alabeos (rotaciones de un elemento) Desplomes (desplazamientos) 		
	GRIETAS Y FISURAS	<ul style="list-style-type: none"> Microfisuras Fisuras (vivas o muertas) Grietas Aberturas o separaciones (microfisuras, fisuras y grietas) 	X	
DESPRENDIMIENTOS	EROSIÓN MECÁNICA	<ul style="list-style-type: none"> Desgaste del material Pérdida de material superficial 	X	
	ACABADOS CONTINUOS	<ul style="list-style-type: none"> Acabados continuos Acabados anclados o colgados Desprendimientos de acabados o revocos Abombamientos Estructura de soporte descubierta 	X	

Tabla 25
Registro de patologías de la albañilería presentes en inmuebles porteños.
Fuente: Elaboración propia, 2022.






PATOLOGÍAS DE LOS ENTRAMADOS DE MADERA				
TIPO DE ALTERACIÓN	SINTOMATOLOGÍA O LESIÓN GENERAL	ESPECÍFICAMENTE ¿CÓMO SE MANIFIESTA LA LESIÓN ?	PRESENTES EN VALPARAÍSO	FOTOGRAFÍAS
CAUSAS CONGÉNITAS	FACTORES DE CRECIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> - Fibra retorcida o revirada - Madera entrelazada - Verrugas y lupias - Curvatura del tronco - Desviación de fibras - Madera de reacción - Nudos - Fendas - Acebolladuras - Crecimiento anormal 		
ABIÓTICOS o fisicoquímicos	AGENTES CLIMÁTICOS - Degradación por la luz - Humedad atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> - Decoloraciones - Fendas - Alabaeos - Merma de facultades mecánicas - Desgastes - Envejecimiento - Desintegración 	X	
	FUEGO	<ul style="list-style-type: none"> - Carbonización - Pérdida de resistencia - Pudiendo llegar a la destrucción 	X	
	USO MECÁNICO	<ul style="list-style-type: none"> - Fatiga - Pérdida de resistencia - Deformación - Desgaste por rozamiento 	X	
BIÓTICOS o Biológicos	MOHOS Y BACTERIAS	<ul style="list-style-type: none"> - Ligera alteración de propiedades - Poco importantes con carácter general 		
	INSECTOS XILÓFAGOS - Coleópteros - Isópteros	<ul style="list-style-type: none"> - Perforaciones - Pérdida de masa - Disminución de resistencia - Pudiendo llegar a la destrucción total 	X	
	HONGOS CROMÓGENOS	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios de color - Ligera pérdida de resistencia - Ligero debilitamiento - Predisposición de la madera frente a otros ataques 		
	HONGOS DE PUDRICIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Descomposición de la madera - Importante pérdida de peso - Importante pérdida de resistencia - Variación de características organolépticas 	X	

Tabla 26
Registro de patologías de los entramados de madera presentes en inmuebles porteños.
Fuente: Elaboración propia, 2022.
Imágenes termitas MINVU, 2018, p.31 y 40. Madera con hongo de pudrición parda <https://www.rtarquitectura.com/patologias-de-la-madera-hongos/>



CAPÍTULO 4. METODOLOGÍAS DE CATASTRO Y EVALUACIÓN DE DAÑOS

Luego de haber revisado en el capítulo anterior las patologías que pueden presentar las construcciones de albañilería y de madera, en este apartado se pasa a detallar y explicar cuatro metodologías de autores que han teorizado sobre la evaluación de daños e impactos que producen las patologías en inmuebles de valor patrimonial.

4.1 METODOLOGÍAS APLICADAS EN ESTUDIOS PATOLÓGICOS

Con respecto al proceso patológico como se ha descrito anteriormente, se constituye de tres etapas fundamentales –origen, evolución y síntomas–, las cuales no varían, en cambio la forma en cómo se aborda aquel proceso cambia según la metodología que se utilice, desde este fundamento se revisan las siguientes metodologías:

I. Metodología en base a fases de actuación.

Esta primera metodología de López et al. (2004), plantea una forma de actuación ante la presencia de patologías en inmuebles separándolo en múltiples fases. En primer lugar, la fase de estudio en donde se debe examinar mediante instrumentos que sirvan para el análisis de patologías presentes en inmuebles, logrando desarrollar acciones como:

- Detección de la lesión de la forma más inmediata luego de su aparición para evitar daños que pueden agravarse con el tiempo
- Acotar el área de influencia determinando la unidad o el conjunto del sistema constructivo afectado y delimitando las zonas afectadas.
- Análisis detallado de las lesiones estableciendo la fuente –causa– de la lesión basándose en el síntoma, el síntoma permite detectar y leer la lesión.

Seguida a ella está la fase de dictamen, es donde se lleva a cabo el diagnóstico del tipo de lesión presentes en el inmueble, su clasificación de acuerdo a la importancia y gravedad que representa para el inmueble, lo delicado de esta fase comprende el diagnóstico emitido respecto de las causas que originaron las lesiones y establecer una hipótesis diagnóstica, para corroborar la hipótesis es imprescindible realizar pruebas diagnósticas o ensayos que la validen. La clasificación sobre el nivel de gravedad de la lesión se basa en los siguientes niveles:

- Estado de confianza: cuando no se aprecian situaciones de riesgo.
- Estado de precariedad: cuando existen carencias que disminuyen las garantías de seguridad, pero sin llegar a poner en peligro la estabilidad del sistema constructivo o edificio.
- Estado de peligro: cuando es insuficiente para soportar las acciones en su utilización normal como las sobrecargas de uso, acciones naturales –viento, nieve, etc.–.
- Estado de ruina: se genera cuando debido a la gravedad de las patologías el inmueble pierde su identidad y condiciones básicas.

Posteriormente viene la fase de decisión, en la cual según López et al. (2004), se explican las acciones que se realizarán para paralizar el problema o subsanarlo, entre ellas se encuentran las reparaciones, los refuerzos, la sustitución,

la consolidación, entre otras.

Mientras que en la fase de ejecución se llevan a cabo las obras determinadas en la fase anterior, por último, la fase de comprobación después de eliminar las patologías es imprescindible un seguimiento de la evolución del inmueble comprobando que el diagnóstico ha sido el correcto y la intervención la adecuada (Ver fig. 145).

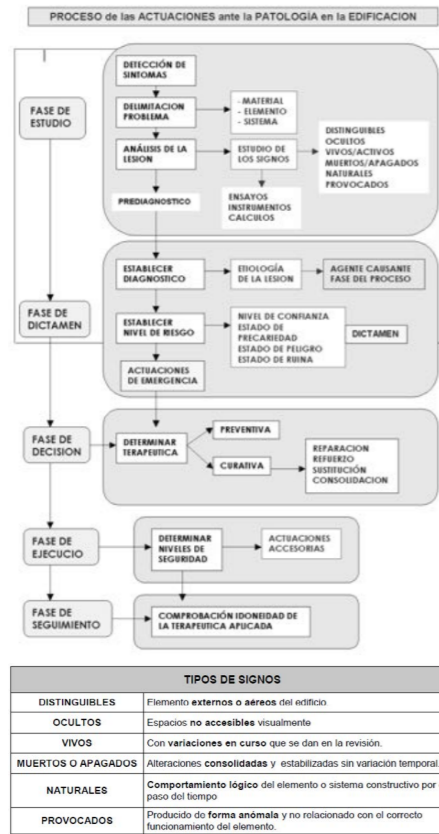


Figura 145 Esquema de las actuaciones en un proceso patológico. Fuente: López et al., 2004, p.23.

II. Metodología 14 pasos para diagnosticar.

Por otra parte, Chávez & Álvarez (2005), plantean como metodología de diagnóstico y actuación en inmuebles de valor patrimonial un proceso compuesto de 14 pasos.

El primer paso contempla una inspección inicial en donde tras el reconocimiento del entorno y sus características fundamentales se trazan estrategias para el diagnóstico, el segundo es la inspección visual, levantamiento de deterioros, en aquella fase se detectan las lesiones y se confecciona el levantamiento de daños que recoge datos como el tipo de lesión, una descripción, las posibles causas, los materiales afectados, los elementos constructivos dañados, la localización de las lesiones y el nivel de exposición.

El tercer paso corresponde a ensayos rápidos o generales, se realizan ensayos para evaluar rápidamente los puntos críticos definiendo si necesita intervención inmediata, el cuarto paso es una tarea que se realiza simultáneamente a los ensayos corresponde a la recopilación de antecedentes, se busca conseguir todo tipo de información gráfica o escrita del inmueble –planos, fotografías, informes de diagnósticos anteriores, órdenes de demolición, apuntalamientos, fecha de aparición o periodicidad de algunas lesiones, usos del edificio, fecha de construcción, sistema y detalles constructivos, nivel de contaminación, etc.–, el quinto paso implica la confección de fichas y planos para recoger la información obtenida en las etapas anteriores señalando en la planimetría los deterioros a escala y con la mayor precisión posible.

El sexto paso corresponde al prediagnóstico o establecimiento de las hipótesis de fallo, es la conclusión planteada tras los datos obtenidos hasta aquel momento, hipótesis que luego deben ser comprobadas, pero si con el prediagnóstico es suficiente para realizar la propuesta de intervención, se obvian los pasos siguientes (Ver fig. 146).

De no ser así se procede al paso séptimo la selección de ensayos especiales, realizados por personal capacitado en donde se debe priorizar los ensayos no destructivos por sobre los destructivos, con el fin de afectar lo menos posible las edificaciones, luego tras terminada la toma de datos en el octavo paso se procede al diagnóstico, con el cual se plantea cómo se desarrolló el proceso patológico, cuál fue el origen y las causas, su evolución hasta llegar al estado actual.

El noveno paso corresponde a un pronóstico, basado en el diagnóstico el equipo debe prevenir la evolución de los daños y orientar un correcto tratamiento, posterior a ello el décimo paso corresponde a la terapia, que son las propuestas de intervención, si ésta no es conocida se debe investigar para garantizar compatibilidad entre lo existente y la técnica a emplear.

El paso undécimo corresponde a la ejecución, realizada por mano de obra especializada en labores de conservación, luego el paso duodécimo es la evaluación, en donde además de evaluar el resultado final de la intervención se debe comprobar que el diagnóstico fue certero y si no lo es se debe volver a la etapa de diagnóstico corrigiendo las equivocaciones, el paso decimotercero es la propuesta de mantenimiento, comprenden todas las acciones que mantienen la integridad del inmueble y, el último paso corresponde al registro del caso, el cual debe archivar en las entidades correspondiente, sirviendo de base para posibles reparaciones posteriores y como consulta.

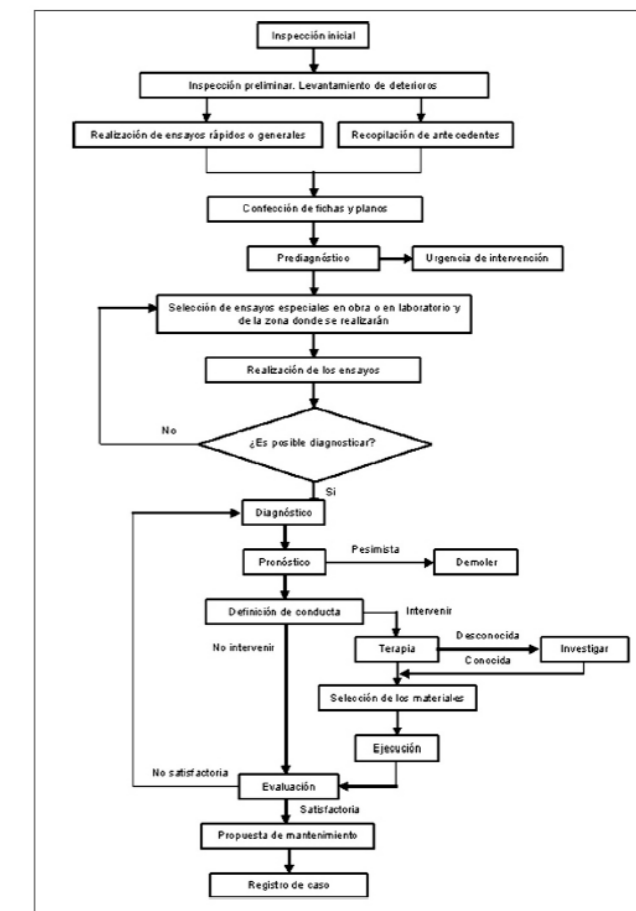


Figura 146 Metodología para el diagnóstico y su actuación. Fuente: Chávez & Álvarez, 2005, p.49.

III. Metodología matriz GUT.

Como tercera metodología encontramos la de Braga, Brandão, Ribeiro & Diógenes (2019), quienes mediante su estudio aplicaron la Matriz GUT³⁹ en tres casos de estudio, con el fin de utilizarla como herramienta complementaria en el análisis de patologías presentes en inmuebles históricos en Sobral, Brasil, para identificar las patologías que inducen el estado de degradación, obteniendo una comprensión real sobre la gravedad de estas manifestaciones.

Para ello aplicaron el método de matriz GUT –gravedad, urgencia, tendencia–, mediante el cual se asignaron valores numéricos a la evaluación en relación al grado de severidad, urgencia y tendencia de los daños patológicos. En esta metodología la gravedad (G) representa la importancia del problema y el potencial daño en ella se consideran: los riesgos, daños a usuarios y activos, la urgencia (U) tiene relación con cuán significativo es el problema, el tiempo que requerimos para lograr resolverlo y tendencia (T) evolución del problema en función del tiempo, probabilidad de que aumente o se reduzca un problema a una escala de tiempo (Ver tabla 27, 28 y 29).

En donde los grados de criticidad quedan definidos de la siguiente forma:

- **Crítico:** grado total y alto.
- **Regular:** grado promedio.
- **Mínimo:** bajo y ninguno.

Tras designar el peso que posee cada variable gravedad, urgencia y tendencia la metodología manifiesta que se debe aplicar la función del producto de estas variables: GxUxT, que permite clasificar la prioridad de las manifestaciones patológicas que presenta un bien inmueble en base a la puntuación obtenida, lo cual es posible plasmar en gráficos que ayuden a observar y priorizar los daños, incluso permite realizar comparaciones entre inmuebles para ayudar en la toma de decisiones al momento de intervenir. Esta metodología es aplicada de forma complementaria con la inspección visual de la cual se obtiene el mapa de daños del bien y las principales manifestaciones patológicas presentes en los inmuebles (Ver fig. 147).

Braga et al. (2019), aseveran que a pesar de ser una herramienta muy útil al momento de realizar las inspecciones visuales, permitiendo tomar decisiones ante las intervenciones a realizar, la metodología presenta algunas limitaciones y/o restricciones, requiere que los inspectores tengan los suficientes conocimientos y experticia en patologías constructivas al momento de evaluar, para que de esta forma realmente se refleje el daño presente en los inmuebles, es por ello que lo ideal sería combinarla con pruebas no destructivas, obteniendo resultados mucho más confiables y comprendiendo mejor el estado en que se encuentra el bien y la gravedad de sus daños.

Grau	Definición de grado	Nota
TOTAL	Riesgo de muerte, impacto irrecuperable con pérdida excesiva de rendimiento, pérdida financiera muy alta.	10
ALTA	Peligro de lesiones para los usuarios, daños recuperables para el medio ambiente y la construcción	8
MÉDIA	Riesgo para la salud de los usuarios causado por la degradación del sistema, daño ambiental reversible, pérdida financiera promedio	6
BAJA	Ningún riesgo para la salud de los usuarios, baja degradación ambiental, necesidad de reemplazar algunos sistemas, baja pérdida financiera.	3
NINGUNA	Sin riesgo para la salud o plenitud física, deterioro ambiental mínimo, sin daños de valor	1

Tabla 27
Tabla de calificación de la variable Gravedad del método de matriz GUT.
Fuente: Braga et al., 2019, p.323.

39. Herramienta metodológica creada en la década de 1980 aseveran los autores por Kepner y Tregoe, que tiene como finalidad priorizar problemas en base a su gravedad, urgencia y tendencia.

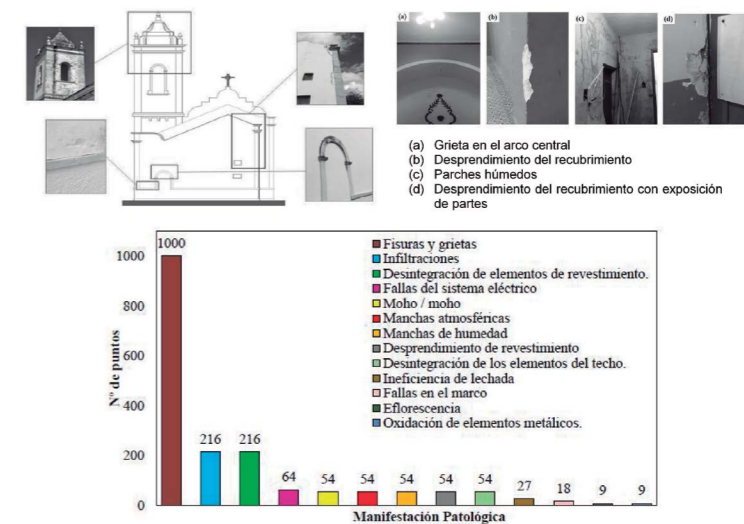
Tabla 28
Tabla de calificación de la variable Urgencia del método de matriz GUT.
Fuente: Braga et al., 2019, p.323.

Grau	Definición de grado	Nota
TOTAL	Evento inmediato, necesidad de una prohibición de propiedad sin plazos adicionales.	10
ALTA	Evento a punto de suceder, intervención urgente.	8
MÉDIA	La adversidad se espera pronto, hay que intervenir rápidamente.	6
BAJA	Iniciación de un incidente, intervención aún en forma de planes.	3
NINGUNA	Adversidad imprevista, pero seguimiento necesario para mantenimiento futuro.	1

Tabla 29
Tabla de calificación de la variable Tendencia del método de matriz GUT.
Fuente: Braga et al., 2019, p.324.

Grau	Definición de grado	Nota
TOTAL	Progreso de manifestación inmediata, empeoramiento en cualquier momento.	10
ALTA	Evolución de la situación a punto de ocurrir.	8
MÉDIA	Evolución a medio plazo.	6
BAJA	Posible evolución a largo plazo. Puede ocurrir Situación de retraso.	3
NINGUNA	Situación estabilizada, sin evolución del caso.	1

Figura 147
Mapa de daños de la fachada con mayor incidencia, patologías internas y el cuadro de prioridades de patologías obtenido de la matriz GUT presente en uno de los casos de estudio la Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores.
Fuente: Braga et al., 2019, p.329 y 330.



IV. Metodología para estimación en base a la vida útil.

Otro teórico que ha investigado al respecto Hernández (2019), plantea otra forma de abordar el proceso patológico desde la degradación y deterioro que presentan los materiales constructivos por múltiples factores, desde su diseño, manufactura, comprobando la durabilidad o vida útil que poseen los bienes inmuebles de acuerdo a su materialidad constructiva (Ver fig. 148).

Hernández (2019), explica y describe un método rápido que permite estimar la vida útil y durabilidad de los componentes constructivos de inmuebles mexicanos, el primer paso del método consiste en definir el objeto de estudio, como el ejemplo presentado por el autor: “muro de carga de mampostería de tabique rojo de arcilla cocido a medianas temperaturas (400-800°C) asentado con mortero de cemento y arena tipo I según el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de México (RCDF)”. El segundo paso consiste en definir las variables o factores que intervienen en la estimación de la vida útil del componente constructivo o sistema (Ver fig. 149).

Por último, el tercer paso consiste en realizar la estimación y valoración de las variables que afectan la vida útil del sistema, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$VUE = VUR (F1) (F2) (F3) (F4) (F5) (F6) (F7)$$

En donde VUE será la vida útil estimada para el sistema y VUR es la vida útil de referencia que se obtiene de un registro estadístico (en el caso de la alba-

ñilería y la madera es de 60 años), para reemplazar los valores de los factores, se define a que corresponde cada uno, de qué forma se miden y la confiabilidad que tienen en porcentaje. Como se explica a continuación:

- F1 es la calidad de los materiales y componentes constructivos, se mide cuantitativamente y la confiabilidad se considera del 100%.
- F2 corresponde al diseño arquitectónico y constructivo, se mide de forma cualitativa y la confiabilidad se considera de 95%.
- F3 es la calidad de la mano de obra, medida de forma cualitativa y la confiabilidad se considera de 95%.
- F4 corresponde al medio ambiente interior, medido cuantitativamente y la confiabilidad se considera de 100%.
- F5 es el medio ambiente externo, medido cuantitativamente y la confiabilidad se considera del 100%.
- F6 corresponde a las condiciones de uso del edificio, se miden de forma mixta y la confiabilidad se considera del 98%.
- F7 es el grado o nivel de mantenimiento, se mide de forma mixta y la confiabilidad se considera del 98%.

Por último, es necesario asignar valores a los factores el autor en el ejemplo aplica: Bajo=0.8, Medio=1 y Alto=1.2, obteniendo los siguientes valores promediados por factores (Ver fig. 150), que luego son reemplazados en la fórmula como se muestra a continuación para obtener el VUE (Ver fig. 151).

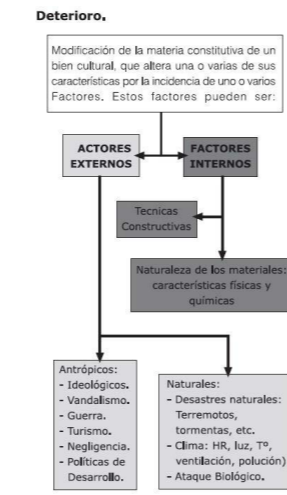
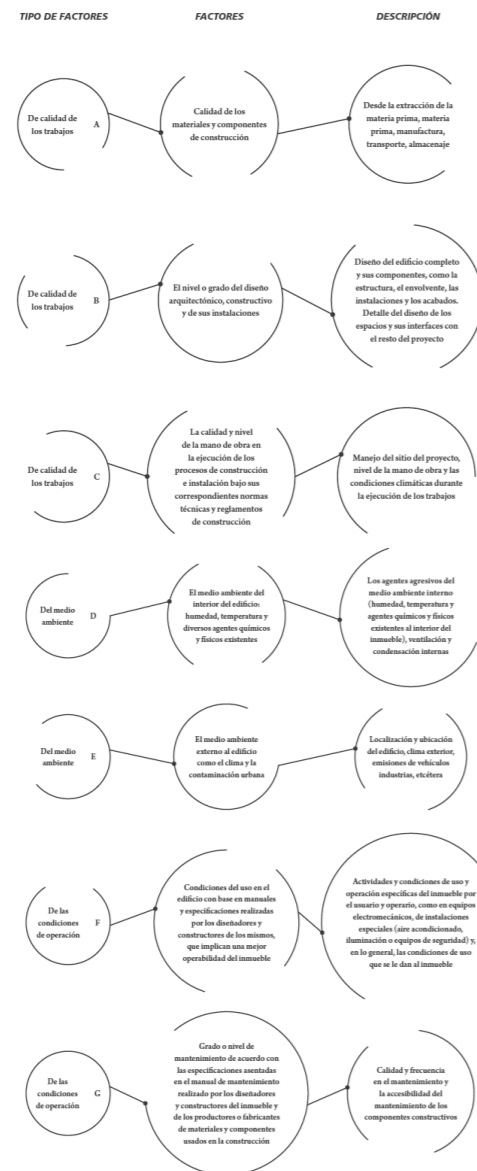


Figura 148 Diagrama sobre el deterioro. Fuente: Bahamondez, 2002, p.6.

Figura 150 Resumen de los valores de los factores obtenidos. Fuente: Hernández, 2019, p.54.

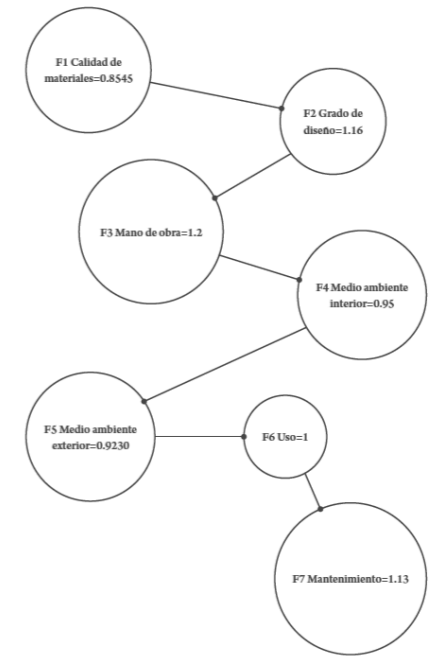


Figura 151 Aplicación de la fórmula del método propuesto por Hernández en una estructura de mampostería. Fuente: Hernández, 2019, p.55.

Si sustituimos y ajustamos los valores de confiabilidad, tenemos entonces

$$VUE = VUR (F1) (F2) (F3) (F4) (F5) (F6) (F7) \quad (1)$$

$$VUE = 60 (0.8545) [(1.16)(0.95)] [(1.2)(0.95)] (0.95)(0.9230) [(1)(0.98)] [(1.13)(0.98)]$$

Tenemos que

$$VUE = 60 (0.8545) (1.102) (1.14) (0.95) (0.9230) (0.98) (1.107)$$

$$VUE = 61.27 \text{ años}$$

Figura 149 Factores usados en el método por factores para la estimación de vida útil de edificios. Fuente: Hernández, 2019, p.40 y 41.

A modo de resumen las 4 metodologías antes descritas son bastante diferentes entre sí, aunque todas apuntan al mismo foco, detallan la forma de evaluación de los daños o patologías presentes en inmuebles de valor patrimonial.

La primera metodología de López et al. (2004), plantea una inspección y análisis de las patologías en inmuebles organizándolo en diversas fases –fase de estudio, fase de dictamen, fase de decisión, fase de ejecución y fase de comprobación–, aquella metodología se focaliza en estudiar los signos de las lesiones.

La segunda metodología de Chávez & Álvarez (2005), sistematiza la metodología de diagnóstico y actuación en un proceso compuesto de 14 pasos –inspección inicial, inspección visual y levantamiento de deterioros, ensayos rápidos, recopilación de antecedentes, confección de fichas y planos, prediagnóstico, selección de ensayos especiales, diagnóstico, pronóstico, terapia, ejecución, evaluación, propuesta de mantenimiento, registro del caso–, metodología generalizada que es aplicable en ciudades con similares características a La Habana, en donde se aplicó para evaluar 100 edificaciones patrimoniales.

La tercera metodología de Braga et al. (2019), es de índole práctica se basa en la aplicación de una matriz GUT –Gravedad, Urgencia, Tendencia– aplicada en tres casos de estudio, complementando el análisis patológico en inmuebles históricos en Brasil, esta metodología tiene como foco obtener una comprensión real de las lesiones cuantitativamente, pero centrada en los daños a usuarios y activos.

La cuarta y última metodología revisada planteada por Hernández (2019), aborda el proceso patológico desde la degradación y deterioro que manifiestan los materiales constructivos debido a múltiples factores, comprobando la durabilidad o vida útil que tienen los inmuebles según la materialidad, para ello plasma su metodología en tres etapas –definir el objeto de estudio, definir los factores que intervienen en la estimación de la vida útil del componente constructivo, realizar la estimación y valoración de las variables–, la metodología tiene por objetivo comparar si la vida útil estimada del sistema constructivo es igual a la vida útil de referencia multiplicado por los factores de calidad, diseño, mano de obra, medio ambiente, entre otros.

En síntesis no existe una única metodología para aplicar en la evaluación de daños y patologías en inmuebles con valor patrimonial, la metodología a emplear dependerá de lo que se busca obtener como producto, por lo tanto al diseñar una ésta debe ser focalizada y diseñada específicamente para aquel contexto, en base a los factores que se requieren analizar.



Fuente: Archivo propio, 2022.

CAPÍTULO 5. PROPUESTA METODOLÓGICA

Tal como menciona Binda (1997), hasta los años 70 la restauración de edificios históricos era reservado sólo para algunos expertos, pero producto de amenazas como los terremotos, la falta de mantenimiento y la misma antigüedad de los inmuebles aquel campo se ha abierto para arquitectos e ingenieros, a pesar de ello existe una preocupante deficiencia con respecto a guías que orienten para realizar pruebas y aplicar técnicas de conservación.

Hace tiempo ha existido discusiones teóricas con respecto a la conservación de inmuebles históricos, Binda (1997) acierta en que indistintamente de si son obras importantes o pequeñas residencias de los centros históricos es primordial el respeto por las obras para su conservación, de igual forma para "...desarrollar y proponer un diseño para la conservación, se necesita un conocimiento profundo sobre el grado de deterioro de los edificios" (Binda, 1997, p.83), es por ello la importancia que tiene el identificar, caracterizar y registrar las patologías que presentan los inmuebles arquitectónicos históricos a conservar.

Con respecto a Valparaíso como menciona Jorquera (2014), existe un deterioro arquitectónico-urbano y poca valoración de la cultura constructiva, por lo tanto, es primordial tener conocimiento sólido sobre el tema, para poner en valor e intervenir adecuadamente el patrimonio construido. La falta de documentación, clasificación y análisis de información, los breves plazos y escasos financiamientos, han dejado intervenciones invasivas y estándares debido a la falta de diseño de metodologías desarrolladas específicamente para un contexto o territorio, aquellas réplicas que se han realizado sin considerar la diversidad de patrimonios existentes en el país ponen en peligro la autenticidad de los bienes.

A continuación se pasa a describir cómo se diseñó la metodología trabajada durante esta investigación, los casos en los cuales fue aplicada y los resultados obtenidos:

5.1 DISEÑO DE LA METODOLOGÍA

La diversidad de metodologías revisadas en el capítulo anterior permitió plantear la propuesta metodológica descrita a continuación, la cual permitirá identificar, caracterizar y registrar las patologías, esta se estructura en 5 etapas (Ver fig. 152).

La primera de ellas corresponde a la identificación y caracterización del inmueble, en donde se recopila información relevante del inmueble como: las amenazas del contexto, el sistema constructivo, los factores de exposición – climáticos, orientación, tipo de edificación, usos, etc.– y los valores del bien inmueble. Con el fin de obtener en esta primera etapa una ficha con todos los datos generales, planimetría de emplazamiento y orientación, así como planimetrías, elevaciones, escantillones y fotografías del inmueble.

La segunda etapa comprende el levantamiento de la información patológica, en esta etapa se debe realizar una inspección visual en terreno para levantar los daños y deterioros, con el fin de delimitar, localizar y caracterizar las lesiones, señalando las dimensiones de las lesiones, el porcentaje del elemento

constructivo que está afectado, caracterizar las lesiones señalando si son focalizadas, parciales o generales, si corresponden a lesiones primarias o secundarias. También en esta etapa se deben seleccionar y realizar ensayos in situ o en laboratorio, ojalá de tipo no destructivos para no alterar demasiado los inmuebles, estos son realizados por personal capacitado, todo ello con el objetivo de identificar las posibles causas que originaron las lesiones y el proceso patológico en sí (Ver anexo 3). De esta segunda etapa se obtienen fichas de levantamiento patológico específicas de cada inmueble, junto con una síntesis de las lesiones identificadas con sus posibles causas.

Luego en la tercera etapa se cuantifican los daños que generan las lesiones mediante un procedimiento compuesto de cuatro pasos (Ver fig. 153):

- i. El primer paso implica cuantificar el daño de cada lesión basándose en tres variables, la **gravedad del daño** –severo, moderado o leve–, la **urgencia de intervención** –de carácter urgente, de peligro o no urgente–, y la **tendencia** que tiene relación con la recurrencia de la lesión –muy frecuente, recurrente o infrecuente–. Para cuantificar cada lesión, entonces se debe sumar los valores de G+U+T y se divide por 3 (cantidad de variables), obteniendo así un valor que va entre 1 y 4. Todos los valores asignados para cada variable se obtuvieron tras la revisión de tablas de gestión de riesgo y de los lineamientos de evaluaciones de impactos que propone ICOMOS.
- ii. El paso dos consiste en establecer el daño total de lesiones del inmueble, para ello se suman todos los valores obtenidos por cada lesión del paso (i) y se dividen por el total de lesiones que presente el inmueble, por lo tanto, este último número es variable y depende de cada caso.
- iii. El tercer paso busca conocer el valor del daño del contexto, para ello se suma cada variable del contexto (A+O+C+E+G+M+U) y se divide por 7 que corresponde al valor de la cantidad de variables que afectan el contexto porteño.
- iv. El valor numérico del daño final será obtenido del daño total de las lesiones (punto ii) sumado al daño del contexto (punto iii), dividido en 2, obteniendo un rango final entre 1 y 4.

El levantamiento de datos cuantitativos permite establecer prioridades de actuación, como las intervenciones urgentes u obras de emergencia que requiera la obra –consolidaciones, apuntalamientos, etc.– y se establece el diagnóstico, detallando el proceso patológico desde el origen, su evolución a través del tiempo y los síntomas o lesiones que se manifestaron en el inmueble llevándolo a su estado actual. Por lo tanto, en esta etapa se obtienen datos cuantitativos de las lesiones, del daño total, gráficos comparativos, el diagnóstico del inmueble y un informe detallado de toda la información recabada al desarrollar la metodología.

Si bien la propuesta metodológica contempla las etapas de intervención y seguimiento –Etapa 4 y 5–, estas no se abordaron durante la investigación, concluyendo la aplicación de la metodología con el diagnóstico –Etapa 3–. En el esquema metodológico general se indican, no obstante, las consideraciones que se deben tener al momento de definir la estrategia de intervención y el seguimiento para comprobar la efectividad del tratamiento propuesto.

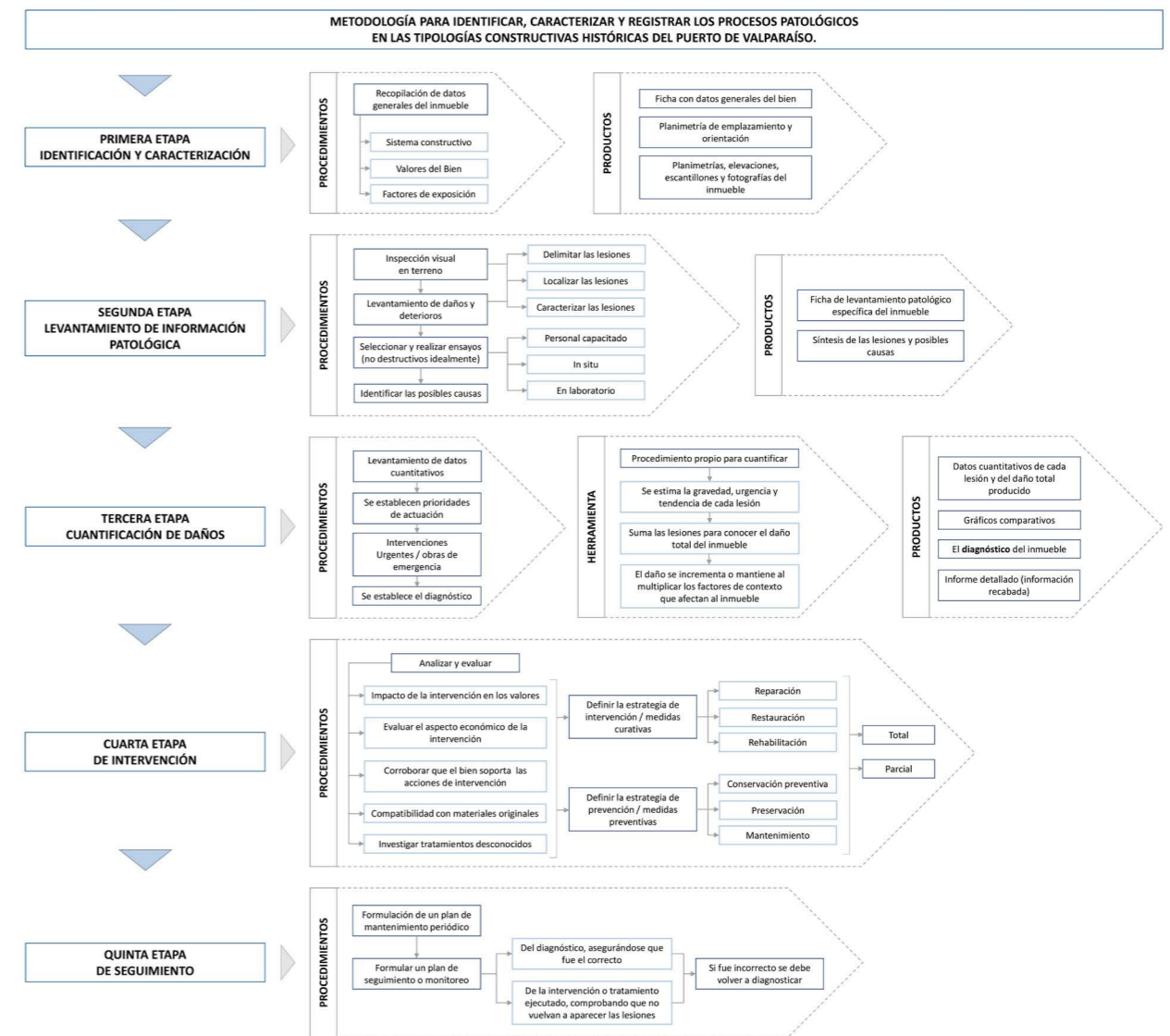


Figura 152 Esquema general de la metodología. Fuente: Elaboración propia, 2022.

DESARROLLO DE LA ETAPA 3 / CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS

1 Primero se evalúa el daño por cada lesión, en base a la matriz GUT se aplica lo siguiente:
Cada Lesión = $\frac{(G + U + T)}{3}$

Obteniendo un rango de valor que va de 1 a 4, para cada lesión que presente el bien inmueble.

TIPO	GRAVEDAD DEL DAÑO	FACTOR	TIPO	TENDENCIA (recurrencia de la lesión)	FACTOR
SEVERO	El inmueble presenta lesiones que afectan la totalidad del edificio (de forma general), colocando en peligro a usuarios y la estructura.	4	MUY FRECUENTE	La lesión que se presenta se ha desarrollado frecuentemente, más de 4 veces en el inmueble, afirmando cada cierto periodo de tiempo (si es identificable aquel periodo señalarlo).	4
GRAVE	Las lesiones en el inmueble causaron un daño general, pero no coloca en riesgo la estructura.	3	FRECUENTE	La lesión se presenta más de 3 veces en el inmueble.	3
MODERADO	El inmueble presenta lesiones que afectan de forma parcial y requieren de intervenciones.	2	RECURRENTE	La lesión se manifiesta más de 2 veces en el inmueble.	2
LEVE	El inmueble presenta pocas lesiones, de menor consideración (focalizadas) que no constituyen un daño significativo para el inmueble.	1	INFRECUENTE	Primera vez que aparece ese tipo de lesión en el inmueble.	1

TIPO	URGENCIA DE INTERVENCIÓN	FACTOR
MUY URGENTE	Las lesiones que presenta el inmueble lo han deteriorado gravemente comprometiendo sus condiciones básicas (habitabilidad y estabilidad), requiere intervención inmediata para estabilizar la estructura.	4
URGENTE	Se requiere implementar medidas lo antes posible para subsanar las lesiones.	3
PELIGRO	Las lesiones generan un daño moderado, el cual requiere intervenciones reparativas o de otro tipo, para volverlo a su estado estable, requiere intervenir rápidamente en un corto plazo.	2
NO URGENTE/ESTABLE	Las lesiones en el inmueble producen un deterioro leve, por lo que el inmueble se encuentra estable y con buenas condiciones de habitabilidad y estructurales. Puede ser tratada a largo plazo con intervenciones planificadas a futuro.	1

2 En segundo lugar, para conocer el daño total de lesiones del inmueble se deben sumar los valores obtenidos por cada lesión y dividirlo por la cantidad de lesiones, como se describe a continuación:

$$\text{Daño total de lesiones del inmueble} = \frac{\sum \text{Lesiones}}{\text{cantidad de lesiones}}$$

Ejemplo: Daño total de lesiones del inmueble = $\frac{(\text{fisuras} + \text{ensuciamientos} + \text{erosiones})}{3}$

3 En tercer lugar, para conocer el valor del daño del contexto, se deben sumar las variables del contexto y se dividen por 7 valor que corresponde a la cantidad de variables que afectan a los inmuebles porteños.

$$\text{Daño del contexto} = \frac{(\text{Variables de contexto})}{7}$$

$$\text{Daño del contexto} = \frac{(A+O+C+E+G+M+U)}{7}$$

VALOR DEL FACTOR	VARIABLES DE CONTEXTO AMBIENTAL, ECONÓMICO Y SOCIAL					VALOR FINAL (Σ variables del contexto)
	CONTEXTO (A+O) asociar con ambiental, emplazamiento y orientación.	CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN (C) Buena, regular o mala.	CAPACIDAD DE GESTIÓN (E+G) Variable económica junto con el plan de gestión y mantenimiento.	FÍSICO / MORFOLÓGICO (M) El diseño favorece, favorece medianamente o no favorece las lesiones y degradación.	Ocupación / USOS (U) Uso que degrada o sin uso, usos que degradan medianamente y usos que no degradan.	

VARIABLE AMBIENTAL (A)	FACTOR	VARIABLE CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN (C)	FACTOR	VARIABLE FÍSICO /MORFOLÓGICO (M)	FACTOR
MALO Zonas industriales y zonas costeras (ambientes contaminados).	3	MALO El sistema constructivo no se ejecutó como corresponde, se emplearon materiales de baja calidad o ha sido alterado constructivamente a través del tiempo.	3	MALO La morfología del inmueble favorece la aparición de lesiones patológicas.	3
REGULAR Zona urbana expuesta a ciertos contaminantes atmosféricos.	1.5	REGULAR La técnica constructiva fue regular al igual que la calidad de los materiales, presenta alteraciones mínimas.	1.5	REGULAR Su morfología favorece medianamente el desarrollo de lesiones patológicas en el inmueble.	1.5
BUENO Zona sin contaminación atmosférica (zona rural).	1	BUENO Cuenta con un sistema constructivo bien ejecutado, fue construido con materiales de calidad y no se ha alterado constructivamente.	1	BUENO El diseño y morfología consideró las posibles lesiones patológicas a desarrollar, por lo que no favorece su aparición y posterior degradación del inmueble.	1
VARIABLE EMPLAZAMIENTO Y ORIENTACIÓN (O) exposición del inmueble	FACTOR	VARIABLE ECONÓMICA (E)	FACTOR	VARIABLE OCUPACIÓN / USOS (U)	FACTOR
MALO Su nivel de exposición es alto, debido a que se emplaza a la altura de la Av. Alemania o más arriba de aquel nivel topográfico.	3	MALO Su estado de conservación severo, requiere un gasto económico alto para ser intervenido.	3	MALO El uso que se le entrega al edificio lo degrada o el inmueble se encuentra sin un uso, deteriorándose rápidamente.	3
REGULAR Se emplaza en el plan a pesar de que se encuentra protegido ante ciertos factores, se expone a otros como el ambiente salino, viento, marejadas, etc.	1.5	REGULAR Recuperar el estado del inmueble implica una pérdida financiera promedio.	1.5	REGULAR El uso que se le entrega al inmueble lo degrada medianamente, ya que le da una ocupación para un fin que no fue diseñado.	1.5
BUENO Se emplaza a pie de cerro o en laderas, quedando protegido ante varios factores, aunque la amenaza más latente a la que se expone son los aluviones.	1	BUENO Intervenir el inmueble significa es un costo financiero bajo.	1	BUENO El uso que le da al inmueble no lo degrada, por lo general no ha experimentado cambios de usos.	1
VARIABLE GESTIÓN (G) y mantenimiento	FACTOR	VARIABLE GESTIÓN (G) y mantenimiento	FACTOR		
MALO El inmueble no cuenta con ningún plan de gestión ni mantenimiento.	3	MALO El inmueble no cuenta con ningún plan de gestión ni mantenimiento.	3		
REGULAR El inmueble tiene un plan parcialmente implementado y se realiza mantenimiento en plazos más extensos (ejemplo cada 5 años).	1.5	REGULAR El inmueble tiene un plan parcialmente implementado y se realiza mantenimiento en plazos más extensos (ejemplo cada 5 años).	1.5		
BUENO El inmueble cuenta con un plan de gestión y mantenimiento implementado, realizándolo periódicamente (cada 6 meses a 1 año).	1	BUENO El inmueble cuenta con un plan de gestión y mantenimiento implementado, realizándolo periódicamente (cada 6 meses a 1 año).	1		

4 Por último, el daño final entonces corresponde al valor que se obtiene del daño total de lesiones del inmueble (punto 2) más al valor obtenido del daño del contexto (punto 3) dividido en dos, resultando valores que van en un rango de 1 a 4 como máximo.

$$\text{Daño Final} = \frac{\text{daño total lesiones} + \text{daño contexto}}{2}$$

Figura 153
Esquema del desarrollo de la etapa 3.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

5.2 APLICACIÓN A LOS CASOS DE ESTUDIO

Previo a la aplicación de los casos de estudio se elaboró fichas de levantamiento de información propias con las cuales se logra sintetizar la información relevante de los casos de estudio, instrumento que sirve para ir a terreno a recabar información (Ver fig. 154), y evaluar los daños presentes en el inmueble (Ver fig. 155), para posteriormente aplicar la metodología cuantitativa de daños anteriormente descrita.

Figura 154
Fichas de levantamiento de información
Fuente: Elaboración propia, 2022.

I. Ex Hotel Royal.

En lo que hoy corresponde al predio del Ex Hotel Royal emplazado entre las calles Esmeralda, Blanco y Almirante Martínez, estuvo en funcionamiento desde 1883 el Hotel de France, inmueble que fue mandado a construir por la empresaria carbonífera de la época Isidora Goyenechea, edificio de madera que contaba con tres pisos por la calle Esmeralda y cuatro niveles por calle Blanco, el Hotel France se incendió en diciembre de 1894 quedando en pie solamente las fundaciones, las cuales fueron reutilizadas por el arquitecto Harrington para la construcción del Hotel Royal (Salazar, 2014).

El Hotel Royal según Salazar (2014), era propiedad de Arturo Cousiño empresario de la época que establece el hotel en 1897 (Ver fig. 157), aunque la propiedad es registrada en 1909 a nombre de Olga y Violeta Cousiño, este hotel llegó a ser el mejor hotel de la costa del Pacífico de América del Sur y el más conocido en Valparaíso durante la década de 1930, recibiendo huéspedes como ministros, vicepresidentes, entre otros, éste dejó de funcionar a mediados del siglo XX.

Este inmueble es cabecera de solar, debido a que sus tres fachadas continuas se disponen a vías públicas, la cuarta fachada corresponde a un muro cortafuego que colinda con el edificio de la Cámara de Comercio de Valparaíso, es un inmueble de tres pisos más una mansarda y subterráneo, se cree que el subterráneo era utilizado como bodegas accediendo a este por calle Blanco, mientras que el primer nivel se utilizaba con uso comercial y los pisos superiores (segundo, tercer nivel y mansarda) eran utilizados como hotel (Ver fig. 158) con las respectivas habitaciones (Salazar, 2014).

El edificio de cuatro pisos, estaba distribuido con amplias habitaciones en la parte superior, contaba con ascensores que llegaban al hall de entrada, además de un comedor para 300 personas, el espacio combinaba el lujo y la comodidad, habían peluquerías en su interior, salón de billares, baños con grifería europea, calefacción en todo el edificio. En el primer nivel del inmueble funcionaron el Jardín Pümpin, el Café Vienés, Casa Forestier y en la actualidad continúa el Instituto Chileno Norteamericano de Cultura. Esto debido a que en 1945 el edificio fue loteado en tres grandes partes y luego en muchas más a distintos dueños, funcionando en el lugar bares, restaurantes, relojerías, casas comerciales, oficinas de auditorías, sedes del Instituto Norteamericano, hasta oficinas administrativas de gendarmería.

Respecto a la materialidad del edificio según Salazar (2014), el subterráneo está construido en sus fundaciones perimetrales en piedra y albañilería de ladrillo armada, los pisos superiores cuentan con muros resistentes contruidos en albañilería de ladrillo común (38x19,5x6 cm) posiblemente armada con hierro en su interior. Los morteros utilizados son de cal para la albañilería de ladrillo y para los muros de piedra. Desde el segundo piso los tabiques divisorios interiores están contruido en estructura de madera de roble de 6x6", 5x5" y 4x4" dependiendo del espesor del tabique, rellenos con adobillos y revestidos con entablillados horizontales de madera (listones de 1x1/2" con espacios de 1" entre cada listón), con revoque de barro y terminación en cal.

En el primer nivel también se encuentran pilares de hierro circulares de sección 20 cm. La estructura de suelo está conformada por envigados de hierro con bovedillas de ladrillo en el primer y segundo nivel, mientras que en los pisos superiores se utiliza envigados de madera de roble recubiertos con entablados de madera de coigüe de 11/2" y 4" en pisos y cielos.

El espesor de los cimientos del muro de piedra es de sección variable que en su parte más ancha alcanza los 120 cm y en su parte más angosta 80 cm,

mientras que los muros perimetrales de albañilería de ladrillo tienen un ancho variable en el primer piso tienen un espesor de 80 cm, en el segundo piso de 70 cm y en el tercer piso de 60 cm.

Tras realizar la primera etapa de identificación y caracterización del primer caso de estudio el Ex Hotel Royal se obtuvo la siguiente ficha de levantamiento de información (Ver ficha I) y se pasó a desarrollar la segunda etapa de levantamiento de información patológica con una visita a terreno que permitió obtener el registro de levantamiento de daños (Ver ficha II), para posteriormente aplicar la metodología de cuantificación de daños obteniendo los siguientes resultados.

El Ex Hotel Royal presenta lesiones químicas como paramentos ennegrecidos producto de la contaminación atmosférica, aparición de organismos como plantas superiores, lesiones físicas como suciedad por depósito superficial y por lavado diferencial, lesiones mecánicas como grietas de gran magnitud y longitud, fisuras, desprendimientos de revocos o acabados y estructura de soporte descubierta, además de una lesión que no estaba contemplada como son los grafitis que afectan directamente sobre los valores del inmueble.

Figura 157
Fotografía del Hotel Royal de Valparaíso, 1899.
Fuente: En terreno Chile. Disponible en: <https://www.enterreno.com/moments/hotel-royal-de-valparaiso-1899>



Figura 158
Fotografía izq. vista interior del corredor de acceso al Hotel Royal. Fotografía der. vista interior del hall en el segundo piso del Hotel Royal.
Fuente: Museo Histórico Nacional, Fotografía patrimonial.
Disponible en: <https://www.fotografiapatrimonial.cl/Fotografia/Detalle/20803> <https://www.fotografiapatrimonial.cl/Fotografia/Detalle/20804>



FICHA I: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA INMUEBLES PORTEÑOS

DATOS GENERALES

ANTECEDENTES DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Año de construcción o periodo:

Rol: Arquitecto o autor:

Propietario original y actual: Nombre del inmueble:

PROTECCIÓN LEGAL DEL BIEN

NIVEL MUNDIAL Sitio de Patrimonio Muncial (SPM)

Emplazado dentro de: ÁREA UNESCO ÁREA DE AMORTIGUACIÓN FUERA DEL ÁREA UNESCO

NIVEL NACIONAL MONUMENTO NACIONAL SI NO

Bajo la categoría: MH (Monumento histórico) MP (Monumento público) ZT (Zona típica)

MA (Monumento arqueológico) SN (Santuario de la naturaleza) M.Pal. (Monumento paleontológico)

Nombre del MH, ZT u otro:

NIVEL COMUNAL (PRC) ICH (Inmueble de conservación histórica) ZCH (Zona de conservación histórica)

CARACTERÍSTICAS DEL BIEN Y USOS

EMPLAZAMIENTO PLAN (Entre el borde costero y el pie de cerro) PRIMERA TERRAZA (Entre el pie de cerro y las alturas de 45 a 70 ms.n.m.) SEGUNDA TERRAZA (Entre los 70 y 120 ms.n.m., cota regular de Av. Alemania)

Topográfico: TERCERA TERRAZA (Cerros mayores entre los 120 y 300 ms.n.m.) OTRO:

Tipo de edificación: Manzana Esquina Entre medianeros

N° DE PISOS 1 piso 2 pisos 3 pisos

4 piso Más pisos:

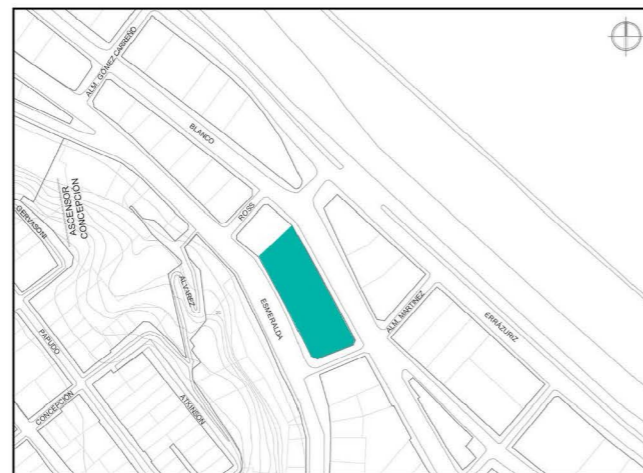
SISTEMA DE AGRUPAMIENTO Continuo Pareado Aislado

USO ACTUAL Residencial Equipamiento Almacenamiento

Industrial Sin uso Otro uso: Comercio, oficina, educación, cultura, bodega.

PLANIMETRÍA DE EMPLAZAMIENTO

En la ubicación indicar la orientación (Norte) e incluir calles aledañas, puede ser sin escala o con escala a elección.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Breve reseña del inmueble.

Inmueble construido sobre los cimientos del Hotel de France que ocupaba el predio anteriormente al incendiarse se construyó el Hotel Royal que pertenecía al empresario Arturo Causiño, aunque luego fue inscrito a nombre de otros propietarios. Llegó a ser el mejor hotel de la costa del Pacífico de América del Sur, recibiendo huéspedes de renombre, este hotel dejó de funcionar a mediados del siglo XX.

VALORES DEL BIEN

HISTÓRICO SOCIAL Antigüedad Relevancia Persistencia de uso

Reconocimiento de la comunidad

ARQUITECTÓNICO Morfología Tipología Sistema constructivo

Singularidad Representativo Integridad

URBANO Imagen Conjunto Entorno

Emplazamiento Vistas Trazado

INTANGIBLE CULTURAL Costumbres y tradiciones Modo de vida

Otros valores:

DATOS CONSTRUCTIVOS

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL INMUEBLE

ALBANILERÍA DE LADRILLO Simple Confinada Armada

LADRILLOS HECHOS A MANO LADRILLOS HECHOS A MÁQUINA

Tipo de ladrillo empleado: (según la normativa Chilena) Muralla o común (40x20x7 cm) MqM (Ladrillos macizos hecho a máquina) MqP (Ladrillos perforados hecho a máquina)

Oficial o fiscal (31x15x7 cm) MqH (Ladrillos huecos hecho a máquina)

Otros tipos: Crudos o adobes Refractarios Otro:

Tipos de mortero: Cal hidráulica (cemento natural) Cemento romano artificial Cemento Portland

Otro:

ENTRAMADOS DE MADERA SISTEMA VIGA-PILAR ENTRAMADOS PESADOS ENTRAMADOS LIGEROS

Box Frame Balloon Frame

Aisled Frame Platform Frame

Cruck Frame Otro:

Stud Frame

SISTEMA MIXTO MADERA-ADOBILLO LADRILLO-MADERA PIEDRA-LADRILLO

Breve descripción del sistema constructivo que se utilizó (anexar escantillones abajo).

Otro: PIEDRA-LADRILLO-MADERA/ADOBILLO

Las fundaciones del inmueble son de piedra y albañilería de ladrillo armada, los pisos superiores son de albañilería de ladrillo común (38x19,5x6 cm) armada posiblemente con hierro en su interior, los morteros para la albañilería de ladrillo y los muros de piedra son de cal, desde el segundo nivel los tabiques divisorios interiores son de madera de roble, rellenos con adobillos y revestidos con entablillados horizontales de madera, con revoque de barro y terminación en cal.

Escantillones.

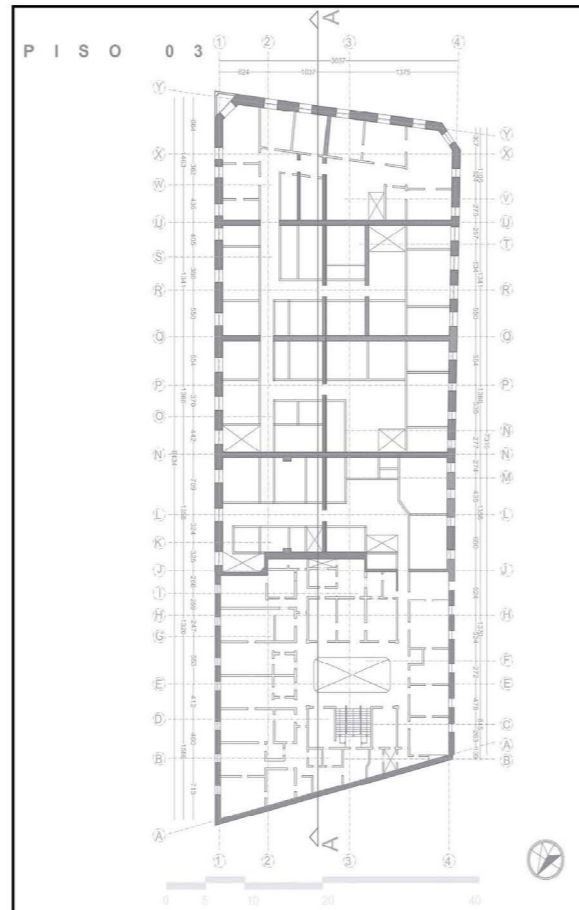
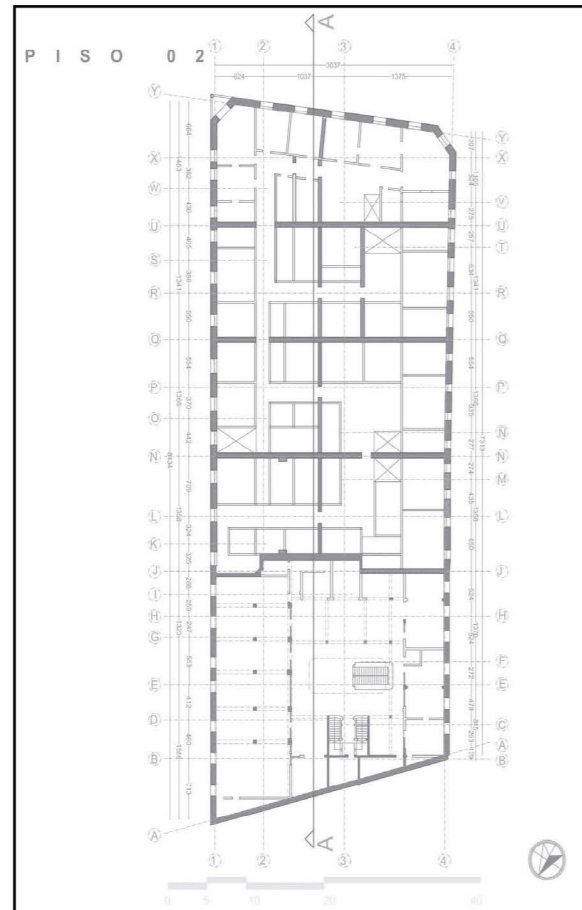
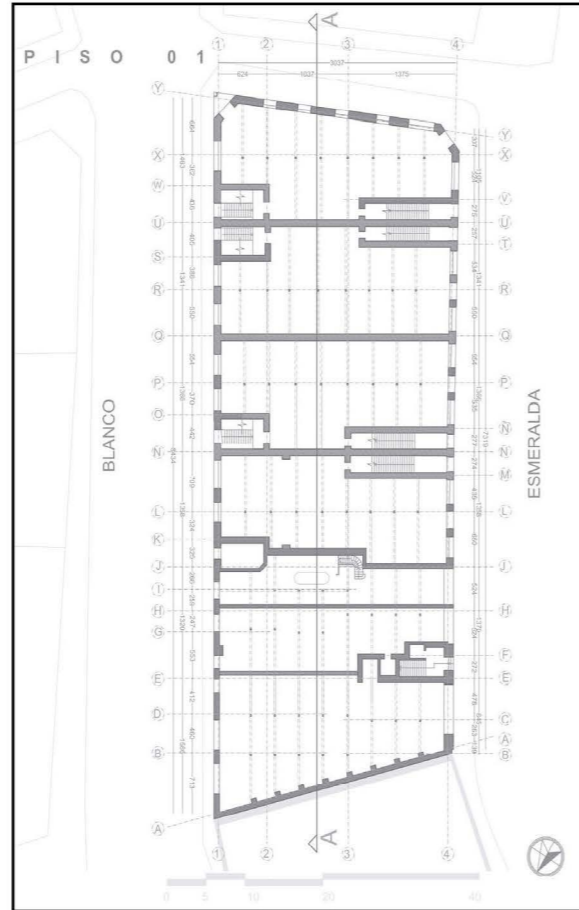
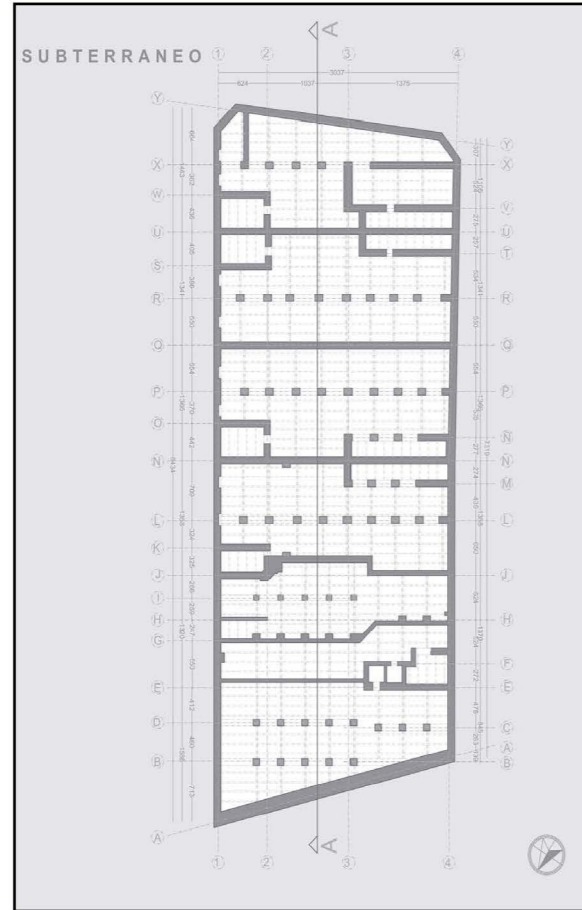


Fuente: Salazar, 2014.

PRIMERA ETAPA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

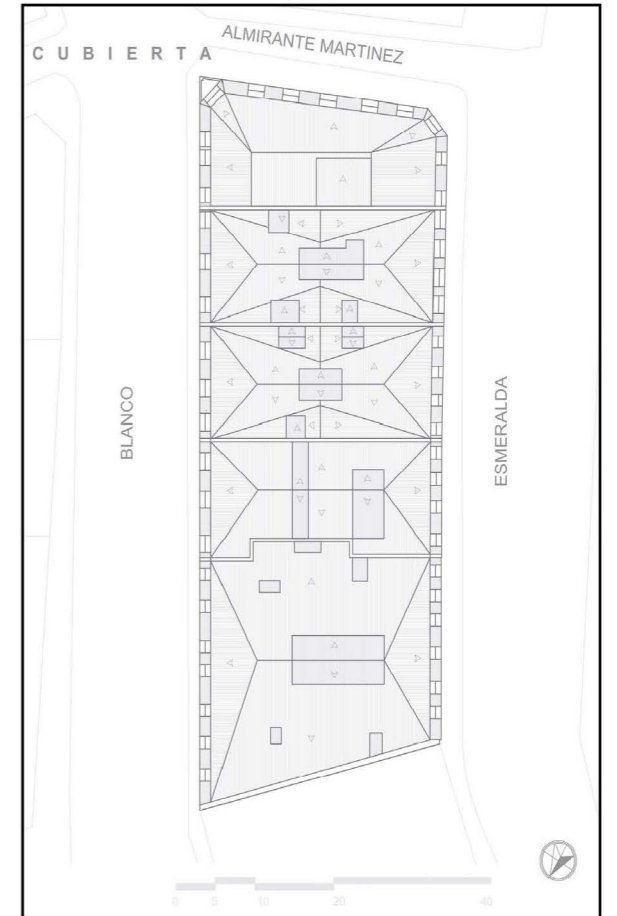
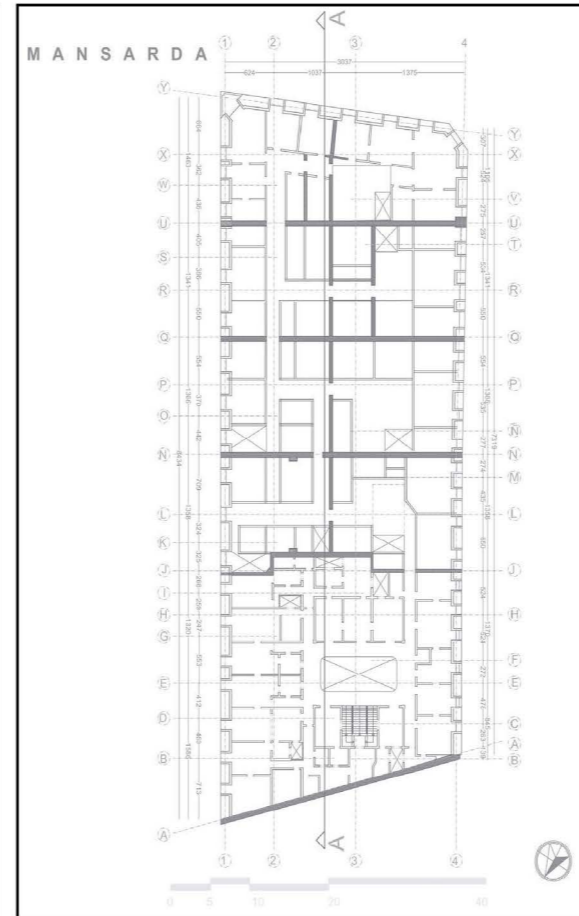
PLANIMETRIA GENERAL

Plantas de los diversos niveles del inmueble.



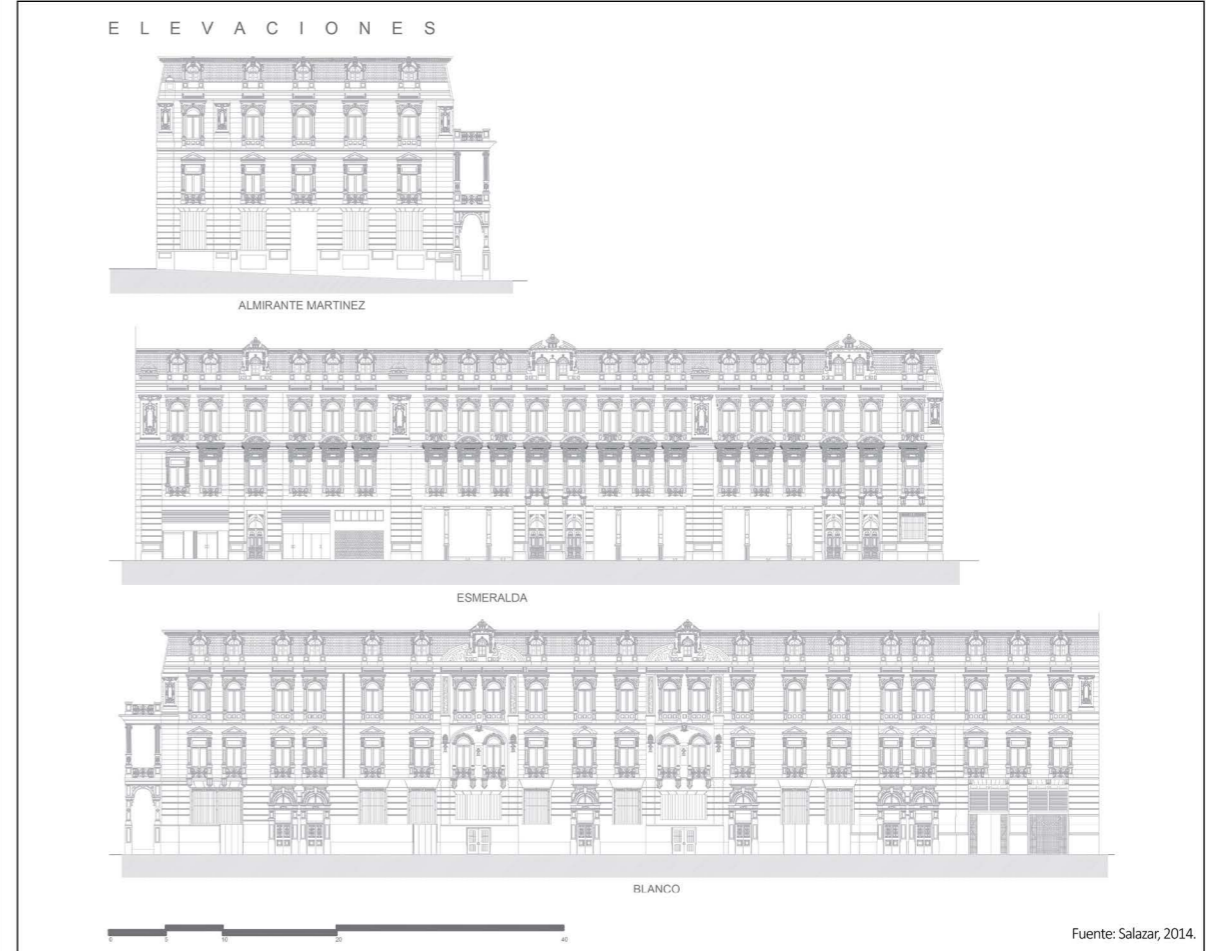
Fuente: Salazar, 2014.

PRIMERA ETAPA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN



Fuente: Salazar, 2014.

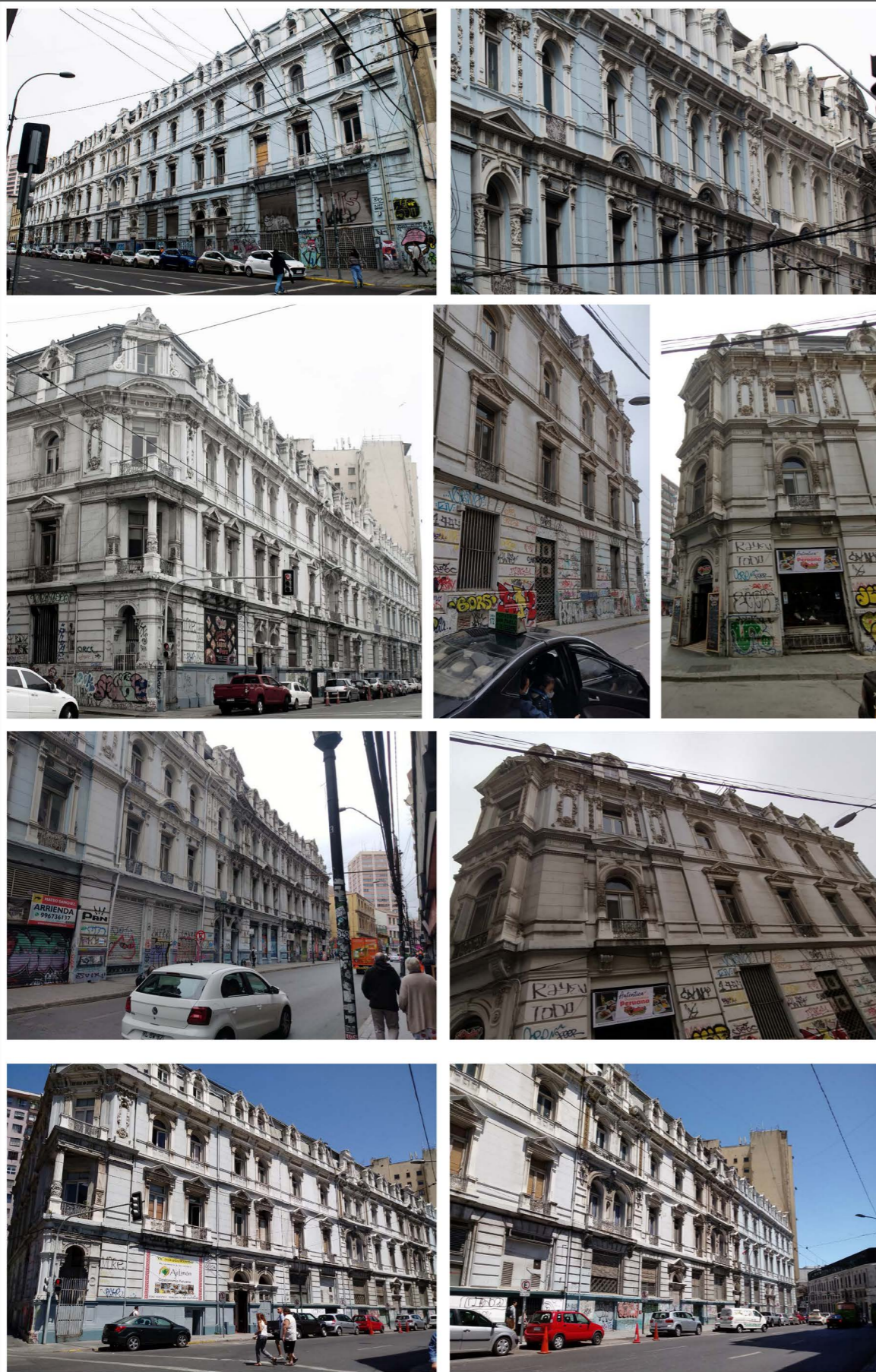
Elevaciones de todas la fachadas del inmueble.



Fuente: Salazar, 2014.

FOTOGRAFÍAS DEL INMUEBLE

Fotografías relevantes del inmueble.



Fuente imágenes: Ardiles & archivo propio, 2022

FICHA II: LEVANTAMIENTO PATOLÓGICO PARA INMUEBLES PORTENOS

DATOS PATOLÓGICOS

IDENTIFICAR LAS PATOLOGÍAS PRESENTES EN EL INMUEBLE

PATOLOGÍAS DE LA BAÑILERÍA DE LADRILLO

Sintomatología (lesión observada)

- | | | | |
|-----------------|--|--|---|
| QUÍMICAS | <input type="checkbox"/> EFLORESCENCIAS | <input type="checkbox"/> EROSIÓN QUÍMICA | <input checked="" type="checkbox"/> CONTAMINACIÓN ATMOS-FÉRICA |
| | <input type="checkbox"/> Eflorescencias blancas | <input type="checkbox"/> Costras (generan exfoliación) | <input type="checkbox"/> Disolución de la cal o carbonato |
| | <input type="checkbox"/> Eflorescencias amarillentas | <input type="checkbox"/> Ampollas | <input type="checkbox"/> Costras |
| | | <input type="checkbox"/> Disgregación (material convertido en arena) | <input checked="" type="checkbox"/> Depósitos (paramentos ennegrecidos) |
| | <input checked="" type="checkbox"/> ORGANISMOS | | |
| | <input type="checkbox"/> Hongos | | |
| | <input type="checkbox"/> Líquenes | | |
| | <input type="checkbox"/> Musgos | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Plantas superiores | | |

% de Alteración ¹ :	— focalizado 20%	—	parcial 50%
Lesión primaria o secundaria ² :	— secundaria	—	primaria

FÍSICAS

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> HUMEDADES | <input type="checkbox"/> EROSIONES FÍSICAS | <input checked="" type="checkbox"/> SUCIEDAD |
| <input type="checkbox"/> De obra | <input type="checkbox"/> Desprendimientos | <input checked="" type="checkbox"/> Por depósito (superficial o interno) |
| <input type="checkbox"/> Capilar | <input type="checkbox"/> Material pulverizado / desintegración | <input checked="" type="checkbox"/> Por lavado diferencial |
| <input type="checkbox"/> De filtración | <input type="checkbox"/> Exfoliaciones | |
| <input type="checkbox"/> De condensación | <input type="checkbox"/> Desconchados | |
| <input type="checkbox"/> Accidental | <input type="checkbox"/> Redondeos / desgastes | |

% de Alteración :	—	—	focalizado 5%
Lesión primaria o secundaria :	—	—	primaria

MECÁNICAS

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> DEFORMACIONES | <input checked="" type="checkbox"/> GRIETAS Y FISURAS | <input type="checkbox"/> EROSIÓN MECÁNICA |
| <input type="checkbox"/> Flechas | <input type="checkbox"/> Microfisuras | <input type="checkbox"/> Desgaste del material |
| <input type="checkbox"/> Pandeos | <input checked="" type="checkbox"/> Fisuras | <input type="checkbox"/> Pérdida de material superficial |
| <input type="checkbox"/> Alabeos | <input checked="" type="checkbox"/> Grietas | |
| <input type="checkbox"/> Desplomes | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> De acabados o revocos | | |
| <input type="checkbox"/> Abombamientos | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Estructura de soporte descubierta | | |

% de Alteración :	— focalizado 25%	focalizado 30%	—
Lesión primaria o secundaria :	— secundaria	primaria	—

¹ El % de alteración de la lesión mide el alcance del daño, señalando si este es: focalizado (sector o elemento puntual); parcial (presente en un 50% del inmueble); o general (sobre un 50% del inmueble).

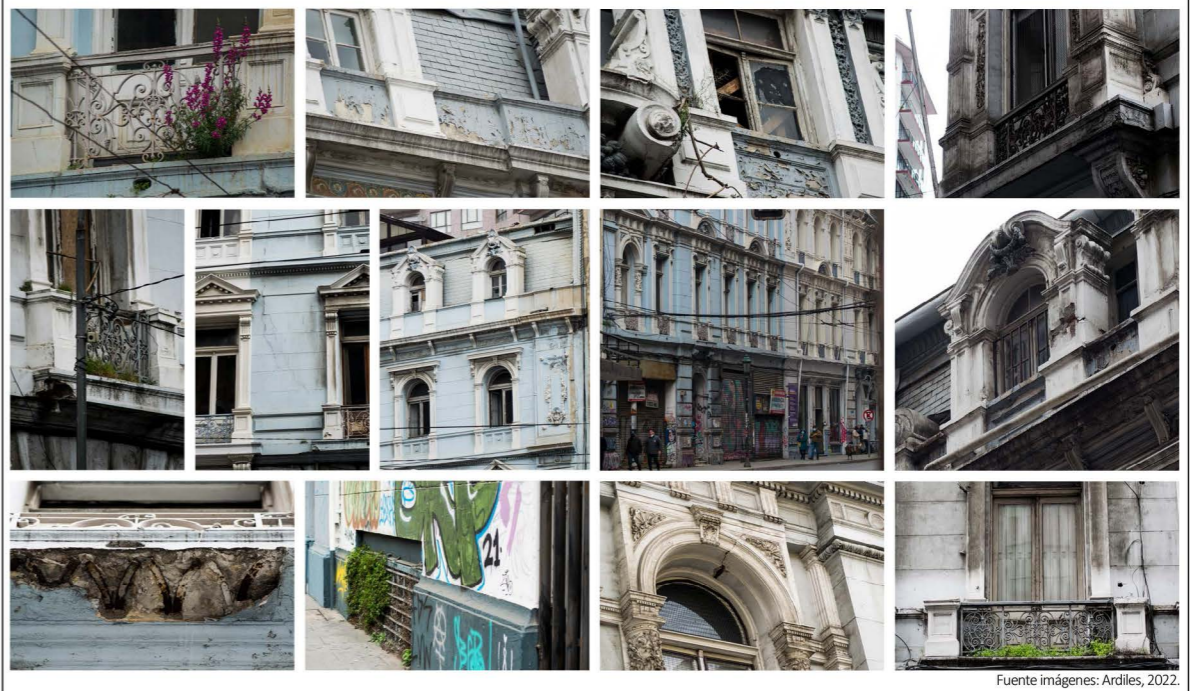
² Las lesiones primarias aparecen en primer lugar y las secundarias surgen como consecuencia de una lesión anterior.

PATOLOGÍAS DE LOS ENTAMADOS DE MADERA		Sintomatología (lesión observada)			
AGENTES ABIÓTICOS O FÍSICOQUÍMICOS	<input type="checkbox"/> DEGRADACIÓN POR LA LUZ	<input type="checkbox"/> HUMEDAD ATMOSFÉRICA	<input type="checkbox"/> FUEGO		
	<input type="checkbox"/> Cambios de color (oscurecimiento o aclarado)	<input type="checkbox"/> Fendas	<input type="checkbox"/> Combustión		
	<input type="checkbox"/> Descomposición de la celulosa	<input type="checkbox"/> Alabeos	<input type="checkbox"/> Grietas		
	<input type="checkbox"/> Agrietamiento en dirección de las vetas	<input type="checkbox"/> Pérdida de resistencia	<input type="checkbox"/> Desintegración		
	<input type="checkbox"/> USO MECÁNICO	<input type="checkbox"/> Oscurecimiento	<input type="checkbox"/> Carbonización		
	<input type="checkbox"/> Fatiga y pérdida de resistencia				
	<input type="checkbox"/> Deformación y desgaste por rozamiento				
	% de Alteración :				
	Lesión primaria o secundaria :				
	AGENTES BIÓTICOS O BIOLÓGICOS	<input type="checkbox"/> HONGOS	<input type="checkbox"/> MOHOS Y BACTERIAS	<input type="checkbox"/> INSECTOS	
<input type="checkbox"/> Cromógenos (cambios de coloración)		<input type="checkbox"/> Daño superficial / estético (madera manchada)	<input type="checkbox"/> Coleópteros (agresión rápida, perforaciones y desprendimiento de polvo)		
<input type="checkbox"/> De pudrición / blanca o parda (pérdida de resistencia severa, desintegración y ablandamiento)		<input type="checkbox"/> Disminución de resistencia de las fibras, aumento permeabilidad	<input type="checkbox"/> Isópteros (abultamientos superficiales, restos de barro, fallas de resistencia)		
% de Alteración :					
Lesión primaria o secundaria :					
OTRAS PATOLOGÍAS ENCONTRADAS		<input checked="" type="checkbox"/> VANDALISMO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input checked="" type="checkbox"/> Graffitis en fachadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
% de Alteración :		parcial 50%			
Lesión primaria o secundaria :		primaria			

REGISTRO DE LESIONES PATOLÓGICAS

MAPA DE DAÑOS

Mapa de daños de las fachadas afectadas del inmueble y registro fotográfico de las lesiones más relevantes.



FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Síntesis de las lesiones que afectan al inmueble y las posibles causas.

El Ex Hotel Royal presenta lesiones químicas como paramentos ennegrecidos debido a contaminantes presentes en la atmósfera, aparición de organismos como plantas superiores en diversos lugares de la fachada y de distintos tamaños aparecen por lo general debido a la falta de mantenimiento, mientras que las lesiones físicas presentes en el inmueble es la suciedad por depósito superficial y por lavado diferencial las causas de estas lesiones por lo general son partículas contaminantes sumado a factores climáticos y la gran cantidad de relieve que presentan las fachadas. Las lesiones mecánicas que presenta el inmueble son grietas de gran magnitud y longitud, junto con fisuras la posible causa son los sismos, por otro lado los desprendimientos de revocos es causado por la exposición del inmueble ante los agentes atmosféricos, otra lesión presente es la estructura de soporte descubierta en los balcones principalmente u elementos sobresalientes de la fachada producido generalmente por un desgaste del material y por último, los graffitis que tiene una causa antrópica.

Cabe señalar que en este caso de estudio las fachadas más afectadas y que presentan una mayor cantidad de lesiones son Blanco y Esmeralda, mientras que la fachada de Almirante Martínez presenta pocas lesiones focalizadas y una alta contaminación atmosférica, es la única fachada que no presenta crecimiento de organismos.

PASO 1:

$$\text{Cada Lesión} = \frac{(G + U + T)}{3}$$

1. Paramentos ennegrecidos = $(G+U+T) / 3$
 Paramentos ennegrecidos = 3 (grave) + 1 (no urgente) + 4 (muy frecuente) / 3
 P.E. = 8 / 3
 P.E. = 2.6

2. Plantas superiores = $(G+U+T) / 3$
 Plantas superiores = 3 (grave) + 1 (no urgente) + 3 (frecuente) / 3
 P.S. = 7 / 3
 P.S. = 2.3

3. Depósitos superficiales y por lavado diferencial = $(G+U+T) / 3$
 D.S. y L.D. = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 2 (recurrente) / 3
 D.S. y L.D. = 4 / 3
 D.S. y L.D. = 1.3

4. Grietas = $(G+U+T) / 3$
 Grietas = 3 (grave) + 3 (urgente) + 3 (frecuente) / 3
 G. = 9 / 3
 G. = 3

5. Fisuras = $(G+U+T) / 3$
 Fisuras = 1 (leve) + 2 (peligro) + 3 (frecuente) / 3
 F. = 6 / 3
 F. = 2

6. Desprendimientos acabados = $(G+U+T) / 3$
 D.A. = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 4 (muy frecuente) / 3
 D.A. = 6 / 3
 D.A. = 2

7. Estructura de soporte descubierta = $(G+U+T) / 3$
 E.S.D. = 2 (moderado) + 3 (urgente) + 1 (infrecuente) / 3
 E.S.D. = 6 / 3
 E.S.D. = 2

8. Grafitis = $(G+U+T) / 3$
 Gf. = 3 (grave) + 1 (no urgente) + 4 (muy frecuente) / 3
 Gf. = 8 / 3
 Gf. = 2.6

PASO 2:

$$\text{Daño total de lesiones del inmueble} = \frac{(\sum \text{lesiones})}{\text{cantidad de lesiones}}$$

Daño total de lesiones del inmueble = 2.6 + 2.3 + 1.3 + 3 + 2 + 2 + 2 + 2.6 / 8
 Daño total de lesiones del inmueble = 17.8 / 8
Daño total de lesiones del inmueble = 2.2

PASO 3:

$$\text{Daño del contexto} = \frac{(\text{Variables del contexto})}{7}$$

Variables del contexto = contexto (A+O) + calidad de la construcción (C)+ capacidad de gestión (E+G) + físico, morfológico (M) + ocupación, usos (U)
 Variables del contexto = (A+O) + (C)+ (E+G) + (M) + (U)
 Variables del contexto = (3+1.5) + (1)+ (1.5+3) + (1.5) + (1.5)
 Variables del contexto = 4.5 + 1 + 4.5 + 1.5 + 1.5
 Valor final variables del contexto = 13

Daño del contexto = 13 / 7
Daño del contexto = 1.8

PASO 4:

$$\text{Daño Final} = \frac{\text{daño total de lesiones} + \text{daño contexto}}{2}$$

Daño final = 2.2 + 1.8 / 2
 Daño final = 4 / 2
Daño Final = 2

II. Hotel Reina Victoria.

El Hotel Reina Victoria se encuentra emplazado a un costado de la Plaza Sotomayor, entre las calles Cochrane, Sotomayor y Blanco. Este hotel fue construido sobre el terreno que ocupó el Hotel Inglés (Ver fig. 159), hotel considerado de segunda categoría en su época, su propietario era un comerciante llamado Gregorio Polich, el hotel contaba con un restaurante y una capacidad para alojar 200 personas, aquel hotel sufrió un incendio en 1897. Tras su destrucción y nulo uso, la municipalidad ordena su demolición construyéndose el nuevo Hotel diseñado por el arquitecto Harrington en el mismo terreno, inaugurando el edificio el 14 de febrero de 1903, con una cena ofrecida por el mandante Gregorio Polich (Salazar, 2014).

Durante el terremoto de 1906, describe Salazar (2014), el edificio sufrió ciertos daños menores como caídas de cornisas, daños que fueron reparados. Luego en 1909, el dueño del hotel pasó a ser Bartolomé Solari un comerciante italiano, posterior a ello en 1919 el propietario del inmueble pasó a ser Modesto Ramacciotti, luego a principios de 1920 figura como dueño Francisco Nolli, quién cambia el nombre del inmueble a Hotel Reina Victoria en memoria de la Reina Victoria. En 1930 desapareció el edificio que se interponía entre el hotel y la plaza, quedando expuesta su fachada hacia la explanada de la plaza Sotomayor (Ver fig. 160).

Este inmueble cuenta con una distribución interior de planta libre sin estructuras verticales primarias y está compuesto de tres pisos más una mansarda y un subterráneo, el acceso al subterráneo es desde el interior del edificio, se cree que este era utilizado como bodega, el vestíbulo original se ubicaba en el primer nivel y se accedía a él por calle Cochrane luego este acceso se trasladó a calle Sotomayor, también en este primer nivel se encontraba el salón de baile y restaurante. En los niveles superiores del Hotel se encuentran las habitaciones con vista hacia la plaza Sotomayor, la circulación se encuentra en la parte trasera del edificio que colinda con el muro cortafuego en la mayoría de su extensión, aquella circulación tiene un ancho de 1,25 metros, por otra parte, la circulación vertical desde el primer nivel hasta la mansarda se encuentra en el extremo del inmueble que da a calle Cochrane, intervención posterior del edificio (Salazar, 2014).

El Hotel Reina Victoria cuenta en la actualidad con 18 habitaciones, las habitaciones más grandes se encuentran hacia calle Blanco, el vestíbulo se redujo a una parte del primer piso, nivel que también es compartido con otros establecimientos comerciales, mientras que el restaurante, la cocina y bodega del hotel se encuentra en el subterráneo (Salazar, 2014).

Este Hotel se caracteriza por su particularidad arquitectónica debido a la estrechez del terreno en donde se emplaza, el inmueble de sección en planta AxB es bastante angosto, por ello las habitaciones se encuentran en hileras conectadas por el pasillo interior (Ver fig. 161).

Sobre la materialidad de éste según Salazar (2014), el subterráneo se constituye de muros de grandes piedras sin argamasa que tienen un espesor de 80 cm o 115 cm, además cuenta con cinco contrafuertes hacia el muro cortafuego y sólo con uno hacia Sotomayor construidos en albañilería -ladrillo y cal-, las dimensiones de los contrafuertes son de 60x80 cm de base y 50x80 cm de corona, distanciados cada 4 metros aproximadamente, el contrafuerte que se ubica hacia Sotomayor llega hasta el tercer nivel, mientras que los otros cinco contrafuertes no sobrepasan el primer piso.

El muro cortafuego fue construido en albañilería de ladrillo y tiene un ancho de 40 cm, el primer piso cuenta con un muro perimetral de albañilería de la-

drillo reforzada en el interior tiene un ancho variable que va de 60 a 40 cm; el segundo y tercer piso están construidos en tabiquería de madera -madera de roble de 10"x10" o 10"x15"- rellena con ladrillos comunes -de dimensiones 38x18,5x6 cm- y adheridos con cal, muros que tienen un espesor de 30 a 40 cm en total.

Por último, la mansarda está construída en tabiquería de madera de roble con pies derechos cada 60 cm, diagonales en vanos y extremos, soleras inferiores y superiores. Los envigados de piso del primer al cuarto piso son de madera, así como la tabiquería divisoria de las habitaciones, material que también se emplea en la cubierta. Cabe señalar que se utilizó hierro, como refuerzo de los dinteles de los vanos del primer piso en forma de vigas doble T y también como refuerzo interior de la albañilería de ladrillo tanto en el primer nivel como en el muro cortafuego.

Es importante señalar que en el 2012 el inmueble fue restaurado, cuidando el carácter histórico, la estética inglesa y el tipo de construcción basada en ladrillos antiguos y vigas de madera.

Tras realizar la primera etapa de identificación y caracterización del segundo caso de estudio el Hotel Reina Victoria se obtuvo la siguiente ficha de levantamiento de información (Ver ficha I) y se pasó a desarrollar la segunda etapa de levantamiento de información patológica tras una visita a terreno que permitió obtener el registro de levantamiento de daños (Ver ficha II), para posteriormente aplicar la metodología de cuantificación de daños obteniendo los resultados descritos a continuación.

El Hotel Reina Victoria presenta lesiones químicas como la contaminación atmosférica que provoca paramentos ennegrecidos, excrementos de organismos animal como son las gaviotas, lesiones mecánicas como grietas de magnitud considerable y fisuras, junto con desprendimientos de los acabados, encontrándose las estructuras de soporte descubiertas principalmente en la fachada de Cochrane y existe presencia de grafitis pero en menor cantidad a diferencia del otro caso analizado anteriormente.

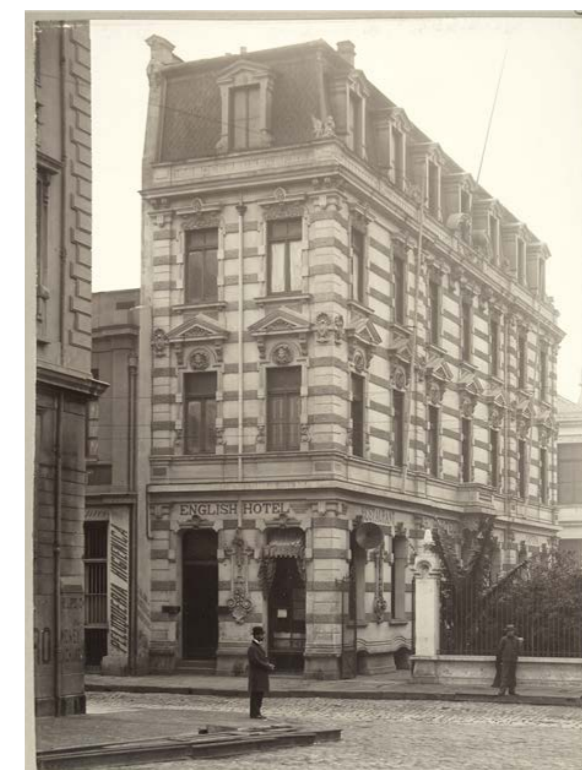


Figura 159
Fotografía vista lateral del antiguo Hotel Inglés. Autor no identificado.
Fuente: Museo Histórico Nacional, Fotografía patrimonial. Disponible en: <https://www.fotografiapatrimonial.cl/Fotografía/Detalle/19816>



Figura 160
Fotografía de la plaza Sotomayor con la fachada del hotel expuesta a la explanada. Autor no identificado. Fuente: Booking, n.d. Disponible en: <https://www.booking.com/hotel/cl/reina-victoria.es.html?activeTab=photosGallery>

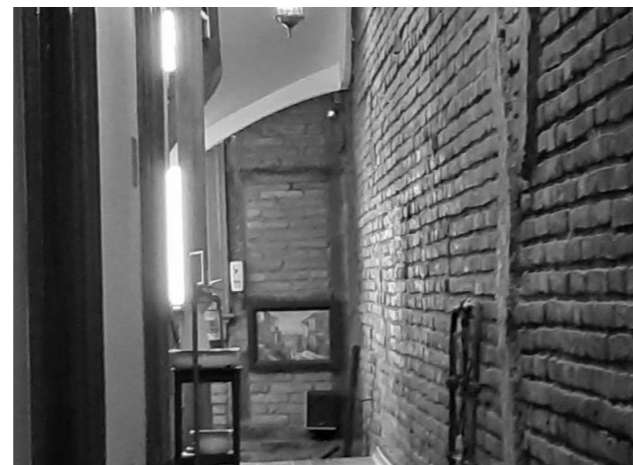


Figura 161
Fotografía izq. vista interior de una habitación del Hotel Reina Victoria. Fotografía der. vista interior del pasillo hacia la escalera, se aprecia el muro de entramado de madera relleno de albañilería. Fuente: Hotel Reina Victoria, n.d. Disponible en: <http://www.hotelreinaVictoria.cl/#alojamiento>

PRIMERA ETAPA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

FICHA I: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA INMUEBLES PORTEÑOS		
DATOS GENERALES		
ANTECEDENTES DE LA EDIFICACIÓN		
Dirección: Plaza Sotomayor N° 108	Año de construcción o periodo: 1903	
Rol: 00032-0007	Arquitecto o autor: E.O.F. Harrington Arellano	
Propietario original y actual: Gregorio Polich Urra Luengo Ltda.	Nombre del inmueble: Hotel Reina Victoria	
PROTECCIÓN LEGAL DEL BIEN		
NIVEL MUNDIAL	Sitio de Patrimonio Muncial (SPM)	
Emplazado dentro de:	<input checked="" type="checkbox"/> ÁREA UNESCO	<input type="checkbox"/> ÁREA DE AMORTIGUACIÓN <input type="checkbox"/> FUERA DEL ÁREA UNESCO
NIVEL NACIONAL	MONUMENTO NACIONAL <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
Bajo la categoría:	<input type="checkbox"/> MH (Monumento histórico) <input type="checkbox"/> MP (Monumento público) <input checked="" type="checkbox"/> ZT (Zona típica)	<input type="checkbox"/> MA (Monumento arqueológico) <input type="checkbox"/> SN (Santuario de la naturaleza) <input type="checkbox"/> M Pal. (Monumento paleontológico)
Nombre del MH, ZT u otro: Zona típica Plaza Sotomayor y edificios que la encierran (Sector 4 "Plaza Sotomayor y Justicia")		
NIVEL COMUNAL (PRC)	<input checked="" type="checkbox"/> ICH (Inmueble de conservación histórica)	<input checked="" type="checkbox"/> ZCH (Zona de conservación histórica)
CARACTERÍSTICAS DEL BIEN Y USOS		
EMPLAZAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> PLAN (Entre el borde costero y el pie de cerro)	<input type="checkbox"/> PRIMERA TERRAZA (Entre el pie de cerro y las alturas de 45 a 70 ms.n.m.) <input type="checkbox"/> SEGUNDA TERRAZA (Entre los 70 y 120 ms.n.m., cota regular de Av. Alemana)
Topográfico:	<input type="checkbox"/> TERCERA TERRAZA (Cerros mayores entre los 120 y 300 ms.n.m.)	<input type="checkbox"/> OTRO:
Tipo de edificación:	<input type="checkbox"/> Manzana <input checked="" type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Entre medianeros	<input type="checkbox"/> 3 pisos
N° DE PISOS	<input type="checkbox"/> 1 piso <input checked="" type="checkbox"/> 4 piso	<input type="checkbox"/> Más pisos:
SISTEMA DE AGRUPAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> Continuo	<input type="checkbox"/> Pareado <input type="checkbox"/> Aislado
USO ACTUAL	<input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Equipamiento <input type="checkbox"/> Sin uso <input checked="" type="checkbox"/> Otro uso: Hotel, comercio.
PLANIMETRÍA DE EMPLAZAMIENTO	<p>En la ubicación indicar la orientación (Norte) e incluir calles aledañas, puede ser sin escala o con escala a elección.</p> <p>Fuente: Elaboración propia, 2022.</p>	
Breve reseña del inmueble.		
<p>Inmueble construido en el terreno que ocupó el Hotel Inglés, su propietario inicial fue Gregorio Polich un comerciante, el nuevo edificio construido por Harrington se inauguró en 1903. Luego el inmueble pasa a otros propietarios Francisco Nollí cambia el nombre del hotel en memoria de la Reina Victoria, se caracteriza por ser angosto, fue restaurado en el 2012 y ha perdurado su uso como hotel hasta la actualidad.</p>		

VALORES DEL BIEN			
HISTÓRICO SOCIAL	<input checked="" type="checkbox"/> Antigüedad	<input checked="" type="checkbox"/> Relevancia	<input checked="" type="checkbox"/> Persistencia de uso
	<input type="checkbox"/> Reconocimiento de la comunidad		
ARQUITECTÓNICO	<input checked="" type="checkbox"/> Morfología	<input checked="" type="checkbox"/> Tipología	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema constructivo
	<input checked="" type="checkbox"/> Singularidad	<input checked="" type="checkbox"/> Representativo	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad
URBANO	<input checked="" type="checkbox"/> Imagen	<input type="checkbox"/> Conjunto	<input checked="" type="checkbox"/> Entorno
	<input checked="" type="checkbox"/> Emplazamiento	<input type="checkbox"/> Vistas	<input checked="" type="checkbox"/> Trazado
INTANGIBLE CULTURAL	<input type="checkbox"/> Costumbres y tradiciones	<input type="checkbox"/> Modo de vida	
	<input type="checkbox"/> Otros valores:		

DATOS CONSTRUCTIVOS

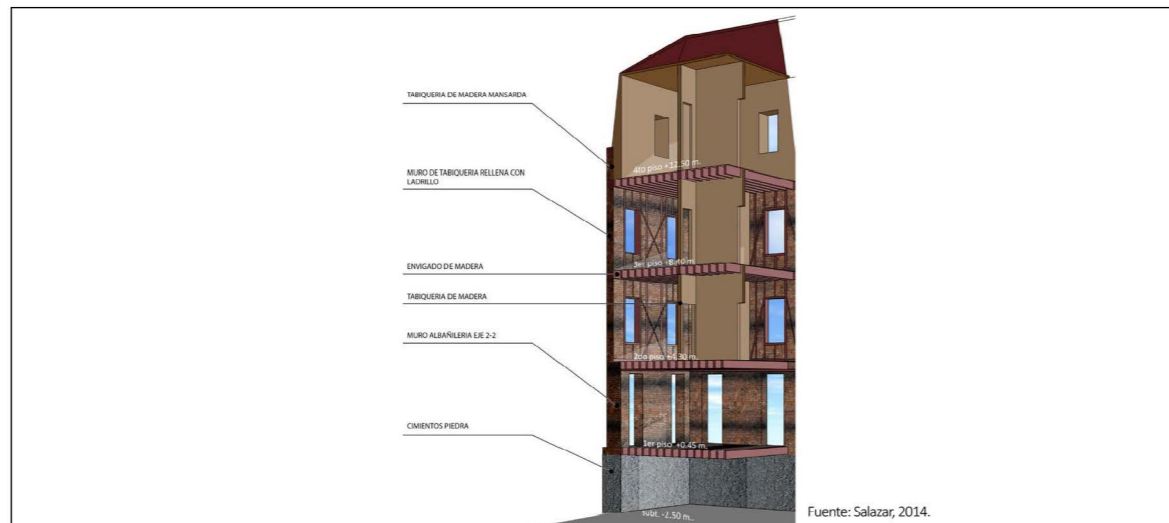
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL INMUEBLE

ALBANILERÍA DE LADRILLO	<input type="checkbox"/> Simple	<input type="checkbox"/> Confinada	<input checked="" type="checkbox"/> Armada
	<input checked="" type="checkbox"/> LADRILLOS HECHOS A MANO	<input type="checkbox"/> LADRILLOS HECHOS A MÁQUINA	
	<input checked="" type="checkbox"/> Muralla o común (40x20x7 cm)	<input type="checkbox"/> MqM (Ladrillos macizos hecho a máquina)	<input type="checkbox"/> MqP (Ladrillos perforados hecho a máquina)
	<input type="checkbox"/> Oficial o fiscal (31x15x7 cm)	<input type="checkbox"/> MqH (Ladrillos huecos hecho a máquina)	
Otros tipos:	<input type="checkbox"/> Crudos o adobes	<input type="checkbox"/> Refractarios	<input type="checkbox"/> Otro:
Tipos de mortero:	<input checked="" type="checkbox"/> Cal hidráulica (cemento natural)	<input type="checkbox"/> Cemento romano artificial	<input type="checkbox"/> Cemento Portland
	<input type="checkbox"/> Otro:		
ENTRAMADOS DE MADERA	<input type="checkbox"/> SISTEMA VIGA-PILAR	<input type="checkbox"/> ENTRAMADOS PESADOS	<input type="checkbox"/> ENTRAMADOS LIGEROS
		<input type="checkbox"/> Box Frame	<input type="checkbox"/> Balloon Frame
		<input type="checkbox"/> Aisled Frame	<input type="checkbox"/> Platform Frame
		<input type="checkbox"/> Cruck Frame	<input type="checkbox"/> Otro:
		<input type="checkbox"/> Stud Frame	
SISTEMA MIXTO	<input type="checkbox"/> MADERA-ADOBILLO	<input type="checkbox"/> LADRILLO-MADERA	<input type="checkbox"/> PIEDRA-LADRILLO
	<input checked="" type="checkbox"/> Otro: PIEDRA-LADRILLO/HIERRO-MADERA/LADRILLO - MADERA		

Breve descripción del sistema constructivo que se utilizó (anexar escantillones abajo).

Las fundaciones del inmueble son de piedra sin argamasa, con contrafuertes construidos en albañilería de ladrillo, un muro cortafuego de albañilería de ladrillo reforzada con hierro hacia su fachada oeste, el primer piso cuenta con un muro perimetral de albañilería de ladrillo reforzada, mientras que el segundo y tercer piso están construidos en tabiquería de madera de roble rellena con ladrillos comunes (38x18,5x6 cm) adheridos con cal. Por último, la mansarda está construida en tabiquería de madera de roble, los envigados de piso y las tabiquerías divisorias son de madera, igual que la cubierta.

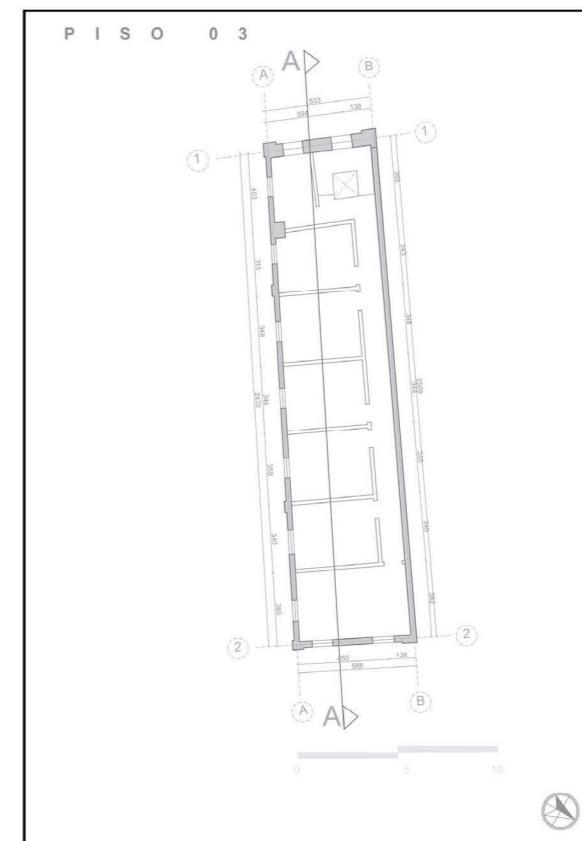
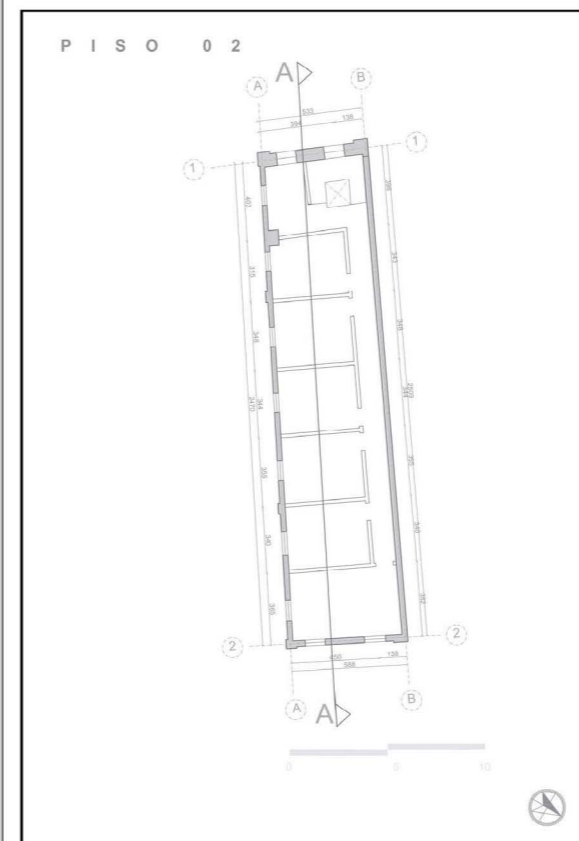
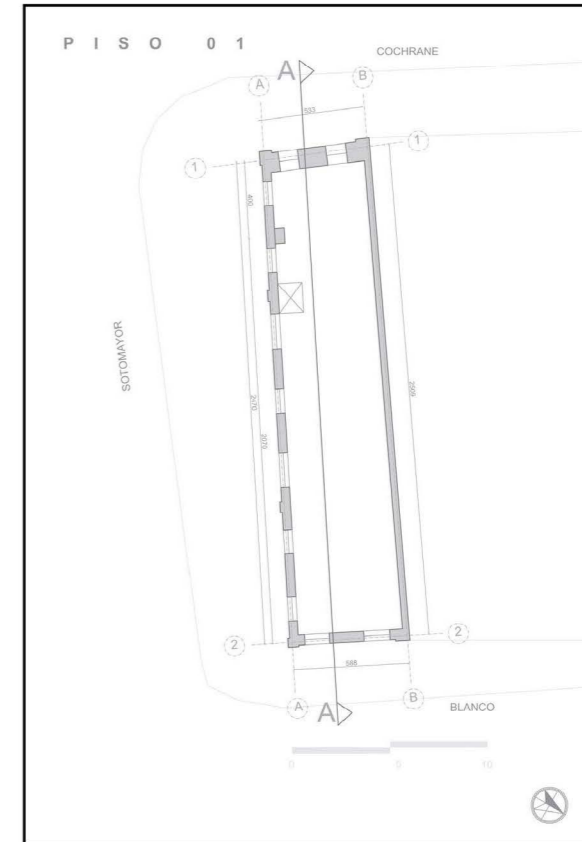
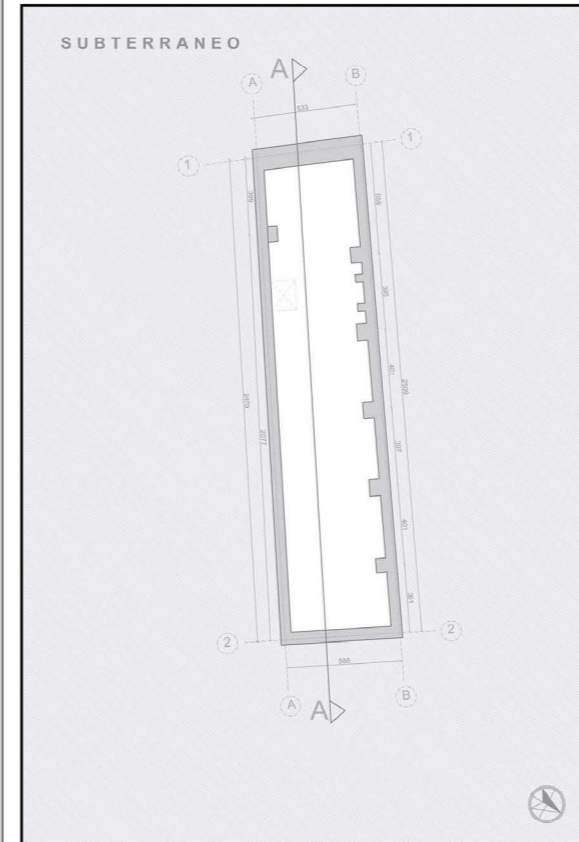
Escantillones.



Fuente: Salazar, 2014.

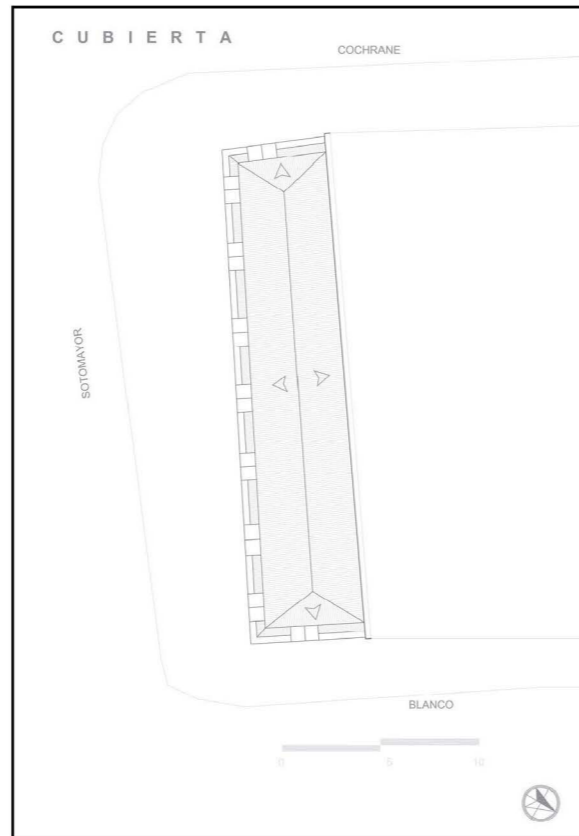
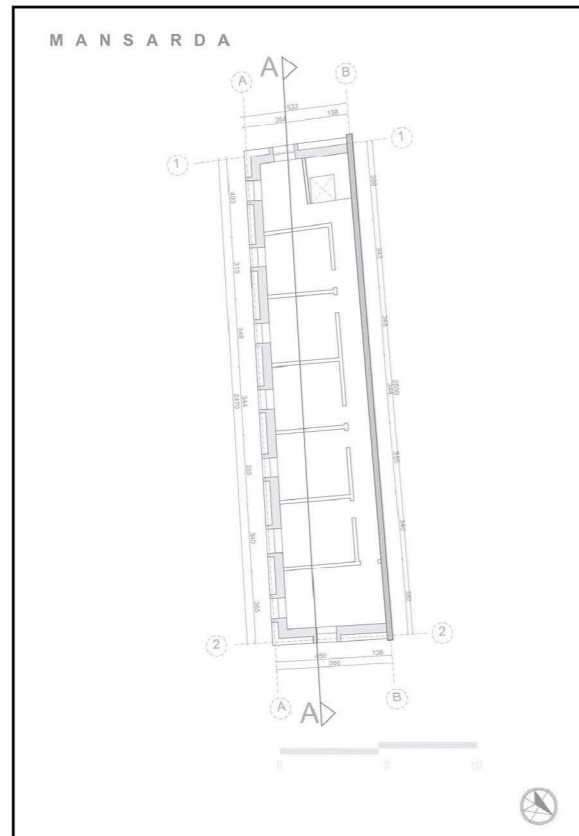
PLANIMETRIA GENERAL

Plantas de los diversos niveles del inmueble.



Fuente: Salazar, 2014.

PRIMERA ETAPA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN



Fuente: Salazar, 2014.

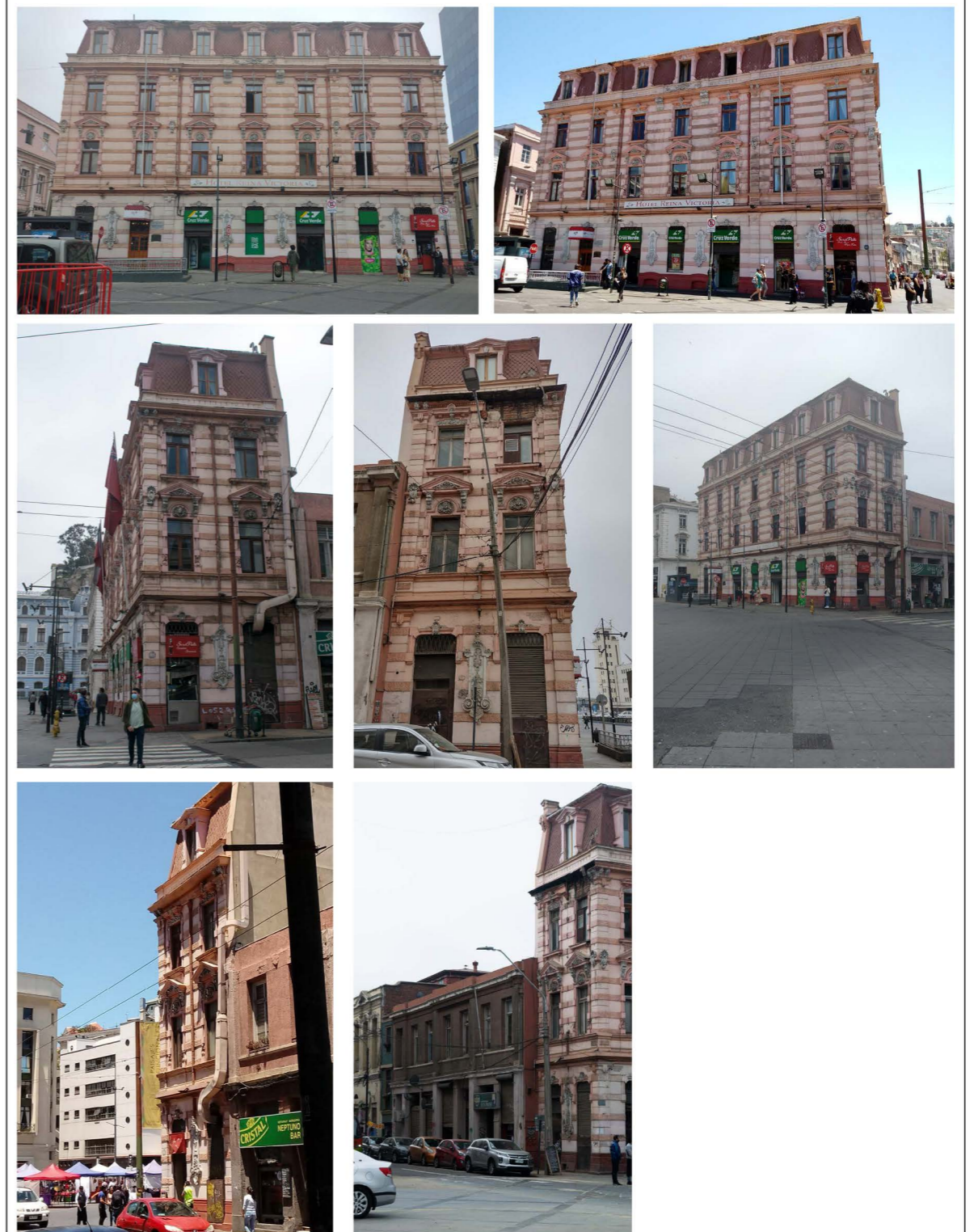
Elevaciones de todas la fachadas del inmueble.



Fuente: Salazar, 2014.

FOTOGRAFÍAS DEL INMUEBLE

Fotografías relevantes del inmueble.



Fuente imágenes: Ardiles & archivo propio, 2022.

PRIMERA ETAPA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

FICHA II: LEVANTAMIENTO PATOLÓGICO PARA INMUEBLES PORTENOS

DATOS PATOLÓGICOS

IDENTIFICAR LAS PATOLOGÍAS PRESENTES EN EL INMUEBLE

PATOLOGÍAS DE LA ALBAÑILERÍA DE LADRILLO

QUÍMICAS		Sintomatología (lesión observada)	
<input type="checkbox"/> EFLORESCENCIAS	<input type="checkbox"/> EROSIÓN QUÍMICA	<input checked="" type="checkbox"/> CONTAMINACIÓN ATMOS-FÉRICA	
<input type="checkbox"/> Eflorescencias blancas	<input type="checkbox"/> Costras (generan exfoliación)	<input type="checkbox"/> Disolución de la cal o carbonato	
<input type="checkbox"/> Eflorescencias amarillentas	<input type="checkbox"/> Ampollas	<input type="checkbox"/> Costras	
	<input type="checkbox"/> Disgregación (material convertido en arena)	<input checked="" type="checkbox"/> Depósitos (paramentos ennegrecidos)	
ORGANISMOS			
<input type="checkbox"/> Hongos			
<input type="checkbox"/> Líquenes			
<input type="checkbox"/> Musgos			
<input type="checkbox"/> Plantas superiores			

% de Alteración ¹:

—	—	general 60%
—	—	—

Lesión primaria o secundaria ²:

—	—	primaria
—	—	—

FÍSICAS		Sintomatología (lesión observada)	
<input type="checkbox"/> HUMEDADES	<input type="checkbox"/> EROSIONES FÍSICAS	<input type="checkbox"/> SUCIEDAD	
<input type="checkbox"/> De obra	<input type="checkbox"/> Desprendimientos	<input type="checkbox"/> Por depósito (superficial o interno)	
<input type="checkbox"/> Capilar	<input type="checkbox"/> Material pulverizado / desintegración	<input type="checkbox"/> Por lavado diferencial	
<input type="checkbox"/> De filtración	<input type="checkbox"/> Exfoliaciones		
<input type="checkbox"/> De condensación	<input type="checkbox"/> Desconchados		
<input type="checkbox"/> Accidental	<input type="checkbox"/> Redondeos / desgastes		

% de Alteración :

—	—	—
---	---	---

Lesión primaria o secundaria :

—	—	—
---	---	---

MECÁNICAS		Sintomatología (lesión observada)	
<input type="checkbox"/> DEFORMACIONES	<input checked="" type="checkbox"/> GRIETAS Y FISURAS	<input type="checkbox"/> EROSIÓN MECÁNICA	
<input type="checkbox"/> Flechas	<input type="checkbox"/> Microfisuras	<input type="checkbox"/> Desgaste del material	
<input type="checkbox"/> Pandeos	<input checked="" type="checkbox"/> Fisuras	<input type="checkbox"/> Pérdida de material superficial	
<input type="checkbox"/> Alabeos	<input checked="" type="checkbox"/> Grietas		
<input type="checkbox"/> Desplomes			
<input checked="" type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS			
<input checked="" type="checkbox"/> De acabados o revocos			
<input type="checkbox"/> Abombamientos			
<input checked="" type="checkbox"/> Estructura de soporte descubierta			

% de Alteración :

—	focalizado 30%	—
focalizado 15%	—	—

Lesión primaria o secundaria :

—	primaria	—
secundaria	—	—

¹ El % de alteración de la lesión mide el alcance del daño, señalando si este es: focalizado (sector o elemento puntual); parcial (presente en un 50% del inmueble); o general (sobre un 50% del inmueble).
² Las lesiones primarias aparecen en primer lugar y las secundarias surgen como consecuencia de una lesión anterior.

PATOLOGÍAS DE LOS ENTAMADOS DE MADERA

Sintomatología (lesión observada)		
<input type="checkbox"/> AGENTES ABIÓTICOS O FÍSICOQUÍMICOS	<input type="checkbox"/> DEGRADACIÓN POR LA LUZ	<input type="checkbox"/> HUMEDAD ATMOSFÉRICA
<input type="checkbox"/> Cambios de color (oscurecimiento o aclarado)	<input type="checkbox"/> Fendas	<input type="checkbox"/> FUEGO
<input type="checkbox"/> Descomposición de la celulosa	<input type="checkbox"/> Alabeos	<input type="checkbox"/> Combustión
<input type="checkbox"/> Agrietamiento en dirección de las vetas	<input type="checkbox"/> Pérdida de resistencia	<input type="checkbox"/> Grietas
		<input type="checkbox"/> Desintegración
		<input type="checkbox"/> Oscurecimiento
		<input type="checkbox"/> Carbonización
<input type="checkbox"/> USO MECÁNICO		
<input type="checkbox"/> Fatiga y pérdida de resistencia		
<input type="checkbox"/> Deformación y desgaste por rozamiento		

% de Alteración :

—	—	—
—	—	—

Lesión primaria o secundaria :

—	—	—
—	—	—

AGENTES BIÓTICOS O BIOLÓGICOS		Sintomatología (lesión observada)	
<input type="checkbox"/> HONGOS	<input type="checkbox"/> MOHOS Y BACTERIAS	<input type="checkbox"/> INSECTOS	
<input type="checkbox"/> Cromógenos (cambios de coloración)	<input type="checkbox"/> Daño superficial / estético (madera manchada)	<input type="checkbox"/> Coleópteros (agresión rápida, perforaciones y desprendimiento de polvo)	
<input type="checkbox"/> De pudrición / blanca o parda (pérdida de resistencia severa, desintegración y ablandamiento)	<input type="checkbox"/> Disminución de resistencia de las fibras, aumento permeabilidad	<input type="checkbox"/> Isópteros (abultamientos superficiales, restos de barro, fallas de resistencia)	

% de Alteración :

—	—	—
---	---	---

Lesión primaria o secundaria :

—	—	—
---	---	---

OTRAS PATOLOGÍAS ENCONTRADAS		Sintomatología (lesión observada)	
<input checked="" type="checkbox"/> VANDALISMO	<input checked="" type="checkbox"/> ORGANISMOS ANIMAL	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Graffitis en fachadas	<input checked="" type="checkbox"/> Excremento (gaviotas)	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

% de Alteración :

focalizado 5%	focalizado 10%	—
—	—	—

Lesión primaria o secundaria :

primaria	primaria	—
—	—	—

REGISTRO DE LESIONES PATOLÓGICAS

MAPA DE DAÑOS

Mapa de daños de las fachadas afectadas del inmueble y registro fotográfico de las lesiones más relevantes.



Fuente: Elaboración propia, 2022. Basado en el levantamiento planimétrico realizado por Salazar, 2014.



Fuente imágenes: Ardiles & archivo propio, 2022.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Síntesis de las lesiones que afectan al inmueble y las posibles causas.

El Hotel Reina Victoria presenta lesiones químicas como la contaminación atmosférica que provoca paramentos ennegrecidos principalmente en las estructuras que sobresalen de la fachada, excrementos de organismos animal como son las gaviotas presentes en la mansarda sobre las tejas inclinadas, lesiones mecánicas como grietas de magnitud considerable y fisuras debido a movimientos sísmicos, desprendimientos de los acabados debido a los factores atmosféricos a los que se expone el inmueble, una de las lesiones preocupantes es las estructuras de soporte descubiertas principalmente en la fachada de Cochrane lo que deja los materiales expuestos a la intemperie y puede producir lesiones patológicas de mayor gravedad a largo plazo, por último, la presencia de grafitis puntuales a diferencia del otro caso analizado anteriormente.

En este caso de estudio las tres fachadas presentan lesiones patológicas relevantes, pero como ya se mencionó la lesión más preocupante se encuentra en la fachada sur por Cochrane.

PASO 1:

$$\text{Cada Lesión} = \frac{(G + U + T)}{3}$$

1. Paramentos ennegrecidos = $(G+U+T) / 3$
 Paramentos ennegrecidos = 3 (grave) + 1 (no urgente) + 4 (muy frecuente) / 3

P.E. = 8 / 3
 P.E. = 2.6

2. Excremento de organismo animal = $(G+U+T) / 3$
 Excremento de organismo animal = 2 (moderado) + 2 (peligro) + 3 (frecuente) / 3

E.O.A. = 7 / 3
 E.O.A. = 2.3

3. Grietas = $(G+U+T) / 3$
 Grietas = 3 (grave) + 3 (urgente) + 3 (frecuente) / 3

G. = 9 / 3
 G. = 3

4. Fisuras = $(G+U+T) / 3$
 Fisuras = 2 (moderado) + 1 (no urgente) + 3 (frecuente) / 3

F. = 6 / 3
 F. = 2

5. Desprendimientos acabados = $(G+U+T) / 3$
 D.A. = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3

D.A. = 3 / 3
 D.A. = 1

6. Estructura de soporte descubierta = $(G+U+T) / 3$
 E.S.D. = 2 (moderado) + 3 (urgente) + 3 (frecuente) / 3

E.S.D. = 8 / 3
 E.S.D. = 2.6

7. Grafitis = $(G+U+T) / 3$
 Gf. = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3

Gf. = 3 / 3
 Gf. = 1

PASO 2:

$$\text{Daño total de lesiones del inmueble} = \frac{(\sum \text{lesiones})}{\text{cantidad de lesiones}}$$

Daño total de lesiones del inmueble = $2.6 + 2.3 + 3 + 2 + 1 + 2.6 + 1 / 7$
 Daño total de lesiones del inmueble = 14.5 / 7

Daño total de lesiones del inmueble = 2

PASO 3:

$$\text{Daño del contexto} = \frac{\text{(Variables del contexto)}}{7}$$

Variables del contexto = contexto (A+O) + calidad de la construcción (C)+ capacidad de gestión (E+G) + físico, morfológico (M) + ocupación, usos (U)

Variables del contexto = (A+O) + (C)+ (E+G) + (M) + (U)

Variables del contexto = (3+1.5) + (1.5)+ (1.5+3) + (1.5) + (1)

Variables del contexto = 4.5 + 1.5 + 4.5 + 1.5 + 1

Valor final variables del contexto = 13

Daño del contexto = 13 / 7

Daño del contexto = 1.8

PASO 4:

$$\text{Daño Final} = \frac{\text{daño total de lesiones + daño contexto}}{2}$$

Daño final = 2 + 1.8 / 2

Daño final = 3.8 / 2

Daño Final = 1.9

III. Vivienda paseo Atkinson.

El paseo atkinson según Bahamondes (2004), se emplaza en una meseta del cerro Concepción, en una trama regular, que evolucionó en 1825 tras la compra de Jossué Waddington del cerro, en 1826 se comenzó a urbanizar el cerro trazando las primeras calles y vendiendo los lotes junto con otros comerciantes de la época. La trama original de la meseta estaba constituida en manzanas alargadas (Ver fig. 162 y 163).

Gracias a las inscripciones de dominio se conoce que en 1897 John Atkinson Mac Farlan –constructor que residió en calle Papudo en el cerro Concepción y que desarrolló obras de progreso para la ciudad como la construcción de un dique– compró tres porciones de terreno sucesivamente, con la idea de proyectar un conjunto de viviendas, el espacio público del paseo Atkinson formó parte de la voluntad del particular y del diseño de accesibilidad a las viviendas (Ver fig. 164 y 165). El paseo atkinson tiene un largo de 86,94 metros y constituye una terraza explanada contenida por amurallamientos a los costados, uno de los más importantes es el muro que da hacia la subida Concepción (Bahamondes, 2004).

Con el creciente poblamiento de los cerros Alegre y Concepción por familias de nivel social y económico elevado, se instalaron servicios de funiculares como el ascensor Concepción que comenzó a funcionar en 1883 y constituye uno de los primeros ascensores que se inauguraron en Valparaíso, éste unía el plan con el paseo Gervasoni; pero no fue el único, también existió un ascensor que conectaba el paseo Atkinson con la calle Esmeralda, inaugurado en 1905 y que funcionó hasta 1960, conocido como “ascensor Esmeralda”, el terremoto de 1906 le provocó daños pero fueron de rápida reparación, la estación inferior del ascensor estaba próxima a la plaza del orden –actualmente conocida como Aníbal Pinto– en el interior de un edificio de dos pisos, mientras que la estación superior se encontraba en el paseo Atkinson y fue destruida en un incendio en 1960, razón por la cual terminó el funcionamiento del funicular (Bahamondes, 2004).

La regularidad que presenta la trama urbana en el cerro Concepción responde a un orden sobre la meseta –que se encuentra a 45 metros sobre el nivel del mar– y a la relación que existe entre la meseta y el plan, sus calle y manzanas regulares en un inicio se utilizaban para esquivar la cueva del chivato traspasando hacia el Almendral. La composición volumétrica del barrio presenta una trama regular y se reconoce un lenguaje formal y tipológico de habitar los niveles escalonados, en donde adquieren el mismo valor los diversos niveles –zócalo, piso medio o altillos–. El cerro Concepción ha conservado aquel trazado inicial sin modificaciones en gran medida a la permanencia y continuidad de los mismos propietarios a lo largo del tiempo –instituciones, particulares o familias–(Bahamondes, 2004).

El conjunto de viviendas del Paseo Atkinson describe Bahamondes (2004), está compuesto por 11 lotes regulares y rectangulares de terreno enfrentados al paseo –con un ancho promedio de 8,60 metros por 45 metros de fondo–, cada uno cuenta con su respectiva vivienda y antejardín, son regulares en forma y tamaño, del total de viviendas que se observan como un todo, se pueden clasificar en dos conjuntos tipológicos distintos, 7 viviendas son idénticas contando desde la subida Concepción hacia el oriente, mientras que las últimas 4 respetan las características de las anteriores –composición de fachada y antejardín– exteriormente, a excepción de la altura.

Sobre el interior de las viviendas no es mucha la información recabada más que se distribuyen en base a un tragaluz vertical que se encuentra adosado a uno de los muros cortafuegos laterales y que el estilo de las viviendas es

inglés caracterizadas por los pequeños antejardines, sus fachadas lisas y amplias ventanas de guillotina, sobre su materialidad constructiva es madera con revestimientos exteriores de calaminas.

Tras realizar la primera etapa de identificación y caracterización del cuarto caso de estudio la vivienda del paseo Atkinson se obtuvo la siguiente ficha de levantamiento de información (Ver ficha I) y se pasó a desarrollar la segunda etapa de levantamiento de información patológica tras una visita a terreno que permitió obtener el registro de levantamiento de daños (Ver ficha II), para posteriormente aplicar la metodología de cuantificación de daños obteniendo los siguientes resultados.

La vivienda del paseo Atkinson presenta lesiones más focalizadas y por lo tanto, de menor riesgo, entre las lesiones químicas existe presencia de organismos plantas superiores en el acceso principal, físicas como desprendimientos de pintura tanto de marcos como de las calaminas, mecánicas como grietas y fisuras de menor consideración a diferencia de los casos analizados anteriormente, así como estructura de soporte descubierta en el acceso principal, en este caso de estudio se agrega una lesión característica de los inmuebles porteños como es las estructuras oxidadas, la cual puede ser agrupada dentro de las lesiones de tipo químicas.



Elevación Paseo Atkinson
escala 1:250



Figura 162
Fotografía izq. del paseo Atkinson, Valparaíso. Autor no identificado, cerca de 1900. Fotografía der. del cerro Concepción y las casas del paseo Atkinson, Valparaíso. Leblanc, 1890. Fuente: Museo Histórico Nacional, Fotografía patrimonial. Disponible en: <https://www.fotografiapatrimonial.cl/Fotografia/Detalle/42902> <https://www.fotografiapatrimonial.cl/Fotografia/Detalle/41984>

Figura 163
Elevación frontal del paseo Atkinson. Fuente: Cavieles, 2006, p.106.

Figura 164
Izq. plano del Conservador de Bienes Raíces de Valparaíso del año 1882. Der. plano del cerro Concepción del Registro de Propiedades realizado por la Asociación de Aseguradores de Chile, Sección incendios, en el año 1875. Fuente: Bahamondes, 2004, p.119 y 121.

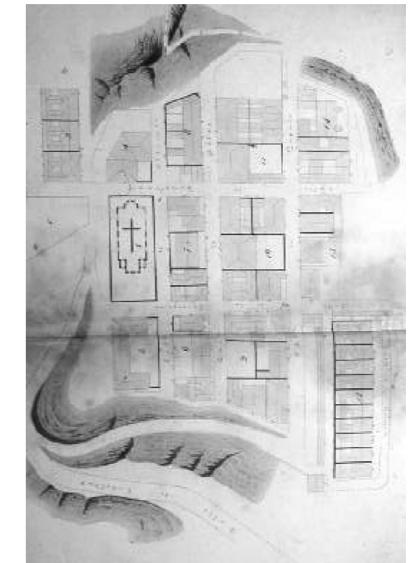
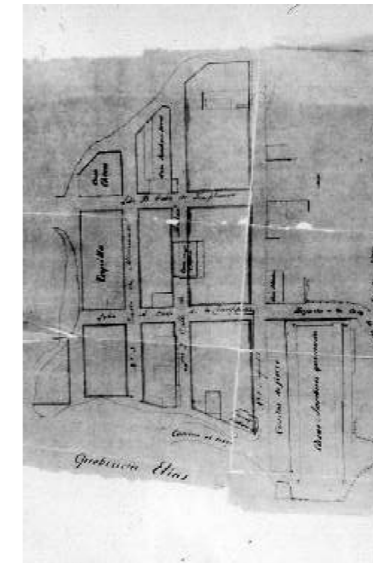
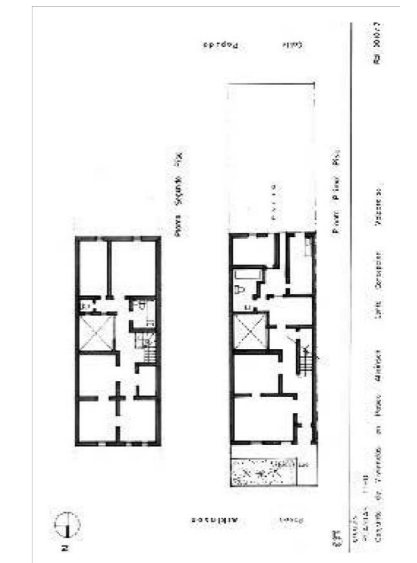
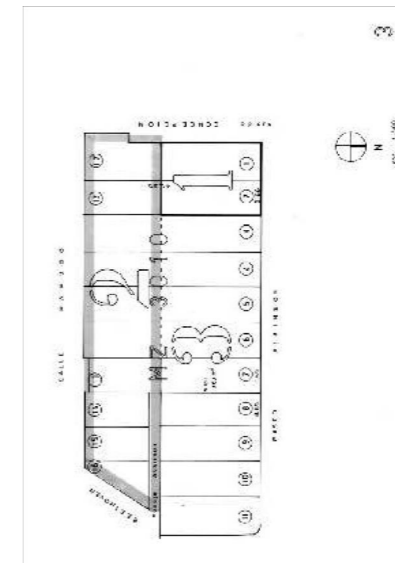


Figura 165
Izq. plano esquemático del SII de Valparaíso de las 3 porciones de terreno y compras que realizó Atkinson de la manzana 3010. Der. croquis de la DOM con las plantas del primer y segundo nivel de las viviendas del paseo Atkinson. Fuente: Bahamondes, 2004, p.124 y 131.



FICHA I: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA INMUEBLES PORTEÑOS

DATOS GENERALES

ANTECEDENTES DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Atkinson N° desconocido Año de construcción o periodo: 1900

Rol: 03010-0005 Arquitecto o autor: John Atkinson Mac Farlan

Propietario original y actual: Desconocido / Particular Nombre del inmueble: Vivienda paseo Atkinson

PROTECCIÓN LEGAL DEL BIEN

NIVEL MUNDIAL Sitio de Patrimonio Muncial (SPM)

Emplazado dentro de: ÁREA UNESCO ÁREA DE AMORTIGUACIÓN FUERA DEL ÁREA UNESCO

NIVEL NACIONAL MONUMENTO NACIONAL SI NO

Bajo la categoría: MH (Monumento histórico) MP (Monumento público) ZT (Zona típica)

MA (Monumento arqueológico) SN (Santuario de la naturaleza) M Pal. (Monumento paleontológico)

Nombre del MH, ZT u otro: Zona típica Cerros Alegre y Concepción (Sector 1 "Los Cerros Alegre y Concepción")

NIVEL COMUNAL (PRC) ICH (Inmueble de conservación histórica) ZCH (Zona de conservación histórica)

CARACTERÍSTICAS DEL BIEN Y USOS

EMPLAZAMIENTO PLAN (Entre el borde costero y el pie de cerro) PRIMERA TERRAZA (Entre el pie de cerro y las alturas de 45 a 70 ms.n.m.) SEGUNDA TERRAZA (Entre los 70 y 120 ms.n.m., cota regular de Av. Alemania)

Topográfico: TERCERA TERRAZA (Cerros mayores entre los 120 y 300 ms.n.m.) OTRO:

Tipo de edificación: Manzana Esquina Entre medianeros

N° DE PISOS 1 piso 2 pisos 3 pisos

4 piso Más pisos:

SISTEMA DE AGRUPAMIENTO Continuo Pareado Aislado

USO ACTUAL Residencial Equipamiento Almacenamiento

Industrial Sin uso Otro uso:

PLANIMETRÍA DE EMPLAZAMIENTO

En la ubicación indicar la orientación (Norte) e incluir calles aledañas, puede ser sin escala o con escala a elección.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Breve reseña del inmueble.

Inmueble que forma parte del paseo Atkinson, paseo inserto en la meseta del cerro Concepción, uno de los primeros cerros en ser ocupados por inmigrantes europeos. Tras la compra en 1897 de John Atkinson Mac Farlan de tres porciones de terreno, se proyectó un conjunto de viviendas junto a un paseo público. El conjunto de viviendas lo constituyen 11 lotes regulares, cada uno con su respectiva vivienda y antejardín. Interiormente las viviendas se distribuyen en torno a un tragaluz vertical que se encuentra adosado a uno de los muros cortafuegos laterales, son viviendas de madera de dos pisos con amplias ventanas de guillotina.

VALORES DEL BIEN

HISTÓRICO SOCIAL Antigüedad Relevancia Persistencia de uso

Reconocimiento de la comunidad

ARQUITECTÓNICO Morfología Tipología Sistema constructivo

Singularidad Representativo Integridad

URBANO Imagen Conjunto Entorno

Emplazamiento Vistas Trazado

INTANGIBLE CULTURAL Costumbres y tradiciones Modo de vida

Otros valores:

DATOS CONSTRUCTIVOS

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL INMUEBLE

ALBANILERÍA DE LADRILLO Simple Confinada Armada

Tipo de ladrillo empleado: (según la normativa Chilena) LADRILLOS HECHOS A MANO LADRILLOS HECHOS A MÁQUINA

Muralla o común (40x20x7 cm) MqM (Ladrillos macizos hecho a máquina) MqP (Ladrillos perforados hecho a máquina)

Oficial o fiscal (31x15x7 cm) MqH (Ladrillos huecos hecho a máquina)

Otros tipos: Crudos o adobes Refractarios Otro:

Tipos de mortero: Cal hidráulica (cemento natural) Cemento romano artificial Cemento Portland

Otro:

ENTRAMADOS DE MADERA SISTEMA VIGA-PILAR ENTRAMADOS PESADOS ENTRAMADOS LIGEROS

Box Frame Balloon Frame

Aisled Frame Platform Frame

Cruck Frame Otro:

Stud Frame

SISTEMA MIXTO MADERA-ADOBILLO LADRILLO-MADERA PIEDRA-LADRILLO

Otro: LADRILLO-MADERA-CALAMINAS

Breve descripción del sistema constructivo que se utilizó (anexar escantillones abajo).

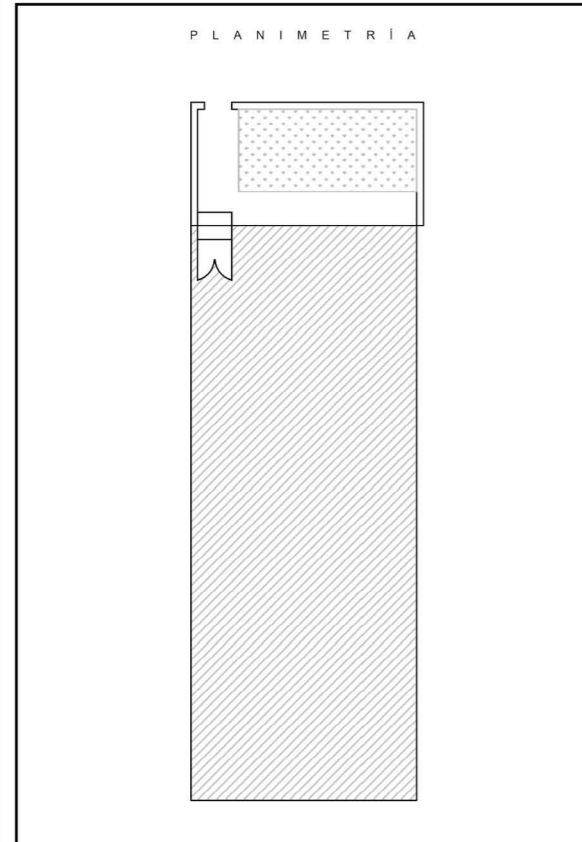
Inmueble que cuenta con muros cortafuegos laterales se presume que son de albañilería de ladrillo simple, mientras que la estructura interior se cree que está construida en entramado de madera ligeros como el Platform Frame, probablemente relleno de adobillos o ladrillos y revestido con calaminas en toda su fachada exterior.

Escantillones.

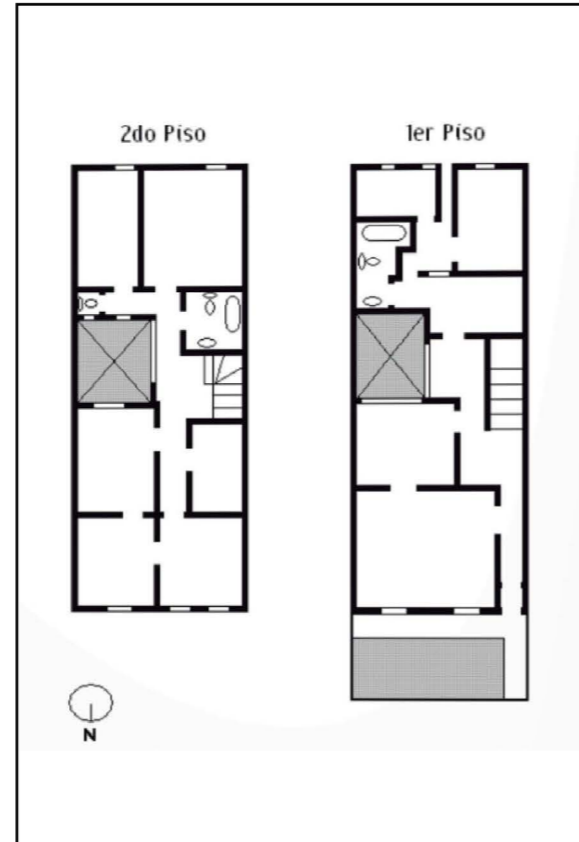
Información desconocida, no se logró encontrar escantillones de las viviendas.

PLANIMETRÍA GENERAL

Plantas de los diversos niveles del inmueble.

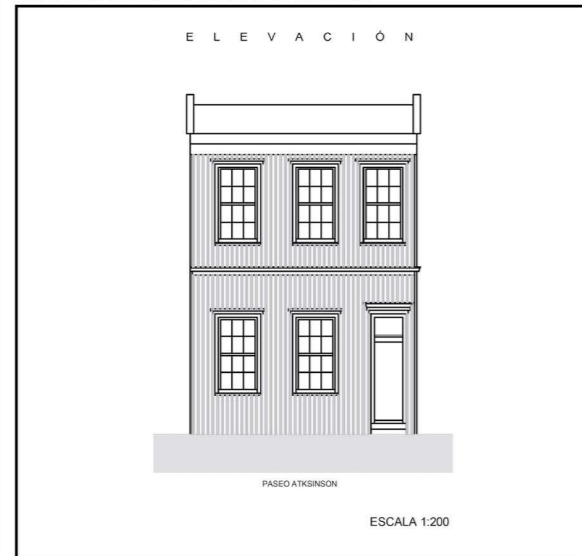


Fuente: Cavieres, 2006.



Fuente: Aldana, 2007. Disponible en: <http://repositorio.bibliotecas.uv.cl/handle/uvscl/3753>

Elevaciones de todas la fachadas del inmueble.



Fuente: Cavieres, 2006.

FOTOGRAFÍAS DEL INMUEBLE

Fotografías relevantes del inmueble.



Fuente imágenes: Archivo propio, 2022.
 Imágen aérea disponible en: <https://valparaiso.com/place/paseo-atkinson/>

FICHA II: LEVANTAMIENTO PATOLÓGICO PARA INMUEBLES PORTENOS

DATOS PATOLÓGICOS

IDENTIFICAR LAS PATOLOGÍAS PRESENTES EN EL INMUEBLE

PATOLOGÍAS DE LA ALBAÑILERÍA DE LADRILLO

	Sintomatología (lesión observada)		
QUÍMICAS	<input type="checkbox"/> EFLORESCENCIAS	<input type="checkbox"/> EROSIÓN QUÍMICA	<input type="checkbox"/> CONTAMINACIÓN ATMOS-FÉRICA
	<input type="checkbox"/> Eflorescencias blancas	<input type="checkbox"/> Costras (generan exfoliación)	<input type="checkbox"/> Disolución de la cal o carbonato
	<input type="checkbox"/> Eflorescencias amarillentas	<input type="checkbox"/> Ampollas	<input type="checkbox"/> Costras
		<input type="checkbox"/> Disgregación (material convertido en arena)	<input type="checkbox"/> Depósitos (paramentos ennegrecidos)
	<input checked="" type="checkbox"/> ORGANISMOS		
	<input type="checkbox"/> Hongos		
	<input type="checkbox"/> Líquenes		
	<input type="checkbox"/> Musgos		
	<input checked="" type="checkbox"/> Plantas superiores		

% de Alteración ¹ :	—	—	—
	focalizado 2%		
Lesión primaria o secundaria ² :	—	—	—
	secundaria		

	Sintomatología (lesión observada)		
FÍSICAS	<input type="checkbox"/> HUMEDADES	<input type="checkbox"/> EROSIONES FÍSICAS	<input type="checkbox"/> SUCIEDAD
	<input type="checkbox"/> De obra	<input type="checkbox"/> Desprendimientos	<input type="checkbox"/> Por depósito (superficial o interno)
	<input type="checkbox"/> Capilar	<input type="checkbox"/> Material pulverizado / desintegración	<input type="checkbox"/> Por lavado diferencial
	<input type="checkbox"/> De filtración	<input type="checkbox"/> Exfoliaciones	
	<input type="checkbox"/> De condensación	<input type="checkbox"/> Desconchados	
	<input type="checkbox"/> Accidental	<input type="checkbox"/> Redondeos / desgastes	

% de Alteración :	—	—	—
Lesión primaria o secundaria :	—	—	—

	Sintomatología (lesión observada)		
MECÁNICAS	<input type="checkbox"/> DEFORMACIONES	<input checked="" type="checkbox"/> GRIETAS Y FISURAS	<input type="checkbox"/> EROSIÓN MECÁNICA
	<input type="checkbox"/> Flechas	<input type="checkbox"/> Microfisuras	<input type="checkbox"/> Desgaste del material
	<input type="checkbox"/> Pandeos	<input checked="" type="checkbox"/> Fisuras	<input type="checkbox"/> Pérdida de material superficial
	<input type="checkbox"/> Alabeos	<input checked="" type="checkbox"/> Grietas	
	<input type="checkbox"/> Desplomes		
	<input checked="" type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS		
	<input checked="" type="checkbox"/> De acabados o revocos		
	<input type="checkbox"/> Abombamientos		
	<input checked="" type="checkbox"/> Estructura de soporte descubierta		

% de Alteración :	—	focalizado 5%	—
	general 70%		
Lesión primaria o secundaria :	—	primaria	—
	secundaria		

¹ El % de alteración de la lesión mide el alcance del daño, señalando si este es: focalizado (sector o elemento puntual); parcial (presente en un 50% del inmueble); o general (sobre un 50% del inmueble).
² Las lesiones primarias aparecen en primer lugar y las secundarias surgen como consecuencia de una lesión anterior.

PATOLOGÍAS DE LOS ENTAMADOS DE MADERA

	Sintomatología (lesión observada)		
AGENTES ABIÓTICOS O FÍSICOQUÍMICOS	<input type="checkbox"/> DEGRADACIÓN POR LA LUZ	<input type="checkbox"/> HUMEDAD ATMOSFÉRICA	<input type="checkbox"/> FUEGO
	<input type="checkbox"/> Cambios de color (oscurecimiento o aclarado)	<input type="checkbox"/> Fendas	<input type="checkbox"/> Combustión
	<input type="checkbox"/> Descomposición de la celulosa	<input type="checkbox"/> Alabeos	<input type="checkbox"/> Grietas
	<input type="checkbox"/> Agrietamiento en dirección de las vetas	<input type="checkbox"/> Pérdida de resistencia	<input type="checkbox"/> Desintegración
			<input type="checkbox"/> Oscurecimiento
			<input type="checkbox"/> Carbonización
	<input type="checkbox"/> USO MECÁNICO		
	<input type="checkbox"/> Fatiga y pérdida de resistencia		
	<input type="checkbox"/> Deformación y desgaste por rozamiento		

% de Alteración :	—	—	—
Lesión primaria o secundaria :	—	—	—

	Sintomatología (lesión observada)		
AGENTES BIÓTICOS O BIOLÓGICOS	<input type="checkbox"/> HONGOS	<input type="checkbox"/> MOHOS Y BACTERIAS	<input type="checkbox"/> INSECTOS
	<input type="checkbox"/> Cromógenos (cambios de coloración)	<input type="checkbox"/> Daño superficial / estético (madera manchada)	<input type="checkbox"/> Coleópteros (agresión rápida, perforaciones y desprendimiento de polvo)
	<input type="checkbox"/> De pudrición / blanca o parda (pérdida de resistencia severa, desintegración y ablandamiento)	<input type="checkbox"/> Disminución de resistencia de las fibras, aumento permeabilidad	<input type="checkbox"/> Isópteros (abultamientos superficiales, restos de barro, fallas de resistencia)

% de Alteración :	—	—	—
Lesión primaria o secundaria :	—	—	—

	Sintomatología (lesión observada)		
OTRAS PATOLOGÍAS ENCONTRADAS	<input checked="" type="checkbox"/> OXIDACIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/> Estructura oxidada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

% de Alteración :	focalizado 10%	—	—
	—	—	—
Lesión primaria o secundaria :	primaria	—	—
	—	—	—

REGISTRO DE LESIONES PATOLÓGICAS

MAPA DE DAÑOS

Mapa de daños de las fachadas afectadas del inmueble y registro fotográfico de las lesiones más relevantes.



Fuente: Elaboración propia, 2022. Basado en el levantamiento planimétrico realizado por Cavieres, 2006.



Fuente imágenes: Archivo propio, 2022.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Síntesis de las lesiones que afectan al inmueble y las posibles causas.

La vivienda del paseo Atkinson presenta lesiones más focalizadas y por lo tanto, de menor riesgo, entre las lesiones químicas existe presencia de organismos plantas superiores en el acceso principal aparecen aldedañas a la fisuras y grietas del concreto, también hay presencia de lesiones físicas como desprendimientos de pintura de los marcos de las ventanas como de las calaminas la causa de esta lesión tiene relación con la exposición del inmueble ante los factores climáticos, entre las lesiones mecánicas que presenta esta vivienda están una grieta y fisuras de menor consideración a diferencia de los casos anteriormente analizados, en el acceso principal también encontramos la estructura de soporte descubierta se cree que su causa puede ser debido a un desgaste del material o roce en aquella esquina, este caso de estudio presenta una lesión característica de los inmuebles porteños como es las estructuras oxidadas aquella lesión tiene su causa en los factores climáticos a los que se expone esta fachada norte.

PASO 1:

$$\text{Cada Lesión} = \frac{(G + U + T)}{3}$$

- Plantas superiores = $(G+U+T) / 3$
Plantas superiores = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3
P.S. = 3 / 3
P.S. = 1
- Desprendimientos pintura marcos de madera = $(G+U+T) / 3$
Desprendimientos pintura marcos de madera = 2 (moderado) + 1 (no urgente) + 3 (frecuente) / 3
D.P.M.M. = 6 / 3
D.P.M.M. = 2
- Desprendimiento pintura calaminas = $(G+U+T) / 3$
Desprendimiento pintura calaminas = 3 (grave) + 1 (no urgente) + 2 (recurrente) / 3
D.P.C. = 6 / 3
D.P.C. = 2
- Estructura de soporte descubierta = $(G+U+T) / 3$
Estructura de soporte descubierta = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3
E.S.D. = 3 / 3
E.S.D. = 1
- Grietas = $(G+U+T) / 3$
Grietas = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3
G. = 3 / 3
G. = 1
- Fisuras = $(G+U+T) / 3$
Fisuras = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3
F. = 3 / 3
F. = 1
- Estructura oxidada = $(G+U+T) / 3$
Estructura oxidada = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3
E.O. = 3 / 3
E.O. = 1

PASO 2:

$$\text{Daño total de lesiones del inmueble} = \frac{(\sum \text{lesiones})}{\text{cantidad de lesiones}}$$

Daño total de lesiones del inmueble = $1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 / 7$
Daño total de lesiones del inmueble = $9 / 7$
Daño total de lesiones del inmueble = 1.2

PASO 3:

$$\text{Daño del contexto} = \frac{(\text{Variables del contexto})}{7}$$

Variables del contexto = contexto (A+O) + calidad de la construcción (C)+ capacidad de gestión (E+G) + físico, morfológico (M) + ocupación, usos (U)

Variables del contexto = (A+O) + (C)+ (E+G) + (M) + (U)

Variables del contexto = (3+1) + (1)+ (1+3) + (1.5) + (1)

Variables del contexto = 4 + 1 + 4 + 1.5 + 1

Valor final variables del contexto = 11.5

Daño del contexto = 11.5 / 7

Daño del contexto = 1.6

PASO 4:

$$\text{Daño Final} = \frac{\text{daño total de lesiones} + \text{daño contexto}}{2}$$

Daño final = 1.2 + 1.6 / 2

Daño final = 2.8 / 2

Daño Final = 1.4

IV. Casa estudio subida Concepción.

Esta casa estudio se encuentra a un costado del paseo Atkinson, específicamente en la subida Concepción, se constituye por un conjunto de 3 viviendas que tienen las mismas características de estilo y forma arquitectónica (Ver fig. 166).

Sobre la historia de este caso de estudio, constituye la misma que la del caso anterior, ya que se emplazan en el mismo cerro –Concepción–, la única acotación que se puede realizar en base a las imágenes anteriores es que la construcción de estas viviendas fue posterior a la construcción de las viviendas del paseo Atkinson.

Se presume que esta vivienda tiene un sistema constructivo mixto, compuesto de albañilería de ladrillo y entramado de madera, en base a lo que se aprecia exteriormente cuenta con muros cortafuegos de albañilería de ladrillo, al igual que el nivel subterráneo construido con la misma materialidad, mientras que los dos niveles superiores se cree que están contruidos en entramado de madera, al igual que las subdivisiones interiores recubiertos exteriormente con calaminas, en tanto, la chimenea está construida en albañilería de ladrillo a la vista.

Tras realizar la primera etapa de identificación y caracterización del tercer caso de estudio la casa estudio de la subida Concepción se obtuvo la siguiente ficha de levantamiento de información (Ver ficha I) y se pasó a desarrollar la segunda etapa de levantamiento de información patológica tras una visita a terreno que permitió obtener el registro de levantamiento de daños (Ver ficha II), para posteriormente aplicar la metodología de cuantificación de daños obteniendo los resultados señalados a continuación.

La casa estudio de la subida Concepción presenta lesiones químicas como organismos tipo plantas superiores en su acceso principal y en el muro de ladrillos en su fachada trasera, excremento de organismo animal en su cubierta trasera, lesiones mecánicas como desprendimientos de acabados en la cornisa frontal, físicas como erosiones que generan redondeos y desgaste del material –ladrillo– tanto en su fachada frontal como en la trasera, depósito por lavado diferencial en su fachada principal sumado a la oxidación de las calaminas y por último, grafitis en la fachada frontal.

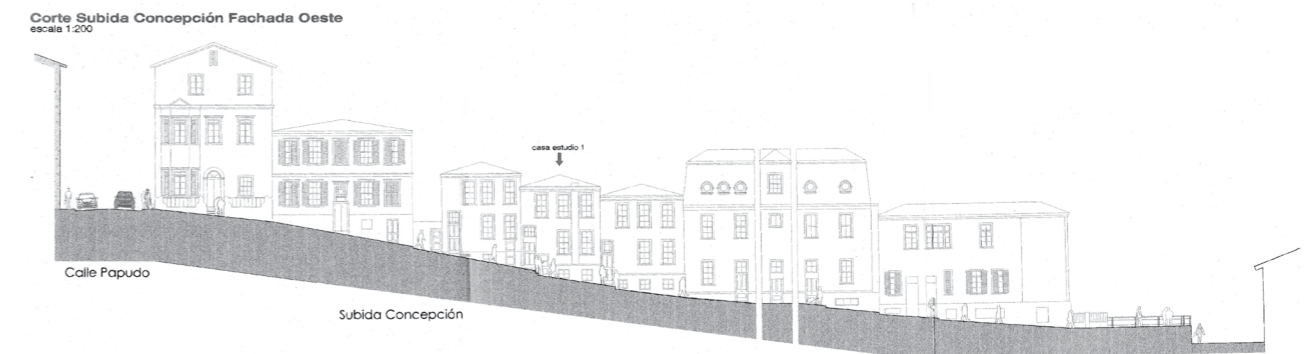


Figura 166
Elevación de la subida Concepción.
Fuente: Cavieres, 2006, p.107.

FICHA I: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA INMUEBLES PORTEÑOS

DATOS GENERALES

ANTECEDENTES DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Subida Concepción N°154 Año de construcción o periodo: posterior a 1900

Rol: desconocido Arquitecto o autor: desconocido

Propietario original y actual: Desconocido / Particular Nombre del inmueble: Casa estudio subida Concepción

PROTECCIÓN LEGAL DEL BIEN

NIVEL MUNDIAL Sitio de Patrimonio Muncial (SPM)

Emplazado dentro de: ÁREA UNESCO ÁREA DE AMORTIGUACIÓN FUERA DEL ÁREA UNESCO

NIVEL NACIONAL MONUMENTO NACIONAL SI NO

Bajo la categoría: MH (Monumento histórico) MP (Monumento público) ZT (Zona típica)

MA (Monumento arqueológico) SN (Santuario de la naturaleza) M Pal. (Monumento paleontológico)

Nombre del MH, ZT u otro: Ampliación Zona típica Cerros Alegre y Concepción (Sector 1 "Los Cerros Alegre y Concepción")

NIVEL COMUNAL (PRC) ICH (Inmueble de conservación histórica) ZCH (Zona de conservación histórica)

CARACTERÍSTICAS DEL BIEN Y USOS

EMPLAZAMIENTO PLAN (Entre el borde costero y el pie de cerro) PRIMERA TERRAZA (Entre el pie de cerro y las alturas de 45 a 70 ms.n.m.) SEGUNDA TERRAZA (Entre los 70 y 120 ms.n.m., cota regular de Av. Alemania)

Topográfico: TERCERA TERRAZA (Cerros mayores entre los 120 y 300 ms.n.m.) OTRO:

Tipo de edificación: Manzana Esquina Entre medianeros

N° DE PISOS 1 piso 2 pisos 3 pisos

4 piso Más pisos:

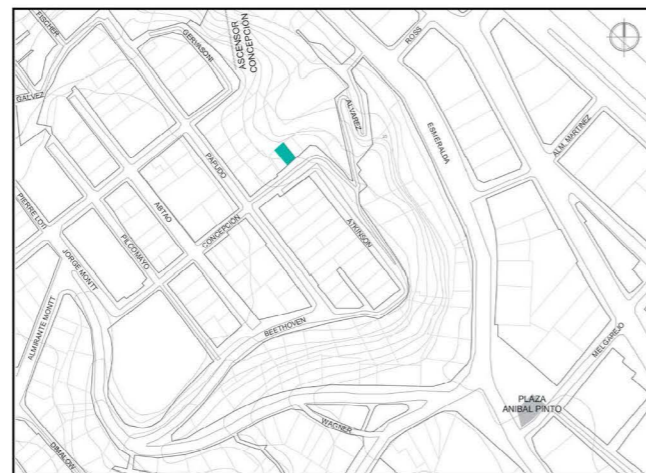
SISTEMA DE AGRUPAMIENTO Continuo Pareado Aislado

USO ACTUAL Residencial Equipamiento Almacenamiento

Industrial Sin uso Otro uso: Habitacional y estudio.

PLANIMETRÍA DE EMPLAZAMIENTO

En la ubicación indicar la orientación (Norte) e incluir calles aledañas, puede ser sin escala o con escala a elección.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Breve reseña del inmueble.

Inmueble construido después de 1900 a un costado del paseo Atkinson, forma parte de un grupo de 3 viviendas que presentan las mismas características arquitectónicas y estilísticas. Esta vivienda ha mantenido su uso habitacional a lo largo del tiempo. Se desconoce mayor información histórica del inmueble.

VALORES DEL BIEN

HISTÓRICO SOCIAL Antigüedad Relevancia Persistencia de uso

Reconocimiento de la comunidad

ARQUITECTÓNICO Morfología Tipología Sistema constructivo

Singularidad Representativo Integridad

URBANO Imagen Conjunto Entorno

Emplazamiento Vistas Trazado

INTANGIBLE CULTURAL Costumbres y tradiciones Modo de vida

Otros valores:

DATOS CONSTRUCTIVOS

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL INMUEBLE

ALBANILERÍA DE LADRILLO Simple Confinada Armada

Tipo de ladrillo empleado: (según la normativa Chilena) LADRILLOS HECHOS A MANO LADRILLOS HECHOS A MÁQUINA

Muralla o común (40x20x7 cm) MqM (Ladrillos macizos hecho a máquina) MqP (Ladrillos perforados hecho a máquina)

Oficial o fiscal (31x15x7 cm) MqH (Ladrillos huecos hecho a máquina)

Otros tipos: Crudos o adobes Refractarios Otro:

Tipos de mortero: Cal hidráulica (cemento natural) Cemento romano artificial Cemento Portland

Otro:

ENTRAMADOS DE MADERA SISTEMA VIGA-PILAR ENTRAMADOS PESADOS ENTRAMADOS LIGEROS

Box Frame Balloon Frame

Aisled Frame Platform Frame

Cruck Frame Otro:

Stud Frame

SISTEMA MIXTO MADERA-ADOBILLO LADRILLO-MADERA PIEDRA-LADRILLO

Breve descripción del sistema constructivo que se utilizó (anexar escantillones abajo). Otro: LADRILLO-MADERA-CALAMINAS

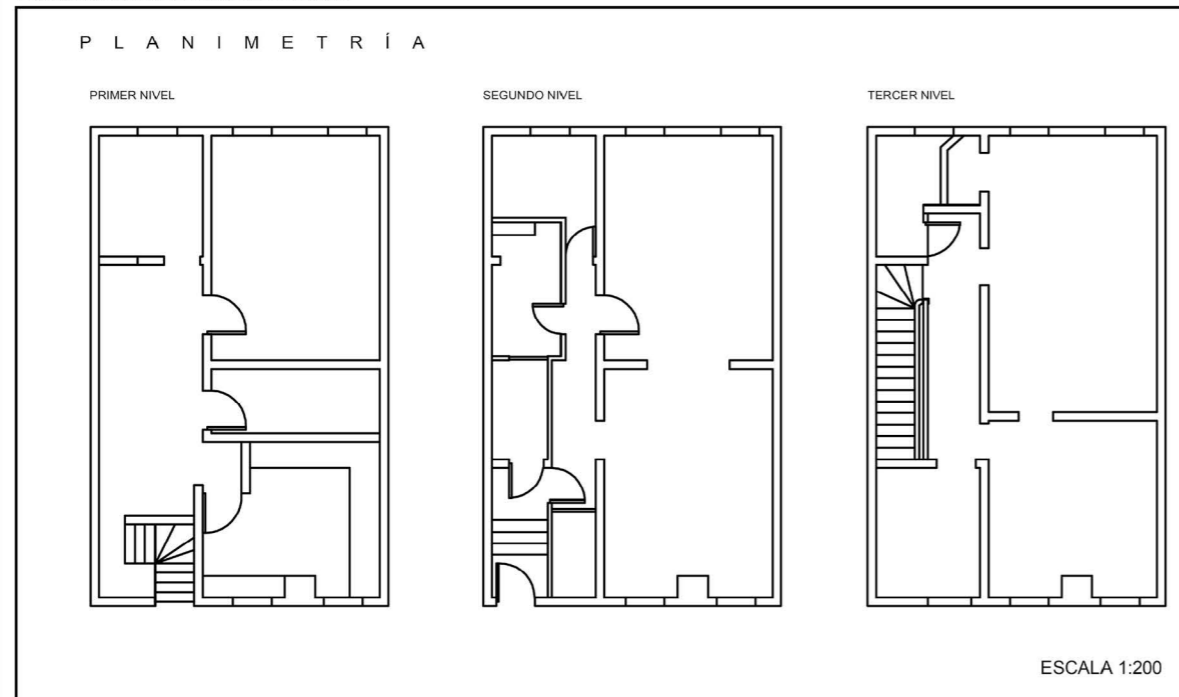
Se presume que su sistema constructivo es mixto, cuenta con muros cortafuegos en ambos muros laterales construidos en albañilería de ladrillo simple, el nivel subterráneo también se encuentra construido en aquella materialidad. Se cree que los dos niveles superiores se encuentran construidos en entramados de madera ligeros (Platform Frame), al igual que las subdivisiones interiores. Exteriormente se encuentran los muros recubiertos con calaminas y se aprecia la chimenea construida en albañilería de ladrillo a la vista.

Escantillones.

Información desconocida, no se logró encontrar escantillones de las viviendas.

PLANIMETRÍA GENERAL

Plantas de los diversos niveles del inmueble.



Fuente: Cavieres, 2006.

Elevaciones de todas la fachadas del inmueble.



Fuente: Cavieres, 2006.

FOTOGRAFÍAS DEL INMUEBLE

Fotografías relevantes del inmueble.



Fuente imágenes: Archivo propio, 2022.

FICHA II: LEVANTAMIENTO PATOLÓGICO PARA INMUEBLES PORTENOS

DATOS PATOLÓGICOS

IDENTIFICAR LAS PATOLOGÍAS PRESENTES EN EL INMUEBLE

PATOLOGÍAS DE LA ALBAÑILERÍA DE LADRILLO

	Sintomatología (lesión observada)		
QUÍMICAS	<input type="checkbox"/> EFLORESCENCIAS	<input type="checkbox"/> EROSIÓN QUÍMICA	<input type="checkbox"/> CONTAMINACIÓN ATMOS-FÉRICA
	<input type="checkbox"/> Eflorescencias blancas	<input type="checkbox"/> Costras (generan exfoliación)	<input type="checkbox"/> Disolución de la cal o carbonato
	<input type="checkbox"/> Eflorescencias amarillentas	<input type="checkbox"/> Ampollas	<input type="checkbox"/> Costras
		<input type="checkbox"/> Disgregación (material convertido en arena)	<input type="checkbox"/> Depósitos (paramentos ennegrecidos)
	<input checked="" type="checkbox"/> ORGANISMOS		
	<input type="checkbox"/> Hongos		
	<input type="checkbox"/> Líquenes		
	<input type="checkbox"/> Musgos		
	<input checked="" type="checkbox"/> Plantas superiores		

% de Alteración ¹ :	—	—	—
	focalizado 15 %		
Lesión primaria o secundaria ² :	—	—	—
	secundaria		

	Sintomatología (lesión observada)		
FÍSICAS	<input type="checkbox"/> HUMEDADES	<input checked="" type="checkbox"/> EROSIONES FÍSICAS	<input checked="" type="checkbox"/> SUCIEDAD
	<input type="checkbox"/> De obra	<input type="checkbox"/> Desprendimientos	<input type="checkbox"/> Por depósito (superficial o interno)
	<input type="checkbox"/> Capilar	<input type="checkbox"/> Material pulverizado / desintegración	<input checked="" type="checkbox"/> Por lavado diferencial
	<input type="checkbox"/> De filtración	<input type="checkbox"/> Exfoliaciones	
	<input type="checkbox"/> De condensación	<input type="checkbox"/> Desconchados	
	<input type="checkbox"/> Accidental	<input checked="" type="checkbox"/> Redondeos / desgastes	

% de Alteración :	—	focalizado 40 %	focalizado 30 %
Lesión primaria o secundaria :	—	primaria	primaria

	Sintomatología (lesión observada)		
MECÁNICAS	<input type="checkbox"/> DEFORMACIONES	<input type="checkbox"/> GRIETAS Y FISURAS	<input type="checkbox"/> EROSIÓN MECÁNICA
	<input type="checkbox"/> Flechas	<input type="checkbox"/> Microfisuras	<input type="checkbox"/> Desgaste del material
	<input type="checkbox"/> Pandeos	<input type="checkbox"/> Fisuras	<input type="checkbox"/> Pérdida de material superficial
	<input type="checkbox"/> Alabeos	<input type="checkbox"/> Grietas	
	<input type="checkbox"/> Desplomes		
	<input checked="" type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS		
	<input checked="" type="checkbox"/> De acabados o revocos		
	<input type="checkbox"/> Abombamientos		
	<input type="checkbox"/> Estructura de soporte descubierta		

% de Alteración :	—	—	—
	focalizado 20 %		
Lesión primaria o secundaria :	—	—	—
	secundaria		

¹ El % de alteración de la lesión mide el alcance del daño, señalando si este es: focalizado (sector o elemento puntual); parcial (presente en un 50% del inmueble); o general (sobre un 50% del inmueble).
² Las lesiones primarias aparecen en primer lugar y las secundarias surgen como consecuencia de una lesión anterior.

PATOLOGÍAS DE LOS ENTAMADOS DE MADERA

	Sintomatología (lesión observada)		
AGENTES ABIÓTICOS O FÍSICOQUÍMICOS	<input type="checkbox"/> DEGRADACIÓN POR LA LUZ	<input type="checkbox"/> HUMEDAD ATMOSFÉRICA	<input type="checkbox"/> FUEGO
	<input type="checkbox"/> Cambios de color (oscurecimiento o aclarado)	<input type="checkbox"/> Fendas	<input type="checkbox"/> Combustión
	<input type="checkbox"/> Descomposición de la celulosa	<input type="checkbox"/> Alabeos	<input type="checkbox"/> Grietas
	<input type="checkbox"/> Agrietamiento en dirección de las vetas	<input type="checkbox"/> Pérdida de resistencia	<input type="checkbox"/> Desintegración
			<input type="checkbox"/> Oscurecimiento
	<input type="checkbox"/> USO MECÁNICO		<input type="checkbox"/> Carbonización
	<input type="checkbox"/> Fatiga y pérdida de resistencia		
	<input type="checkbox"/> Deformación y desgaste por rozamiento		

% de Alteración :	—	—	—
Lesión primaria o secundaria :	—	—	—

	Sintomatología (lesión observada)		
AGENTES BIÓTICOS O BIOLÓGICOS	<input type="checkbox"/> HONGOS	<input type="checkbox"/> MOHOS Y BACTERIAS	<input type="checkbox"/> INSECTOS
	<input type="checkbox"/> Cromógenos (cambios de coloración)	<input type="checkbox"/> Daño superficial / estético (madera manchada)	<input type="checkbox"/> Coleópteros (agresión rápida, perforaciones y desprendimiento de polvo)
	<input type="checkbox"/> De pudrición / blanca o parda (pérdida de resistencia severa, desintegración y ablandamiento)	<input type="checkbox"/> Disminución de resistencia de las fibras, aumento permeabilidad	<input type="checkbox"/> Isópteros (abultamientos superficiales, restos de barro, fallas de resistencia)

% de Alteración :	—	—	—
Lesión primaria o secundaria :	—	—	—

	Sintomatología (lesión observada)		
OTRAS PATOLOGÍAS ENCONTRADAS	<input checked="" type="checkbox"/> VANDALISMO	<input checked="" type="checkbox"/> ORGANISMOS ANIMAL	<input checked="" type="checkbox"/> OXIDACIÓN
	<input checked="" type="checkbox"/> Graffitis en fachadas	<input checked="" type="checkbox"/> Excremento (gaviotas)	<input checked="" type="checkbox"/> Oxidación calaminas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

% de Alteración :	focalizado 10 %	focalizado 10 %	focalizado 20 %
Lesión primaria o secundaria :	primaria	primaria	primaria

REGISTRO DE LESIONES PATOLÓGICAS

MAPA DE DAÑOS

Mapa de daños de las fachadas afectadas del inmueble y registro fotográfico de las lesiones más relevantes.

Fuente: Elaboración propia, 2022.
Basado en el levantamiento planimétrico realizado por Cavieres, 2006.

Fuente imágenes: Archivo propio, 2022.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Síntesis de las lesiones que afectan al inmueble y las posibles causas.

La casa estudio de la subida Concepción presenta lesiones químicas como organismos de tipo plantas superiores en su acceso principal y en el muro de ladrillos en su fachada trasera organismos que utilizan el material para crecer la causa principal es la falta de mantenimiento, al igual que el excremento de organismos animal en su cubierta trasera, mientras que las lesiones mecánicas que presenta son desprendimientos de acabados en la cornisa frontal lesión causada por los agentes climáticos. Entre las lesiones físicas encontramos erosiones que producen redondeos y desgaste del ladrillo en la fachada frontal y en la fachada trasera las causas probables de esta lesión es la acción erosiva del viento que impacta sobre el material junto con la lluvia y los ciclos de T° que terminan desgastándolo, mientras que los depósitos por lavado diferencial en la fachada principal también es causada por factores climáticos como la lluvia que desplaza las partículas ensuciantes por las fachadas, la oxidación de las calaminas es causada por una reacción química, por último, los graffiti en la fachada frontal tienen una causa antrópica. La fachada frontal de la vivienda presenta una mayor cantidad de lesiones que la fachada trasera.

PASO 1:

$$\text{Cada Lesión} = \frac{(G + U + T)}{3}$$

- Excremento de organismo animal = $(G+U+T) / 3$
 Excremento de organismo animal = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3
 E.O.A. = 3 / 3
 E.O.A. = 1
- Plantas superiores = $(G+U+T) / 3$
 Plantas superiores = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 2 (recurrente) / 3
 P.S. = 4 / 3
 P.S. = 1.3
- Desprendimientos acabados = $(G+U+T) / 3$
 D.A. = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 1 (infrecuente) / 3
 D.A. = 3 / 3
 D.A. = 1
- Depósitos por lavado diferencial y oxidación calaminas = $(G+U+T) / 3$
 D.L.D. y O.C. = 3 (grave) + 1 (no urgente) + 2 (recurrente) / 3
 D.L.D. y O.C. = 6 / 3
 D.L.D. y O.C. = 2
- Erosiones, redondeos y desgastes = $(G+U+T) / 3$
 E.R.D. = 3 (grave) + 2 (peligro) + 2 (recurrente) / 3
 E.R.D. = 7 / 3
 E.R.D. = 2.3
- Graffiti = $(G+U+T) / 3$
 Gf. = 1 (leve) + 1 (no urgente) + 2 (recurrente) / 3
 Gf. = 4 / 3
 Gf. = 1.3

PASO 2:

$$\text{Daño total de lesiones del inmueble} = \frac{(\sum \text{lesiones})}{\text{cantidad de lesiones}}$$

Daño total de lesiones del inmueble = $1 + 1.3 + 1 + 2 + 2.3 + 1.3 / 6$
 Daño total de lesiones del inmueble = $8.9 / 6$
Daño total de lesiones del inmueble = 1.4

PASO 3:

$$\text{Daño del contexto} = \frac{\text{Variables del contexto}}{7}$$

Variables del contexto = contexto (A+O) + calidad de la construcción (C)+ capacidad de gestión (E+G) + físico, morfológico (M) + ocupación, usos (U)

Variables del contexto = (A+O) + (C)+ (E+G) + (M) + (U)

Variables del contexto = (3+1) + (1)+ (1+3) + (1.5) + (1)

Variables del contexto = 4 + 1 + 4 + 1.5 + 1

Valor final variables del contexto = 11.5

Daño del contexto = 11.5 / 7

Daño del contexto = 1.6

PASO 4:

$$\text{Daño Final} = \frac{\text{daño total de lesiones} + \text{daño contexto}}{2}$$

Daño final = 1.4 + 1.6 / 2

Daño final = 3 / 2

Daño Final = 1.5

5.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Luego de graficar los resultados obtenidos es posible señalar que los dos inmuebles de albañilería presentan lesiones de mayor riesgo –alcanzando un valor numérico 3 en la lesión grietas– lesiones patológicas de relevancia y que requiere ser subsanadas a corto plazo, mientras que la lesión de mayor riesgo en los inmuebles de entramados de madera alcanza un valor numérico de 2,3 y corresponde a erosiones, redondeos y desgaste de la parte construida en albañilería de ladrillo a la vista en la vivienda –casa estudio subida concepción–, los siguientes valores de mediano riesgo constituyen lesiones como: depósitos, oxidaciones de calaminas, desprendimientos de pintura que arrojaron valores numéricos 2.

Al graficar las lesiones también se puede definir la forma de actuación, ya que se logra identificar cuáles lesiones necesitan un tratamiento antes que otras, también es posible comparar entre inmuebles, por ejemplo, el Ex Hotel Royal presenta una cantidad de lesiones mayor que el inmueble Hotel Reina Victoria –el primero tiene un total de 8 lesiones, mientras que el segundo solo tiene 7– (Ver gráfico 3 y 4), en el caso de los inmuebles de entramado de madera la vivienda del paseo Atkinson presenta un total de 7 lesiones, mientras que la casa estudio sólo cuenta con 6 (Ver gráfico 5 y 6), pero si revisamos el daño final de los casos de estudio queda demostrado que independiente de las cantidad de lesiones presentes en los inmuebles el orden para tratar las patologías depende de otros factores o variables más, por eso la casa estudio requiere un tratamiento antes que la vivienda del paseo Atkinson.

Al comparar las lesiones patológicas por casos de estudio, se logra apreciar que ninguna de las lesiones está presente en los 4 casos de estudio, a lo más se manifiestan en 3 casos y estas son: plantas superiores, grietas, fisuras, desprendimiento de acabados, estructura de soporte descubierta y grafitis (Ver gráfico 7).

Los resultados obtenidos en el daño total de lesiones por cada inmueble demuestra que estos valores varían pero no significativamente, mientras que los valores del contexto coincidentemente dio un valor de 1,8 para los inmuebles de albañilería y 1,6 para ambos inmuebles de entramados de madera (Ver gráfico 8 y 9).

El valor obtenido en los daños finales permite señalar un orden específico de actuación para subsanar los daños presentes en cada caso de estudio, por lo tanto, según estos resultado obtenidos el inmueble que necesita primero un tratamiento a todas sus lesiones patológicas corresponde al Ex Hotel Royal, luego con un riesgo similar encontramos al Hotel Reina Victoria, con valores más bajos le siguen la casa estudio de subida Concepción y la vivienda del paseo Atkinson (Ver gráfico 10).

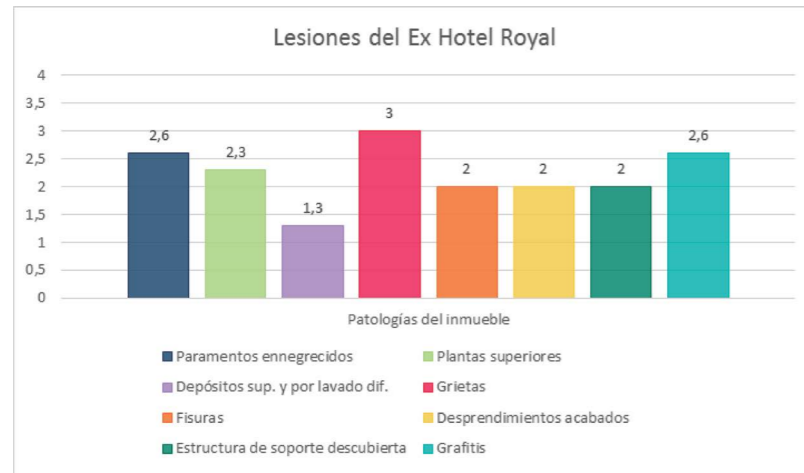


Gráfico 3
Lesiones del Ex Hotel Royal
Fuente: Elaboración propia, 2022.

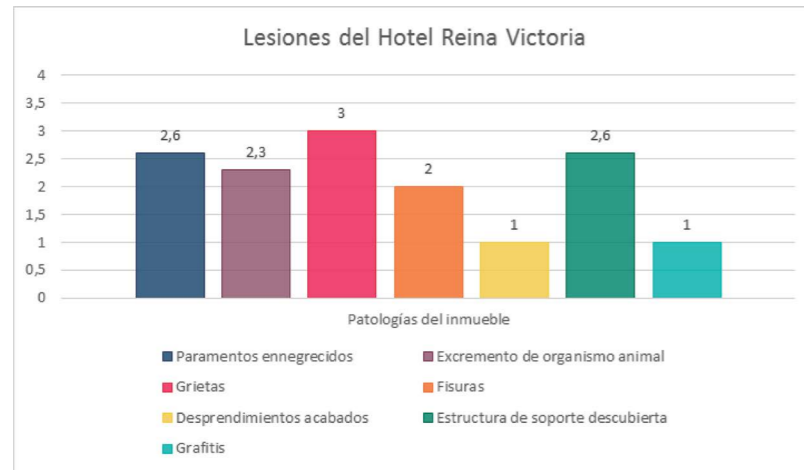


Gráfico 4
Lesiones del Hotel Reina Victoria.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

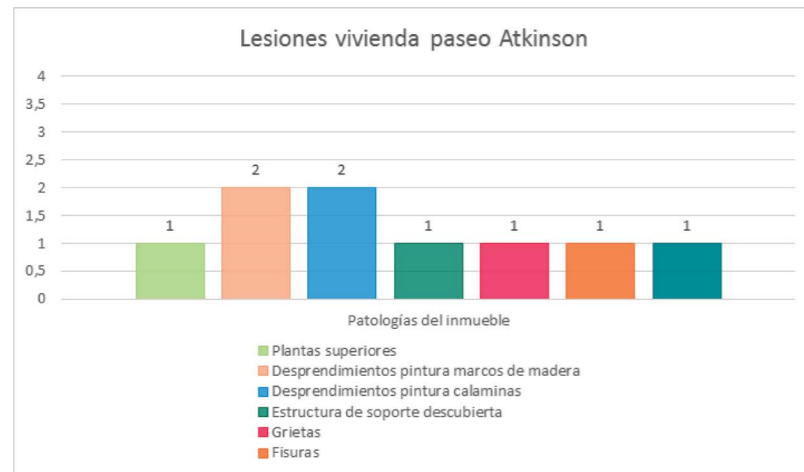


Gráfico 5
Lesiones de vivienda del paseo Atkinson.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

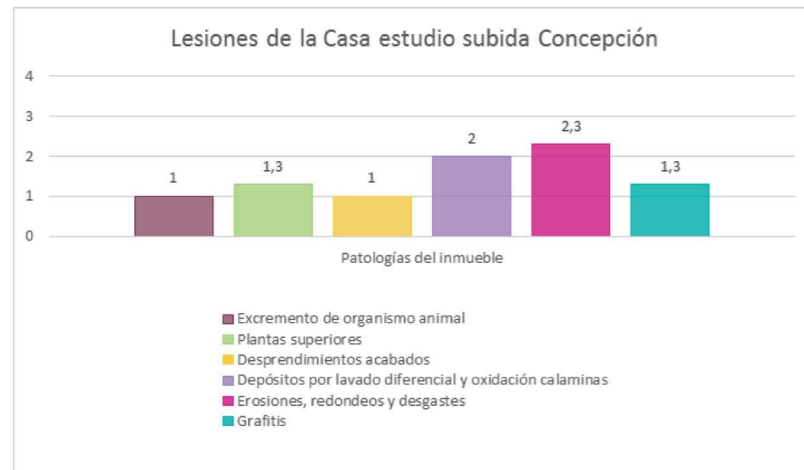


Gráfico 6
Lesiones casa estudio subida Concepción.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Gráfico 7
Comparación de lesiones por cada caso de estudio.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

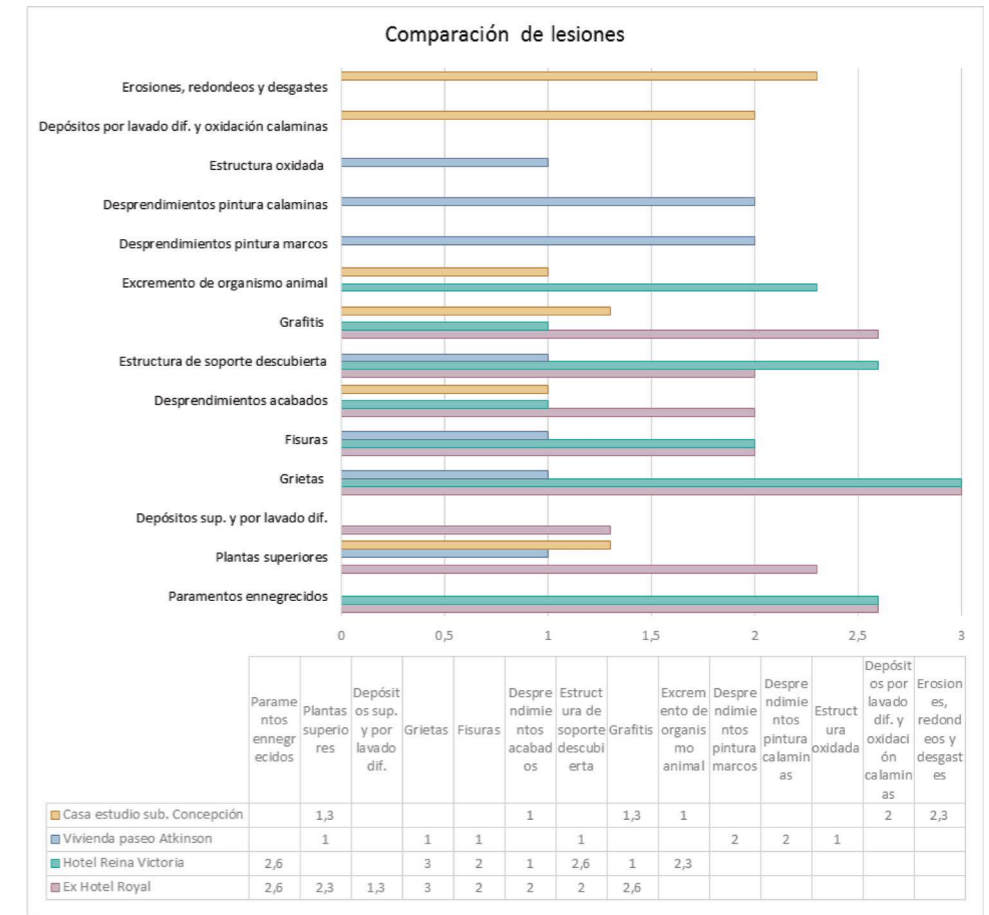


Gráfico 8
Comparación de daño total de lesiones por inmueble.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

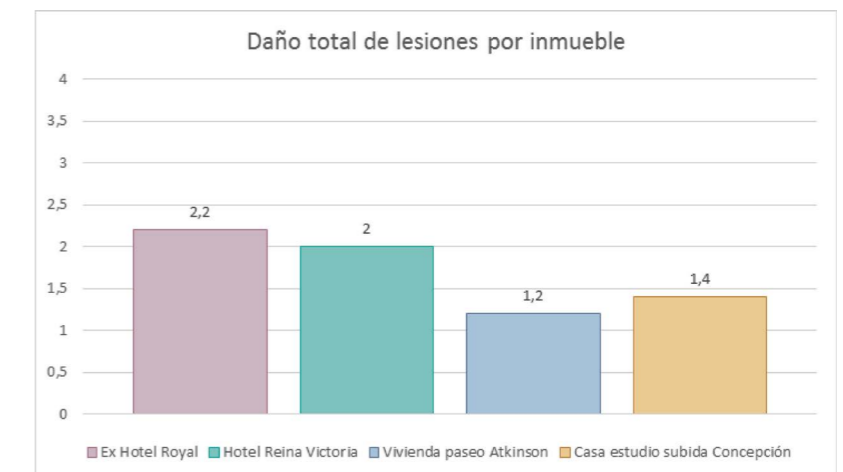
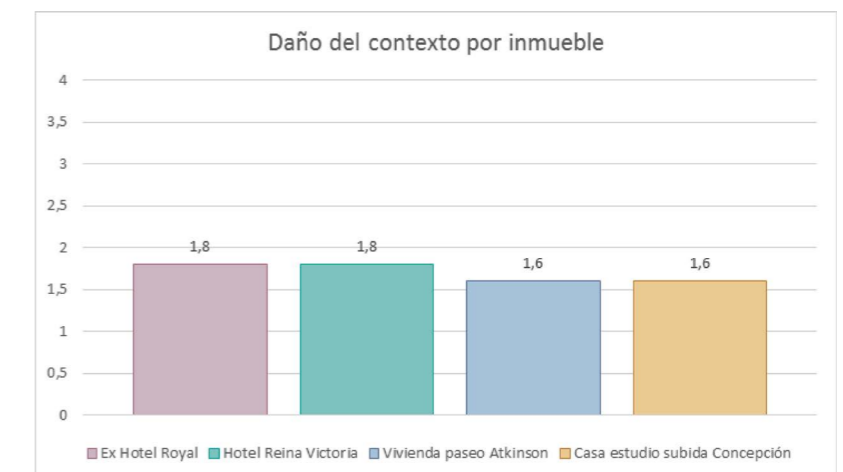


Gráfico 9
Comparación de daño del contexto por inmueble.
Fuente: Elaboración propia, 2022.



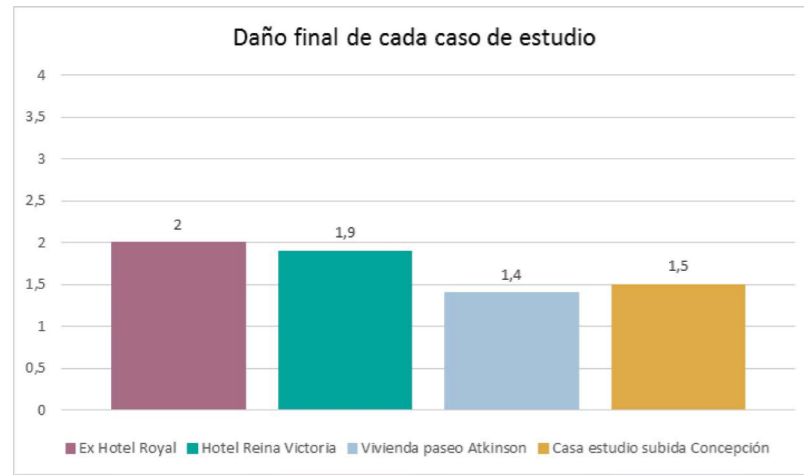


Gráfico 10
Comparación de daño final por cada caso de estudio.
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Fuente: Archivo propio, 2022.

CONCLUSIONES

Para evaluar las lesiones del contexto porteño fue necesario revisar las lesiones asociadas a las tipologías constructivas de Valparaíso y analizar las variables que influyen del contexto en donde se emplazan los inmuebles, tras aplicar la metodología desarrollada en los casos de estudio es posible concluir que ésta funciona para evaluar las lesiones patológicas que se manifiestan en los edificios, aunque no se logró identificar lesiones que desarrollan los inmuebles de entramados de madera se cree que esto sucedió debido a que aquel material no es visible exteriormente y los casos de estudio de aquella materialidad no pudieron ser revisados en su interior para verificar la presencia de dichas lesiones.

Otra conclusión sobre la metodología fue que se logró comprobar que los factores ambientales del contexto porteño relacionados con la cercanía a la costa y los efectos del cambio climático han incrementado lesiones de este tipo, ya que la mayoría de las lesiones presente en los inmuebles tiene relación directa con agentes climáticos que son los causantes de muchas de las patologías encontradas como son los paramentos ennegrecidos, los depósitos superficiales, los desprendimientos de acabados, las estructuras de soporte descubiertas, la oxidación de estructuras exteriores, las erosiones de material, redondeos y desgaste e incluso la aparición de plantas superiores en las fachadas.

Sobre la hipótesis planteada en un inicio de la investigación y luego de aplicar la metodología desarrollada se puede afirmar que los inmuebles del SPM de Valparaíso presentan lesiones patológicas que producen un deterioro significativo de los inmuebles, además según la lesiones encontradas se puede concluir que si existe una falta de mantenimiento de los edificios.

Los resultados obtenidos en los daños finales de cada caso de estudio dejaron en evidencia que las variaciones entre cada caso fueron mínimas, se cree que esto puede haber sucedido debido a que los casos seleccionados presentan daños leves y medianamente graves.

Como trabajo futuro se plantea probar la metodología en una cantidad mayor de casos de estudios, pero que cumplan con los criterios de selección de esta investigación y elegir casos a lo que se pueda tener acceso a su interior, para identificar de mejor forma las lesiones patológicas presentes en los inmuebles porteños. Sería aconsejable además de aplicar la metodología en los casos a evaluar, emplear técnicas de registro como ensayos técnicos no destructivos u otro tipo de pruebas para determinar la presencia de ciertas lesiones que no son visibles a simple vista.

De igual forma, a futuro se podría generar un catastro completo del SPM de Valparaíso con todas las lesiones que presentan estos inmuebles porteños como una forma de monitorear aquel patrimonio y lograr definir las prioridades de actuación en el sitio.

A futuro sería importante investigar las herramientas tecnológicas y tratamientos que ofrece el mercado para subsanar las lesiones presentes en los inmuebles porteños, en algún momento de la investigación se planteó desarrollar éste punto, pero por temas de tiempo se terminó descartando.



Fuente: Archivo propio, 2022.

REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

Bahamondez, M. (2002). *Preservación del patrimonio arquitectónico*. Santiago de Chile: CNCR. Obtenido de: <https://www.cncr.gob.cl/publicaciones/preservacion-del-patrimonio-arquitectonico-0>

Barros, L., & Sarabia, G. (2016). *Sistemas Constructivos Básicos*. Valparaíso, Chile: editorial USM.

Benavides, J., Pizzi, M., & Valenzuela, M. (1994). *Ciudades y Arquitectura Portuaria. Los puertos mayores del litoral chileno*. Santiago de Chile: editorial Universitaria.

Broto, C. (2006). *Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción*. Barcelona, España.

Buill, F., Núñez, M. A., & Rodríguez, J. (2007). *Fotogrametría arquitectónica*. Barcelona: edición de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

CChC. (2018). *Visión de ciudad para Valparaíso*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/CChC-Valpara%C3%ADso.pdf>

CMN, & Corporación Patrimonio Cultural de Chile. (2012). *Sitios de Patrimonio Mundial en Chile* (1a ed.). Santiago, Chile: Ograma impresores. Obtenido de <https://www.monumentos.gob.cl/publicaciones/libros/sitios-patrimonio-mundial-chile>

CMN. (2004). *Postulación de Valparaíso como Sitio de Patrimonio Mundial, UNESCO* (1a ed., Vol. 70). Santiago, Chile: Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales. Obtenido de <https://www.monumentos.gob.cl/publicaciones/libros/cmn-ndeg-70-postulacion-valparaiso-como-sitio-patrimonio-mundial-unesco>

Cobos, M., Vásquez, N., Iglesias, R., & Molina, M. (1999). *Cartografía histórica de Valparaíso*. Valparaíso, Chile: ediciones Universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso.

CORMA, Centro de transferencia Tecnológica. (2008). *Manual. La construcción de Viviendas en Madera*. Santiago, Chile. Capítulo 1 Consideraciones Generales. Unidad 2: Patologías y protección de la madera en servicio. Obtenido de: https://www.curriculumnacional.cl/614/articulos-89533_recurso_pdf

D'Alençon, R. (2008). *Acondicionamientos. Arquitectura y técnica*. Santiago: ediciones ARQ.

Errázuriz, A., Cereceda, P., González, J., González, M., Henríquez, M., & Rioseco, R. (1998). *Manual de Geografía de Chile*. Santiago, Chile: editorial Andrés Bello.

Fagalde, A. (2011). *El puerto de Valparaíso y sus obras de mejoramiento. Biblioteca fundamentos de la construcción de Chile*. (R. Sagredo, Ed.) Santiago de Chile: Cámara Chilena de la Construcción: Pontificia Universidad Católica de Chile: Dirección de Biblioteca Archivos y Museos. Obtenido de <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/visor/BND:355622>

Geohidrol. (2010). *Manual de Fachadas de ladrillo cara vista*. Capítulo 6. Procesos patológicos. Madrid, España. Obtenido de: <https://www.estructura.es/Uploads/docs/6.%20Procesos%20patol%F3gicos.pdf>

Greve, E. (1944). *Historia de la ingeniería en Chile, Tomo III*. Santiago: Imprenta Universitaria.

Gross, P. (2015). *Arquitectura en Chile desde la prehispanidad al centenario*. Santiago, Chile: Editorial Sa Cabana.

Hernández, S. (2019). *Degradación y durabilidad de materiales y componentes constructivos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura.

ICOMOS, & CMN. (2015). *Documentos de ICOMOS. Cuaderno N°111 del Consejo de Monumentos Nacionales (1a coed.)*. Santiago, Chile: Alvimpress impresores. Obtenido de <https://www.monumentos.gob.cl/publicaciones/libros/cuaderno-ndeg-111-documentos-icomos>

Ilustre Municipalidad de Valparaíso. (2019). *PLADECO 2019-2030. Creemos Valparaíso para el siglo XXI*. Obtenido de https://www.municipalidaddevalparaiso.cl/archivos/2019/PLADECO/PROPUESTA_PLADECO_2019.pdf

INIA. Ripa, R., Luppichini, P., Krecek, J., Lenz, M., & Creffield, J.W. (2004). *Termitas y otros insectos xilófagos en Chile: especies, biología y manejo*. Santiago, Chile: Imprenta Salesianos S.A.

Instituto de Geografía PUCV. (2014). *Valparaíso. H30: Plan Maestro. Serie Territorio y Paisaje*. Universidad Diego Portales, FAAD. Magíster Territorio y Paisaje. Obtenido de https://issuu.com/magisterterritorioypaisaje/docs/libromg_pp_02

Lasheras, F. (2009). *Patología de la construcción con madera*. En: "Tratado Técnico Jurídico de la Edificación y el Urbanismo. Tomo I. Patología de la Construcción y Técnicas de Intervención". España, Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi S.A., pp.789-849. (sección del libro)

Le Dantec, F. (2003). *Crónicas del Viejo Valparaíso*. Valparaíso, Chile: ediciones Universitarias de Valparaíso.

López, F., Rodríguez, V., Astorqui, J., Torreño, I., & Ubeda, P. (2004). *Manual de Patología de la edificación. Tomo 1. El lenguaje de las grietas. Patología y recalces de las cimentaciones*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Capítulo I. Conceptos generales de patología de la edificación.

López, F., Rodríguez, V., Astorqui, J., Torreño, I., & Ubeda, P. (2004). *Manual de Patología de la edificación. Tomo 2. Patología de las estructuras: Hormigón y Madera*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Capítulo III. Patología de las estructuras de madera y sus reparaciones.

López, F., Rodríguez, V., Astorqui, J., Torreño, I., & Ubeda, P. (2004). *Manual de Patología de la edificación. Tomo 3. Lesiones en los edificios debidas a las humedades. Patología de las cubiertas y fachadas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Capítulo II. Patología de las fachadas y sus revestimientos.

Luebert, F., & Pliscoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile*. Santiago, Chile: editorial Universitaria, S.A.

Martland, S. (2017). *Construir Valparaíso: Tecnología, municipalidad y Estado, 1820-1920*. Santiago, Chile: Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (Dibam). Obtenido de https://www.centrobarrosarana.gob.cl/622/w3-article-77428.html?_noredirect=1

MINVU. (2018). *Recomendaciones para la prevención y control de ataques de termitas en edificaciones*. Santiago, Chile. Obtenido de: <http://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/3485>

Monjo, J., & Maldonado, L. (2001). *Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas*. Madrid: Munilla-Lería. Obtenido de: http://oa.upm.es/45423/1/2001_patologia_MC_opt.pdf

Organización del Máster de Restauración Arquitectónica. (1999). *Tratado de Rehabilitación. Tomo 2. Metodología de la restauración y de la rehabilitación*. Madrid: Munilla-Lería.

Organización del Máster de Restauración Arquitectónica. (2001). *Tratado de Rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales*. Madrid: Munilla-Lería.

Peraza, J., Arriaga, F., Arriaga, C., González, M., Peraza, F., & Rodríguez, M. (1995). *Casas de Madera*. España: Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho.

Pino, A. (2015). *Quebradas de Valparaíso: Memoria social autoconstruida*. Santiago, Chile: Gráficas LOM. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/282328448-Quebradas_de_Valparaiso_Memoria_social_autoconstruida

Sociedad de Fomento Fabril, González, P. (1920). *Chile: Breves noticias de sus Industrias*. Santiago: Sociedad Imprenta y litografía Universo. Obtenido de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-8443.html>

Sociedad de Fomento Fabril, González, P., & Soto, M. (1926). *Álbum Gráfico e Histórico de la Sociedad de Fomento Fabril y de la Industria Nacional*. Santiago: Imprenta Cervantes. Obtenido de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-124452.html>

Solminihac, H., & Thenoux, G. (2011). *Procesos y técnicas de construcción*. (5a ed.). Santiago de Chile: ediciones Universidad Católica de Chile.

Tornero, R. (1872). *Chile ilustrado: guía descriptivo del territorio de Chile, de las capitales de Provincia, de los puertos principales*. Valparaíso, Chile: Librerías i agencias del Mercurio. Obtenido de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-8381.html>

Ugarte, J. (1910). *Valparaíso:1536-1910: recopilación histórica, comercial y social*. Valparaíso: Imprenta Minerva. Obtenido de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-8038.html>

Urbina, R. (1996). *Valparaíso. Años dorados.1830-1930*. Valparaíso, Chile.

Artículos

Adell, J. (1992). La arquitectura de ladrillos del siglo XIX: Racionalidad y modernidad. *Informes de la Construcción*, Vol. 44 Núm.(421), pp. 5-15.

Araya, M. (2009). Las aguas ocultas de Valparaíso. *ARQ*. Núm. (73), pp. 40-45. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/arq/n73/art07.pdf>

Bahamondes, C. (2004) Configuración del Paseo Atkinson en el Cerro Concepción, Valparaíso. Datos Históricos, revista "Archivum" Núm.(6). Obtenido de: <https://docplayer.es/4080902-Configuracion-del-paseo-atkinson-en-el-cerro-concepcion-valparaiso-datos-historicos.html>

Basterra, L. A., Acuña, L., Casado, M., Cueto, R. & López, G. (2009). Diagnóstico y análisis de estructuras de madera mediante técnicas no destructivas: aplicación a la Plaza Mayor de Chinchón (Madrid). *Informes de la Construcción*, Vol. 61, 516, 21-36.

Binda, L. (1997). La restauración de edificios históricos de obra de fábrica. *Revista Loggia*. Núm. (4), pp.82-91. Recuperado de: <https://polipapers.upv.es/index.php/loggia/article/view/5381/5365>

Boza, C., & Castillo, M. (1978). Patrimonio nacional. *AUCA: Arquitectura Urbanismo Construcción Arte*, Núm.(34), pp. 21-38. Obtenido de <https://revistahistoriaindigena.uchile.cl/index.php/AUCA/article/view/59597/63033>

Braga, I., Brandão, F., Ribeiro, F., & Diógenes, A. (2019). Aplicación de la matriz GUT en el análisis de manifestaciones patológicas en construcciones históricas. *Revista ALCONPAT*. Vol.9 Núm. (3), pp.320-335.

Cepi, H. (1892). El Ladrillo. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*. Núm. (12), pp. 562-574. Obtenido de <https://revistas.uchile.cl/index.php/AICH/article/view/30417/32195>

Chávez, J., & Álvarez, O. (2005). Metodología para el diagnóstico y restauración de edificaciones. *Revista de Construcción*. Vol.4 Núm. (2), pp.47-54. Recuperado de: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/11350>

Godoy, J. (1970). Los ascensores en Valparaíso. *AUCA: Arquitectura Urbanismo Construcción Arte*, Núm. (18), pp.54-57. Obtenido de <https://revistahistoriaindigena.uchile.cl/index.php/AUCA/article/view/59203/62697>

Hernández, N., & Osorio, A. (2018). Análisis Geo-Histórico de las condiciones de habitabilidad del sector oriente del Almendral desde tiempos prehispánicos hasta el siglo XX. *Revista ANALES del Museo de Historia Natural de Valparaíso*. Vol. 31, pp. 139-157. Obtenido de https://www.mhmv.gob.cl/636/articles-90177_galeria_05.pdf

Hurtado, M., Salazar, M., & Muñoz, G. (2016). Construction features of the historical architecture in the sea port city of Valparaiso: architect E.O.F. Harrington's brick masonry buildings. *Revista de la construcción*, Vol.15 Núm. (3), pp. 67-76.

Jiménez, C., & Ferrada, M. (2003). Los valores universales del patrimonio arquitectónico y urbano en Valparaíso. *Urbano*, Vol.6 Núm.(8), pp. 32-47. Obtenido de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/560>

Jiménez, C., & Ferrada, M. (2006). Identidad tipológica del patrimonio arquitectónico. Área histórica UNESCO de Valparaíso. *Urbano*. Vol.9 Núm.(14), pp. 20-26. Obtenido de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/456/419>

Jorquera, N. (2014). Culturas constructivas que conforman el patrimonio chileno construido en tierra. *Revista AUS*, Núm.(16), pp. 30-35. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/153315/Culturas-constructivas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lasheras, F. (2001). Patología de la madera. *Tratado de Rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención*. Elementos estructurales, pp. 255-276.

Martínez, R., & García, J. (2012). Racionalización de la representación gráfica en el diagnóstico de patologías. *III Congreso Internacional de Patrimonio y Expresión Gráfica Aplicada. HEDEGFORM 2012*. Granada. pp.1-6. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10481/48392>

Mileto, C. (2000). Algunas reflexiones sobre el Análisis Estratigráfico Murario. *Loggia, Arquitectura & Restauración*, (9), 80-93.

Monjo, J. (1999). La patología y los estudios patológicos. *Tratado de Rehabilitación. Tomo 2. Metodología de la restauración y de la rehabilitación*, pp. 105-124.

Monjo, J., & Camino, M. (2001). La construcción con ladrillo. Evolución y Tipología. *Tratado de Rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención*. Elementos estructurales., pp. 161-184.

Olmos, C. (2001). Patología físico-química del ladrillo. *Tratado de Rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales*, pp. 185-192.

Ortiz, R., Moreno, L., Ramírez, R., & Olivero, P. (2011). Determinación de los modelos de biodeterioro en elementos de madera producidos por hongos de pudrición en edificaciones de la zona de conservación histórica de Valparaíso, Chile. *Revista de la construcción*. Vol.10 Núm. (2), pp.82-89. Recuperado de: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/11478>

Pérez, J. & Piedecausa, B. (2016). Termografía infrarroja aplicada en cúpulas históricas: identificación y análisis de sistemas constructivos. *Informes de la Construcción*, 68(541): e129.

Pizzi, M. (1986). Orígenes de la arquitectura en madera del siglo XIX en Iquique. *AUCA: Arquitectura Urbanismo Construcción Arte*, Núm.(50-51), pp. 34-36. Obtenido de <https://revistahistoriaindigena.uchile.cl/index.php/AUCA/article/view/60073/63517>

Pizzi, M. (2012). Balloon Frame en Chile. Elemento clave de su identidad arquitectónica. *Revista CA, Ciudad y Arquitectura*, Vol. 7 Núm.(150), pp. 20-25. Obtenido de <http://revistaca.cl/revistas/150.pdf>

Pizzi, M., Benavides, J., & Valenzuela, M. (1995). Arquitectura de los puertos mayores del litoral chileno. *Revista de Arquitectura*. Núm. (6), pp. 2-7. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117981>

Rocha, E., Macedo, J.,Correia, P. & Monteiro, E. (2018), "Adaptación de mapa de daños a edificios históricos con problemas patológicos: Estudio del caso de la Iglesia del Carmo en Olinda PE.", *Revista ALCONPAT*, 8 (1), pp. 51 – 63.

Ruiz, R., Lordsleem, A. & Rocha, J. (2021) Inspección de fachadas con Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT): estudio exploratorio, *Revista ALCONPAT*, 11 (1), pp. 88-104.

Saelzer, G. (2017). Urbanismo topográfico según la cartografía histórica: desde las fortificaciones hasta las plazas de Valparaíso. *AUS [Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad]* Núm.(15), pp. 34-39. Obtenido de <http://revistas.uach.cl/pdf/aus/n15/art07.pdf>

Sameño, M., & García, J. (1995). Biodeterioro alteración biológica de monumentos y obras de arte. *Revista PH*. Vol.10. pp. 26-27. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/5202857/biodeterioro.-alteraci%C3%B3n-biol%C3%B3gica-de-monumentos-y>

Sánchez, A., & Jiménez, C. (2011). Valparaíso: la ciudad-puerto más importante de Chile y la vulnerabilidad de su patrimonio arquitectónico a los riesgos sísmicos. *Estudios Geográficos*, Vol.72 Núm.(271), pp. 559-589. Obtenido de <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/viewFile/354/353>

Sánchez, A., Bosque, J., & Jiménez, C. (2009). Valparaíso: su geografía, su historia y su identidad como Patrimonio de la Humanidad. *Estudios Geográficos*, Vol.70 Núm. (266), pp. 269-293. Obtenido de <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/118/115>

Silva, W., Lordsleem, A., Ruiz, R & Rocha, J. (2021) Inspección de manifestaciones patológicas en edificios con cámara térmica integrada en Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT): una investigación documental, *Revista ALCONPAT*, 11 (1), pp. 123 – 139.

Takeda, O. & Mazer, W. (2018). Potencial de análisis termográfico para evaluar manifestaciones patológicas en sistemas de revestimiento de fachadas, *Revista ALCONPAT*, 8 (1), pp. 38 – 50.

Tassara, E. (2004). Fotogrametría: Relevamiento y detección de Patologías. Técnicas especiales aplicadas al reconocimiento integral del patrimonio monumental para su preservación, conservación y puesta en valor. *CIC-Digital*. pp.1-10. Recuperado de: <https://digital.cic.gba.gov.ar/handle/11746/1440>

Ulloa, D. (2020). Arquitectura y Computación fotogrametría a corta distancia. *Auca: Arquitectura Urbanismo Construcción Arte*, (39), pp. 58–59. Recuperado a partir de <https://revistahistoriaindigena.uchile.cl/index.php/AUCA/article/view/59733>

Urbina, M^a. X. (2001). Los ranchos de Valparaíso en el siglo XIX: aproximaciones a un estudio sobre vivienda popular urbana. *Notas históricas y geográficas*. Núm.(12), pp. 225-242.

Urbina, M^a. X. (2016). La colonización vertical en Valparaíso. Etapa inicial. *HYBRIS. Revista de filosofía*. Valparaíso: la escritura de la ciudad anárquica., Vol.7 Núm.(Especial), pp. 97-127. Obtenido de <http://revistas.cenantes.cl/index.php/hybris/article/view/107/210>

Vergara, C., & Ferrada, M. (2010). Preservación de inmuebles y zonas de conservación histórica de Valparaíso. *Urbano*, Vol.13 Núm.(21), pp. 32-40. Obtenido de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/314>

Waisberg, M. (1978). En torno a la historia de la arquitectura chilena. *Publicaciones DAU. Estudios*. Núm. (2), pp.1-52. Obtenido de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-127156.html>

Waisberg, M. (1978). Tema I Patrimonio Arquitectónico Patrimonio de arquitectura regional y urbana en Chile patrimonio arquitectónico de Valparaíso. *AUCA: Arquitectura Urbanismo Construcción Arte*, Núm. (34), pp.70. Obtenido de <https://revistahistoriaindigena.uchile.cl/index.php/AUCA/article/view/59606/63039>

Waisberg, M. (1985). Casas de Playa Ancha Valparaíso una tipología que sobrepasa los terremotos. *AUCA: Arquitectura Urbanismo Construcción Arte*, Núm.(49), pp. 53-56. Obtenido de <https://revistahistoriaindigena.uchile.cl/index.php/AUCA/article/view/60061/63505>

Documentos / Actas / Informes

DMC, & DGAC. (2019). *Índices de Cambio Climático. Tendencias observadas de eventos extremos climáticos*. Sección Climatología- Oficina de Cambio Climático. Obtenido de <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/documentoPdf/publicacionCambioClimatico/publicacionCambioClimatico201906001.pdf>

DMC, & DGAC. (2019). *Reporte Climático Año 2019*. (Vol.5). Dirección Meteorológica de Chile, Subdepartamento de Climatología y Meteorología aplicada. Obtenido de <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/reporteClimatologico/2019>

ICOMOS. (1987). Carta Internacional para la conservación de ciudades históricas y áreas urbanas históricas (Carta de Washington 1987). *Asamblea General de ICOMOS*. Washington D.C.

ICOMOS. (1999). Principios que deben regir la conservación de las estructuras históricas en madera. *12a Asamblea General*. México.

ICOMOS. (2003). Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico. *14a Asamblea General de ICOMOS*. Victoria Falls, Zimbabwe.

Sociedad de Fomento Fabril. (1895-1897). Boletín de la Estadística Industrial de la República de Chile. Sección de Estadísticas. Obtenido de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-71088.html>

UNESCO. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. *Conferencia General de la ONU. 17a reunión*. París. Obtenido de <https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>

Presentaciones

Marchant, C. (2018). *Clase 1. Elementos para una adecuada interpretación normativa*. UTFSM, Arquitectura, Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible, Valparaíso.

Marchant, C. (2018). *Clase 2. Rehabilitación, una forma de conservación y protección del patrimonio*. UTFSM, Arquitectura, Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible, Valparaíso.

Tesis

Cáceres, F. (2016). *Propuesta para la evaluación y mitigación de los factores del riesgo (Sismo e incendio) en inmuebles patrimoniales del área UNESCO de Valparaíso*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María (Tesis de pregrado).

Castañeda, M. (2016). *De lo micro a lo macro. Dos modelos para usar el agua de niebla en reforestación*. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso: Escuela de Arquitectura y diseño E[ad]. (Tesis de pregrado). Obtenido de http://opac.pucv.cl/pucv_txt/Txt-4500/UCD4866_01.pdf

Cultrone, G. (2001). *Estudio mineralógico-petrográfico y físico-mecánico de ladrillos macizos para su aplicación en intervenciones del Patrimonio Histórico*. Granada, España: Universidad de Granada. (Tesis doctoral).

Gil, D. (2017). *Sistemas Constructivos de Madera en Viviendas de Playa Ancha de principios de siglo XX*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. (Tesis de pregrado).

Jiménez, M. B. (2014). *Los entramados tradicionales de madera en los Cerros Alegre y Concepción. Caracterización histórica y técnica de las viviendas de finales del siglo XIX y comienzos del XX*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. (Tesis de pregrado).

Patiño, L. (2012). *Patología del ladrillo en fachadas causada por agentes atmosféricos*. Estudio de caso ciudad de Bogotá. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes, Maestría en Construcción. (Tesis de magíster).

Salazar, M. (2014). *El carácter técnico / constructivo en la obra de E.O.F. Harrington. Estudio y análisis de cuatro de sus edificios en Valparaíso (desde 1895 hasta 1920)*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. (Tesis de pregrado).

Sitios Web

BCN. (s.f.). Clima y Vegetación Región de Valparaíso. Chile Nuestro País. Recuperado el 28 de Abril de 2020, de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region5/clima.htm>

BCN. (s.f.). Región de Valparaíso. Chile Nuestro País. Recuperado el 28 de Abril de 2020, de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region5>

BND. (s.f.). Mapoteca. Material cartografico. Recuperado el 10 de Agosto de 2020, de <http://www.bibliotecanacionaldigital.gpertyvalue-665661.html#data=%7B%22orfilter%22:%7B%22filtrotitulo%22:%22valpara%C3%ADso%22%7D,%22page%22:8%7D>

Cementerio Traiguen. (s.f.). Ricardo Levy Levy. Biografías. Recuperado el 16 de Noviembre de 2020, de <http://www.cementeriotraiguen.cl/ricardo-levy-levy/>

Cerámica de Lota. (n.d.). Recuperado Noviembre 2021, desde Museo de Historia Natural de Concepción website: https://www.mhnconcepcion.gob.cl/cartelera/ceramica-de-lota?_noredirect=1

Cerámica Santiago. (2020). Nosotros. Recuperado el 18 de Noviembre de 2020, de <https://www.ceramicasantiago.cl/nosotros/>

CMN. (s.f.). Antecedentes Patrimonio Mundial. Recuperado el 30 de Abril de 2020, de <https://www.monumentos.gob.cl/patrimonio-mundial/antecedentes>

Fábrica de Ladrillos y Tejas Traiguén. (s.f.). Nuestra empresa. Recuperado el 18 de Noviembre de 2020, de <http://www.ladrillostraiguen.cl/paginas/informacion-formal/nuestra-empresa.html>

Gobierno Regional de Valparaíso. (s.f.). Geografía. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de <http://www.gorevalparaiso.cl/geografia.php>

Hotel Reina Victoria, Valparaíso. (n.d.). Recuperado 26 Enero, 2023, desde [hotelreinvictoriavalparaiso.cl](http://www.hotelreinvictoriavalparaiso.cl/#alojamiento) website: <http://www.hotelreinvictoriavalparaiso.cl/#alojamiento>

Ilustre Municipalidad de Valparaíso. (2021). Valparaíso una síntesis de lo que somos. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de https://www.municipalidaddevalparaiso.cl/valparaiso_sintesis.aspx

Memoria Chilena. (2018). Inicios de la industria en Chile (1860-1930). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-647.html>

Servicio Nacional de Turismo Araucanía. (s.f.). Histórica fábrica de ladrillos y tejas de Traiguén. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de http://uranio.tide.cl/araucania_desa/es/nahuelbuta_/item/59-hist%C3%B3rica-f%C3%A1brica-de-ladrillos-y-tejas-de-traigu%C3%A9n.html

SURDOC. (s.f.). Colecciones. Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de <https://www.surdoc.cl/>

UNESCO. (2003). The List. Historic Quarter of the Seaport City of Valparaíso. Recuperado el 4 de Mayo de 2020, de <http://whc.unesco.org/en/list/959>

UWE Bristol. (2008). Traditional Timber Framing - A Brief Introduction. Timber Frame Types. Recuperado el 25 de Noviembre de 2020, de https://fet.uwe.ac.uk/conweb/house_ages/timber/section4.htm

Vintage Everyday. (2017). Amazing Photographs Documented Victorian Houses Moving in San Francisco in the 1970s. Recuperado el 26 de Noviembre de 2020, de <https://www.vintag.es/2017/10/amazing-photographs-documented.html>



Fuente: Ardiles, 2022.

GLOSARIO

PATOLOGÍA: conjunto de síntomas de una enfermedad.⁴⁰

Es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución.⁴¹

Estudio del conjunto de los procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y elementos constructivos.⁴²

ALBAÑILERÍA: arte de construir edificios u obras en que se empleen, según los casos, ladrillos, piedra, cal, arena, yeso, cemento u otros materiales semejantes. Obra de albañilería.⁴³

Se llama albañilería a una estructura construida sobre la base del empleo de ladrillos de cerámica, bloques de cemento, piedras o algún otro elemento de forma semirregular, los cuales están unidos entre sí por una capa de mortero.⁴⁴

ENTRAMADO: armazón de madera que sirve para hacer una pared, tabique o suelo, rellenando los huecos con fábrica o tablazón.⁴⁵

LESIÓN: cada una de las manifestaciones observables de un problema constructivo, corresponde al síntoma o efecto final del proceso patológico.⁴⁶

CAUSA: agente activo o pasivo que actúa como origen del proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones.⁴⁷

LESIÓN PRIMARIA: es la que aparece en primer lugar en un proceso patológico.⁴⁸

LESIÓN SECUNDARIA: es la que surge como consecuencia de una lesión anterior.⁴⁹

CAPILARIDAD: capacidad de un líquido para desplazarse hacia arriba debido a una combinación del efecto de mojado de la superficie y a la tensión superficial. Este ascenso se produce hasta que se alcanza un equilibrio entre las fuerzas de succión de carácter capilar (F) y el peso del líquido que asciende (W).⁵⁰

DETERIORO: modificación de la materia constitutiva de un bien cultural, que altera una o varias de sus características por la incidencia de uno o varios factores.⁵¹

RESTAURACIÓN: conjunto de acciones orientadas a la recuperación de valores tanto estéticos como históricos presente en los bienes patrimoniales, a fin de procurar su reintegración al contexto cultural vigente y su transmisión al futuro en toda su potencialidad.⁵²

Reparación de un elemento concreto o de un objeto de decoración.⁵³

Todos aquellos procedimientos técnicos que buscan restablecer la unidad formal y la lectura del bien cultural en su totalidad, respetando su historicidad, sin falsearlo.⁵⁴

CONSERVACIÓN: acciones tendientes a evitar o disminuir el avance del deterioro a fin de proteger y asegurar la vida material de los bienes culturales, sin apuntar a la restitución de los valores estéticos e históricos, a través de procedimientos y/o tratamientos practicado sobre los objetos.⁵⁵

40, 43 y 45. Real Academia Española. (2017).

41. Broto, 2006.

42. López et al., 2004, p. 16. Tomo 1.

44. Solminihac et al., 2011, p.329.

46, 47, 48, 49 y 53. Monjo, 1999.

50. Olmos, 2001. Tomo 3.

51, 52 y 55. Bahamondez, 2002.

54. Terán, J. (2004). Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica. *Conserva*, Núm. 8.

Aplicación de los procedimientos técnicos cuya finalidad es la de detener los mecanismos de alteración o impedir que surjan nuevos deterioros en un edificio histórico.⁵⁶

CONSERVACIÓN PREVENTIVA: conjunto de acciones destinadas a proteger y asegurar la vida material de los bienes culturales mediante la intervención en el entorno inmediato a éste (acondicionamiento y control ambiental, HR, T°), medidas de seguridad y antirrobo, protección contra la contaminación ambiental, vandalismo, etc.⁵⁷

PRESERVACIÓN: acciones encaminadas a prevenir el deterioro de una construcción. Acción que antecede a las intervenciones de Conservación y/o Restauración, procurando que, con estas actividades, las alteraciones se retarden lo más posible, e implica el realizar operaciones continuas que buscan mantener al monumento en buenas condiciones.⁵⁸

MANTENIMIENTO: acciones dirigidas a cuidar una construcción para que permanezca en buen estado.⁵⁹

REPARACIÓN: acciones dirigidas a remediar el deterioro de una construcción.⁶⁰ Conjunto de actuaciones (demolición, saneamientos, nuevos materiales, etc.) destinadas a recuperar el estado constructivo original de dicha unidad.⁶¹

REHABILITACIÓN: conjunto de acciones de reparación y restauración orientadas a recuperar la funcionalidad de un edificio completo.⁶² Recuperación o puesta en valor de una construcción, mediante obras y modificaciones que, sin desvirtuar sus condiciones originales, mejoran sus cualidades funcionales, estéticas, estructurales, de habitabilidad o de confort.⁶³

LIBERACIÓN: intervención que tiene por objeto eliminar (materiales y elementos) adiciones, agregados y material que no corresponde al bien inmueble original.⁶⁴

CONSOLIDACIÓN: es la intervención más respetuosa dentro de la restauración y tiene por objeto detener las alteraciones en proceso. Como el término mismo lo indica, “da solidez” a un elemento que la ha perdido o la está perdiendo.⁶⁵

REESTRUCTURACIÓN: es la intervención que devuelve las condiciones de estabilidad pérdidas o deterioradas, garantizando, sin límite previsible, la vida de una estructura arquitectónica.⁶⁶

ARCILLA: material mineral natural que posee propiedades plásticas y partículas muy finas; la fracción arcillosa de un suelo generalmente se considera como la porción compuesta por partículas de menos de 2 µm; los minerales arcillosos son fundamentalmente silicatos de aluminio hidratados u ocasionalmente silicatos de magnesio hidratados.⁶⁷

CERÁMICA: es el arte de fabricar recipientes, vasijas y otros objetos de arcilla, u otro material cerámico y por acción del calor transformarlos en recipientes de terracota, loza o porcelana. También es el nombre de dichos objetos.⁶⁸

CRISTALIZACIÓN: formación de porciones de materia con estructura cristalina, y en ciertos casos con formas poliédricas, a partir de una solución o de un líquido, gas o sólido amorfo; cuando los átomos asumen una posición definitiva en la red cristalina, esto es lo que sucede cuando un metal líquido se solidifica.⁶⁹

56, 58, 64 y 65. Terán, 2004.
57, 59 y 60. Bahamondez, 2002.
61, 62 y 66. Monjo, 1999.
63. OGUIC.
67, 68 y 69. Patiño, 2012.

70 y 71. Patiño, 2012.
72 y 73. Sameño & García, 1995.

POROSIDAD: La porosidad es la capacidad de un material de absorber líquidos o gases. También es el tamaño y número de los poros de un filtro o de una membrana semipermeable.⁷⁰

XILÓFAGO: término usado en ecología para describir los hábitos de un consumidor primario cuya dieta consiste principalmente (a menudo exclusivamente) en madera.⁷¹

BIODETERIORO: cambios indeseables en las propiedades de un material causados por la actividad vital de algunos organismos.⁷²

BIODEGRADACIÓN: proceso de destrucción de un material por organismos vivos o por productos de su metabolismo.⁷³



Fuente: Archivo propio, 2022.

ANEXOS

ANEXO 1

El “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” informe que es desarrollado por CONAF, que monitorea los cambios de usos que experimenta cada región, sobre Valparaíso según la última actualización del catastro (año 2017), un 3,7% de la superficie de la región corresponden a áreas urbanas e industriales, mientras que un 10,9% de la superficie corresponden a terrenos agrícolas, 32,2% de la superficie total son terrenos cubiertos por matorrales y praderas (resultantes de la sustitución de la vegetación nativa y degradación de los suelos), la superficie de bosques, exóticos, nativos y mixtos es equivalente al 34,6%, es decir, 553.610,2 ha de bosques, de las cuales el 87,5% está compuesto de bosques nativos, un 12,4% terrenos de plantación forestal y finalmente 0,1% de bosque mixto (Ver gráfico 11 y 12). Los gráficos muestran el crecimiento que han experimentado los terrenos agrícolas, así como también las praderas y matorrales, junto con las áreas urbanas e industriales, la intervención humana en las zonas urbanas ha ido apartando la presencia de la vegetación original, desplazando o perdiendo los densos bosques que conformaban originalmente las quebradas costeras.

Gráfico 11

Comparación de la superficie de uso regional.
Fuente: Elaboración propia, en base a la información recopilada del catastro vegetacional⁷⁴ y el PLADECO⁷⁵, 2002.

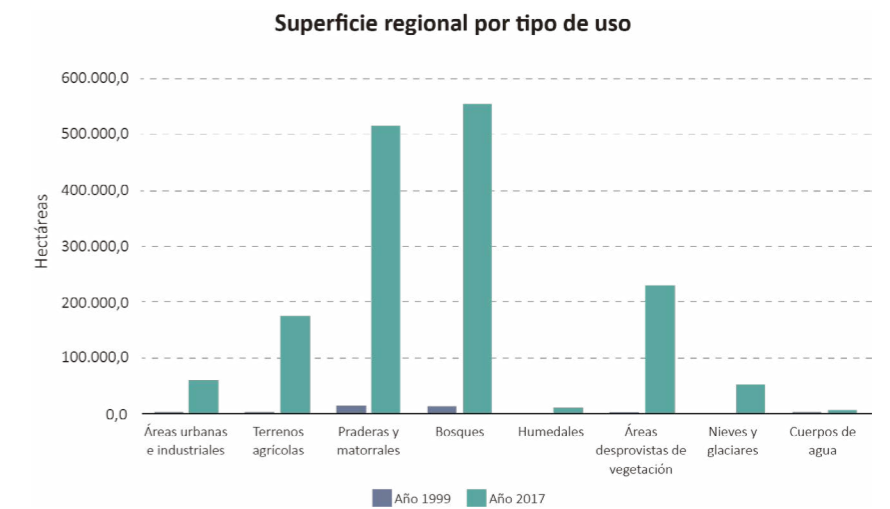
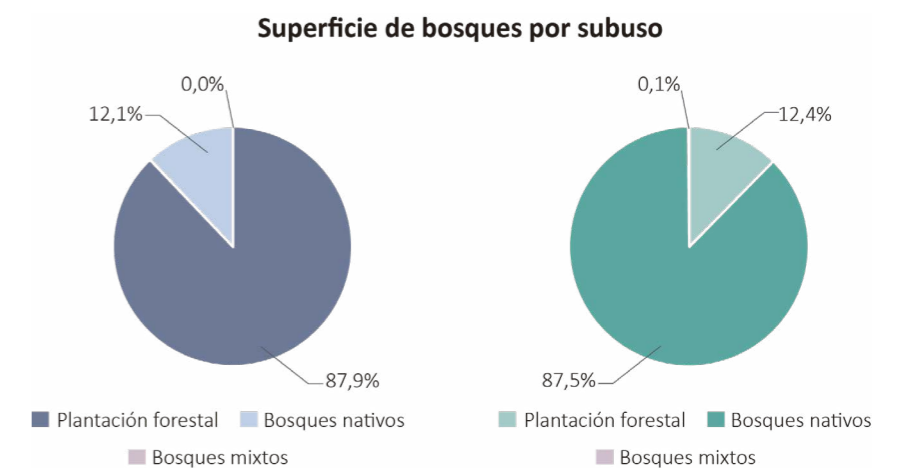


Gráfico 12

Comparación de superficie de bosques por subuso.
Fuente: Elaboración propia, en base a la información recopilada del catastro vegetacional y el PLADECO, 2002.



74. En <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/>, consultado el 29-04-2020.

75. En https://issuu.com/pladecovalparaiso/docs/20140730_informe_i_diagnostico_plad, consultado el 29-04-2020.

ANEXO 2

Aspectos legales del patrimonio en Chile.

En base al marco jurídico-normativo que existe hasta el momento en Chile como medidas de protección del patrimonio, podemos señalar que éste se ha ido implementando con el tiempo a diferentes escalas (Marchant, 2018).

Primeramente cabe señalar que la Constitución Política de la República⁷⁶ realiza referencias indirectas respecto al patrimonio, empezando por su artículo 5° en donde se describe que dentro de los deberes de los órganos del estado se encuentra el respetar y promover los tratados internacionales que hayan sido ratificados por Chile y estén vigentes. Mientras que por otra parte en su artículo 19°, N°10 se expresa que uno de los deberes del Estado corresponde a la protección e incremento del patrimonio cultural de la Nación (Marchant, 2018).

Chile se ha adherido a diversas convenciones, que corresponden a normas vinculantes para el país, algunas de ellas son: la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (1972), suscrita por Chile en el año 1980⁷⁷, la Convención para la protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado y sus protocolos (1954), adhiriéndose Chile en el año 2008⁷⁸, la Convención para la salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial (2003) ratificada por Chile en el año 2009⁷⁹, la Convención sobre la protección y promoción de la diversidad de las expresiones culturales (2005) ratificada por Chile en el año 2007⁸⁰, entre otras.

En el año 1923 se recomendó a los Gobiernos promulgar leyes que tendieran a la preservación y conservación de restos arqueológicos e históricos. Durante muchos años el patrimonio nacional ha estado resguardado legalmente por la Ley de Monumentos Nacionales N°17.288, cuyos inicios se remontan al año 1925⁸¹, pero no fue hasta el año 1969 cuando se presentó el proyecto de ley ante el Congreso, “Proyecto de Ley que establece la protección del Patrimonio Histórico Cultural del País” el cual fue aprobado en el año 1970, fecha desde la que comenzó a regir como ley de la República de Chile dictada por el presidente Eduardo Frei Montalva.

Esta ley encarga la tuición y protección del patrimonio monumental al CMN, organismo técnico del Estado, el cual depende del Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio⁸², entidad colegiada que es integrada por un consejo que queda definido por la misma ley, el consejo está dirigido por el Subsecretario del Patrimonio Cultural, el director del Servicio Nacional del Patrimonio Cultural como Vicepresidente Ejecutivo y un conjunto de 22 consejeros, miembros representantes de instituciones públicas y privadas. Además cabe agregar que se estableció una coordinación general y regional en éste organismo, por medio de áreas técnicas y áreas transversales (Ver fig. 167).

Entonces la Ley N°17.288⁸³ es el principal cuerpo jurídico que protege el patrimonio natural y cultural del país, para que los bienes sean identificados y declarados como “Monumento Nacional” (MN), existen 6 tipos de categorías para su declaratoria y protección patrimonial estas son: Monumento Histórico (MH), Zona Típica (ZT), Monumento Público, Monumento Arqueológico, Santuario de la Naturaleza y Monumento Paleontológico.

En 1976 se genera un cambio fundamental en la legislación con respecto a la protección del patrimonio arquitectónico y urbano, con la incorporación



Figura 167
Organigrama del Consejo de Monumentos Nacionales.
Fuente: CMN, 2018. Disponible en: <https://www.monumentos.gob.cl/acerca/organigrama>

76. En <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=242302&idVersion=2020-05-30>, consultado el 11-05-2020.
77. Por el Decreto Ley N°3.056, disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=166877&idParte=0&idVersion=>, consultado el 08-06-2020.
78. Por el Decreto Supremo N°240, disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=284532&idVersion=2009-01-05>, consultado el 11-05-2020.
79. Por el Decreto N°11, disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=288015&idVersion=2009-03-13>, consultado el 11-05-2020.
80. Por el Decreto N°82, disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=262136&idVersion=2007-06-27>, consultado el 11-05-2020.
81. Año de creación del Consejo de Monumentos Nacionales, mediante el Decreto N°651.
82. Desde el 1 de marzo de 2018 pasó a formar parte del Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, antes formaba parte del Ministerio de Educación.
83. En <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=28892&idVersion=2020-02-20>, consultado el 11-05-2020.

84. Correspondiente al Decreto 458; Decreto con Fuerza de Ley N°458, publicado el 13 de abril de 1976.
85. En <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=13560&idVersion=2020-01-23>, consultado el 11-05-2020.
86. Por Decreto N°47, publicado el 5 de junio de 1992. Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=8201&idVersion=2020-06-13>, consultado el 11-05-2020.
87. En <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=243771&idVersion=2018-03-01>, consultado el 11-05-2020.
88. En <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667&idVersion=2020-01-23>, consultado el 11-05-2020.

de la Ley General de Urbanismo y Construcciones⁸⁴ (LGUC), norma que está relacionada con la planificación territorial y urbana, permitiendo identificar, proteger e incorporar Inmuebles de Conservación Histórica (ICH) y Zonas de Conservación Histórica (ZCH) a los Planes Reguladores Comunales (PRC), resguardando y tratando conjuntos o áreas que posean valores urbanos y arquitectónicos a nivel local. (Sánchez, Bosque & Jiménez, 2009)

Lo antes descrito se menciona en el inciso segundo del artículo 60°, de la LGUC expresando lo siguiente: “...Igualmente, el Plan Regulador señalará los inmuebles o zonas de conservación histórica, en cuyo caso los edificios existentes no podrán ser demolidos o refaccionados sin previa autorización de la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo correspondiente.” (BNC, 1976)⁸⁵

La LGUC es reglamentada mediante su Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones⁸⁶ (OGUC), normativa en la cual se definen y se presentan los requisitos para ayudar en la regulación e identificación de ICH y ZCH. En su artículo 2.7.8. establece que las municipalidades:

“...a través de Planos Seccionales, podrán establecer características arquitectónicas determinadas para los proyectos que se realicen en sectores ligados a Monumentos Nacionales, cuando se trate de inmuebles o zonas de conservación histórica, de manera que las nuevas construcciones, o la modificación de las existentes, constituyan un aporte urbanístico relevante. Tales características arquitectónicas deberán situarse dentro de las normas urbanísticas establecidas para la respectiva zona o subzona en el Plan Regulador Comunal o Seccional.” (BCN, 1992)

Por lo tanto, al intervenir sobre un ICH o una ZCH se debe respetar lo establecido en aquel plano seccional correspondiente.

Estos dos cuerpos legales antes mencionados (Ley N°17.288 y Ley General de Urbanismo y Construcciones) son las principales normativas en lo que respecta a la protección del patrimonio en Chile. Aunque hay otras leyes que se relacionan de una forma más indirecta con el patrimonio, las cuales es importante tener presentes, como por ejemplo:

La Ley N°19.175 de Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional (LOGGAR), la cual en su artículo 19°, letra f explica la responsabilidad que les compete a los gobiernos regionales: “Fomentar las expresiones culturales, cautelar el patrimonio histórico, artístico y cultural de la región, incluidos los Monumentos Nacionales, y velar por la protección y el desarrollo de las etnias originarias” (BCN, 1992)⁸⁷

Asimismo la Ley N°19.300 sobre Bases generales del Medio Ambiente, en su artículo 11°, letra f manifiesta que los proyectos y actividades que presentan alguno de los siguientes efectos como: “Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, pertenecientes al patrimonio cultural.” (BCN, 1994)⁸⁸ deben elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Finalmente, las resoluciones administrativas como las Circulares de la División de Desarrollo Urbano (DDU), no fueron agregadas por tema de extensión, pero son instrucciones o explicaciones sobre la aplicación de la LGUC / OGUC, emanadas desde el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), que tienen carácter obligatorio en especial para las tramitaciones, como por ejemplo la DDU N°257, DDU N°292, DDU N°404, etcétera. (Ver fig. 168)

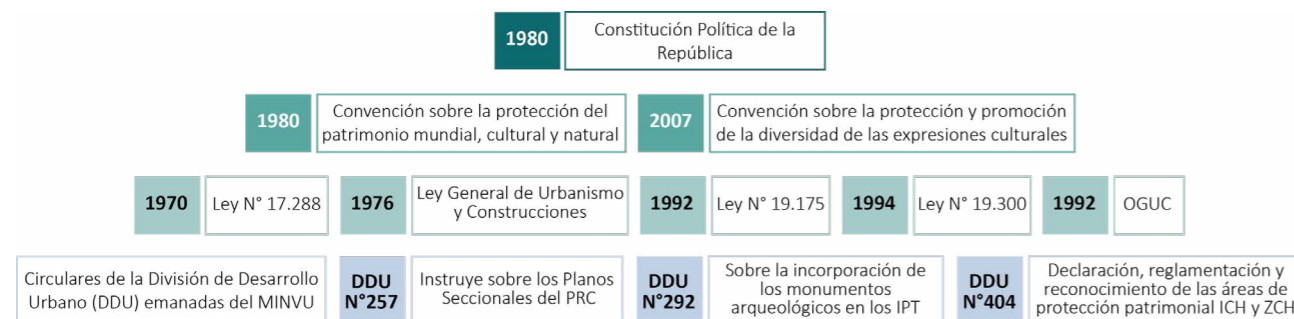


Figura 168
 Normativa competente al patrimonio en Chile jerarquizada.
 Fuente: Elaboración propia en base a las clases de Marchant (2018).

ANEXO 3

Formas y tipos de registro de procesos patológicos.

A lo largo del tiempo con los avances tecnológicos los investigadores han desarrollado formas y tipos de registro de los procesos patológicos, instrumentos y técnicas que permiten obtener datos y levantar los daños de las lesiones durante el diagnóstico de un bien inmueble patrimonial.

Tassara (2004), explica que el levantamiento de información o también denominado “relevamiento” se realiza para poner en valor los inmuebles patrimoniales, requiere un procedimiento sistemático y uniforme, por medio de un relevamiento integral que considere la totalidad de elementos que componen el inmueble. Por eso es necesario conocer en detalle las diversas técnicas que se pueden implementar en el relevamiento, logrando definir cuáles son las más adecuadas de aplicar, para obtener información cualitativa y cuantitativa que muestre el estado actual del inmueble y su entorno. Es así como Tassara (2004), describe las primeras tres acciones que se deben definir para el análisis de un bien:

- “Cuáles serán las técnicas a aplicar para obtener un conjunto completo de datos que identifiquen elementos arquitectónicos, decoraciones, anomalías, detectando hasta las mínimas lesiones y patologías estructurales”. (Tassara, 2004, p.2).
- Definir “cuáles serán los sistemas adecuados para la documentación de la información adquirida..., constituyendo una base de datos gráfica y alfanumérica.” (Tassara, 2004, p.2).
- “Cuáles serán las facilidades que nos permitan establecer un procesamiento rápido y dinámico que incluya: búsquedas, asociación de información y evaluación de alternativas de intervención.” (Tassara, 2004, p.2).

A modo general Tassara (2004), describe que existen tres metodologías operativas para los relevamientos arquitectónicos, estas son:

- 1. Relevamiento directo:** método llevado a cabo por un operador mediante simples instrumentos de medición –el metro, escuadras, cintas métricas–, es utilizado en la mayoría de los relevamientos arquitectónicos y es indispensable para los relevamientos de plantas y secciones del edificio.
- 2. Relevamiento instrumental:** método que se realiza con instrumentos topográficos –niveles, distanciómetros, teodolitos, etc.–, se utiliza en relevamientos de precisión, en planimetrías de grandes extensiones o con puntos inaccesibles. Este método complementa el método directo y fotogramétrico, es indispensable si se busca integrar el inmueble con el ámbito territorial. Según Buill, Núñez & Rodríguez (2007), dentro de este tipo de relevamiento existen diferentes tipos de levantamientos topográficos tridimensionales

como: levantamiento planimétrico más nivelación, taquimétricos y barridos láser escáner 3D (Ver tabla 30).

3. Relevamiento fotogramétrico: método realizado con máquinas de toma –fotocámaras, bicámaras métricas, instrumentos de restitución analógicos, analíticos y digitales–, los cuales permiten trazar directamente gráficos del objeto relevado. Según los datos a presentar se pueden clasificar en levantamientos planimétricos: los métodos fotogramétricos monoscópicos, métodos estereofotogramétricos, rectificación simple (mosaico) y ortofotografía; mientras que los levantamientos tridimensionales son: métodos fotogramétricos monoscópicos, métodos estereofotogramétricos y la rectificación encadenada (Buill et al., 2007).

Aunque Tassara (2004), también considera otros dos tipos de relevamiento que son menos precisos como:

4. Relevamiento fotográfico para elevaciones: este método se aconseja cuando son proyectos pequeños en donde hay escasas diferencias de profundidad en las fachadas, ya que este levantamiento carece de precisión. Pero de igual forma permite obtener buenos resultados. El método consiste en obtener fotografías –las cuales pueden ser tomadas con cámaras fotográficas convencionales–, también se puede utilizar una ampliadora fotográfica convencional y confeccionar copias de negativos ampliados por proyección a la misma escala, ajustándose entre sí para hacer coincidir detalles comunes, aquello permite obtener un fotomontaje o mosaico fotográfico a partir del cual se pueden representar las líneas principales y detalles de la fachada, así como medir elevaciones. Este corresponde a un relevamiento económico y rápido, en el cual si se emplea un buen equipo se obtienen resultados satisfactorios u óptimos.

5. Relevamiento fotogramétrico elemental: es la restitución⁸⁹ de un solo fotograma, es poco preciso y utilizado limitadamente, para restituir un fotograma se deben realizar operaciones gráficas como el dibujo de una perspectiva sobre un fotograma de dimensiones reducidas, un mínimo movimiento de alguna línea puede implicar errores relevantes. Este método es utilizado si no se dispone de instrumentos costosos y complejos para relevar puntos inaccesibles.

La elección del método seleccionado para hacer el relevamiento depende de dos parámetros según Tassara (2004), en primer lugar de las características dimensionales y cualitativas a relevar y en segundo lugar, del objetivo por el que se debe efectuar el relevamiento. Sobre el primer parámetro, el método directo se puede utilizar en todo tipo de relevamiento, aunque el edificio posea dimensiones notables o formas arquitectónicas complejas, resulta útil integrar aquel método con el fotogramétrico. En inmuebles de dimensiones notables, con plantas articuladas, resulta conveniente utilizar el método instrumental y así relevar con precisión absoluta las medidas planimétricas generales.

Respecto al segundo parámetro, en el que se establece la finalidad del relevamiento, el método directo resuelve problemas de relevamiento orientados al análisis histórico o a documentación para intervenciones de restauración. En otros casos el relevamiento fotogramétrico resulta insustituible –en fachadas complejas–, en donde no sólo se busca relevar la forma geométrica con aproximaciones milimétricas, sino también la ubicación, la forma de las lesiones, caídas de revoques, elementos faltantes de cornisas, etc. Para tener una representación objetiva del espacio e inmueble según

89. Corresponde a la elaboración de la cartografía digital basada en las fotos que son vectorizadas de la información captada. La restitución también corresponde a las operaciones que se requieren realizar para transformar un espacio proyectivo cónico a un espacio diédrico o de planos acotados y los instrumentos de restitución pueden ser analógicos, analíticos o digitales.

Tassara (2004), es indispensable contar con diversas técnicas de medición –como por ejemplo: fotogrametría, telemetría láser⁹⁰, ortofotografía⁹¹–, para luego entremezclar e integrar los datos en una sola herramienta de restitución tridimensional –como “Microstation” herramienta desarrollada por Bentley–.

A continuación se pasan a detallar y explicar específicamente algunas formas de registro, técnicas o equipamientos que se utilizan en el levantamiento de información de los procesos patológicos:

Técnicas de levantamiento	Ambito general de aplicación
Métodos directos	Trabajos simples Croquis planimétricos de pequeña extensión
Topografía (taquimetría, láser,...)	Levantamientos precisos y completos Inventarios Diagnósticos arquitectónicos exactos Levantamiento tridimensional de objetos inaccesibles Conocimiento preciso del estado actual de un emplazamiento
Rectificación (líneas de fuga)	Levantamiento de fachadas Inventarios Planificación de futuras actuaciones Diagnósticos arquitectónicos suficientes
Rectificación (puntos de control)	Levantamiento preciso de fachadas Inventarios Planificación detallada de futuras actuaciones Diagnósticos arquitectónicos precisos Levantamiento de objetos planos inaccesibles Reconstrucción gráfica y numérica de edificaciones
Intersección directa múltiple	Levantamiento preciso de fachadas Inventarios Planificación detallada de futuras actuaciones Diagnósticos arquitectónicos precisos Levantamiento tridimensional de objetos inaccesibles
Restitución fotogramétrica. Ortofotografía	Levantamiento preciso de fachadas Trabajos minuciosos de conservación de edificaciones Inventarios detallados Planificación detallada de futuras actuaciones Diagnósticos arquitectónicos exactos y homogéneos Levantamiento tridimensional o gráfico de objetos inaccesibles Pinturas murales, frescos ...

90. Sirve para integrar las zonas sin perspectiva u obstruidas.
91. Permite documentar de forma rápida zonas con alta densidad de información u ornamentos, se emplea bastante en trabajos de restauración.

Tabla 30
Tabla resumen de los métodos de levantamiento arquitectónicos y el ámbito de aplicación de cada uno.
Fuente: Buill et al., 2007, p.20.

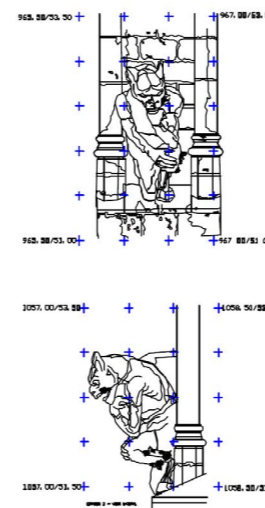


Figura 169
Restitución fotogramétrica. Grupo escultórico, Basílica Nuestra Señora de Luján.
Fuente: Tassara, 2004, p.10.

I. Fotogrametría.

La fotogrametría corresponde a “la técnica que permite efectuar el plano o levantamiento de un objeto con la ayuda de perspectivas de este objeto registradas fotográficamente, observando, explorando, estudiando y midiendo el modelo tridimensional virtual del objeto fotografiado” (Tassara, 2004, p.2). La fotogrametría tiene como objetivo según Buill et al. (2007), conseguir información tridimensional de objetos a partir de medidas efectuadas en fotografías, es decir, se pasa de una información bidimensional proporcionada por las fotografías a una información tridimensional, a forma general la fotogrametría:

“...a partir de la reconstrucción de la forma de cada uno de los haces fotográficos y de su situación en el espacio con respecto a un cierto sistema de referencia externo, y usando la visión estereoscópica para la identificación de los rayos homólogos de cada haz, es capaz de proporcionar las coordenadas tridimensionales de cada punto objeto medido.” (Buill et al., 2007, p.23).

En base a la ubicación del sensor durante la toma fotográfica, la fotogrametría se clasifica en terrestre o aérea, la fotogrametría terrestre presenta como inconveniente que no se puede levantar toda la superficie, debido a que los elementos más cercanos al punto de toma terminan tapando y ocultando los siguientes. Por otra parte, la fotogrametría aérea logra tomar todos los elementos del terreno, ya que están a la misma distancia aproximadamente y no existen elementos que oculten otros.

Gracias a esta técnica es posible registrar perspectivas completas y precisas, la perspectiva requiere de ciertas características, las fotografías deben ser tomadas con una cámara fotográfica especial “cámara métrica”, aquellos

objetos con relieves requieren tomar al menos dos perspectivas desde dos puntos de observación distintos. La restitución es realizada mediante estereofotogrametría con elementos analógicos, analíticos o digitales, aquello entrega una visualización del modelo 3D del objeto fotografiado gracias a un par de perspectivas y el procedimiento permite obtener lecturas métricas (Ver fig. 169).

Tal como describe Ulloa (1980), las ventajas de la fotogrametría son la rapidez y precisión que ofrece, además del almacenamiento de datos gracias a los estereogramas, que corresponden a las placas que entrega la cámara, lo cual permite volver a revisar y estudiar la información y objetos repetidas veces.

II. Análisis termográfico.

La termografía es una técnica de inspección no destructiva y no invasiva según Takeda & Mazer (2018), que detecta la radiación infrarroja emitida naturalmente por los cuerpos con una intensidad proporcional a su temperatura. Además afirman que gracias a esta técnica es posible identificar regiones o puntos donde la temperatura está alterada, la termografía se puede clasificar en activa y pasiva, la termografía pasiva requiere un diferencial natural de temperatura entre la muestra y el medio en que se encuentra, no necesita ningún estímulo térmico artificial, la termografía activa necesita de un estímulo externo. La radiación infrarroja no es detectable a la vista humana, por lo que la cámara infrarroja, adquiere y procesa la información y la presenta en imágenes que muestran las variaciones de temperatura.

Tal como describen los autores “Con la termografía infrarroja es posible detectar solamente anomalías asociadas a modificaciones medibles de las características térmicas como flujo de calor y temperaturas resultantes, y manifestaciones patológicas con profundidades limitadas, es decir, próximas a la superficie.” (Takeda et al., 2018, p.41). Algunas patologías que son identificables gracias a la termografía son: fallas de adherencia o ausencia de pegado en los revestimientos, áreas con presencia de humedad bajo los revestimientos, fisuras o grietas. La termografía permite identificar de forma rápida las lesiones y posibilita la inspección de lugares de difícil acceso (Takeda et al., 2018).

Por otro lado, Tassara (2004), asegura que los instrumentos de termovisión no tienen una precisión geométrica, ni la fidelidad de imagen, pero permiten conocer en profundidad los muros, no solo de forma superficial. Este equipo permite medir en grado la emisión de calor de los materiales que están en etapa de cambio térmico con el ambiente externo, lo que permite observar el comportamiento térmico de los materiales, tanto de las estructuras originales y antiguas como las recientes. Los instrumentos térmicos asocian a cada emisión un tono distinto que puede ser en gama de grises o de color, lo que entrega un esquema de las zonas, aquella información se puede sumar a la información obtenida mediante la fotogrametría, fotografía y topografía.

La termografía infrarroja según Pérez & Piedecausa (2016), sumado a que no es una técnica destructiva, es una técnica fiable, seria y precisa como instrumental complementario, en la actualidad su aplicación se extiende a el ámbito de la inspección de fugas en instalaciones, presencia de humedades, patologías de fachada, puentes térmicos en envolventes, etc., esta técnica también se puede utilizar para el análisis de edificios históricos en la identificación de materiales, presencia de lesiones estructurales, caracterización de sistemas ocultos tras reparaciones que no se hayan documentado.

Es así como los autores analizaron cúpulas de ladrillo de templos históricos en la provincia de Alicante, España, identificando fisuras y grietas horizontales

y verticales en las cúpulas estudiadas (Ver fig. 170), la comparación de las imágenes termográficas con las fotografías digitales tomadas en terreno dejó en evidencia que estas lesiones solo a veces son apreciables en las fotografías termográficas. Señalando que:

“...la aparición en la termografía del recorrido de una grieta implica un mayor alcance de la lesión, al existir un cambio de temperatura entre distintas zonas limítrofes; este cambio detectado supone una afección más intensa en el elemento constructivo, alcanzando capas más profundas o, incluso, llegando a atravesarlo. Por otra parte, la existencia de fisuras en los templos analizados afecta sólo al revestimiento interior de la cúpula y, al ser su inercia térmica prácticamente igual en las zonas fisuradas respecto a las no fisuradas, son prácticamente inapreciables en una imagen termográfica” (Pérez et al., 2016, p.6).

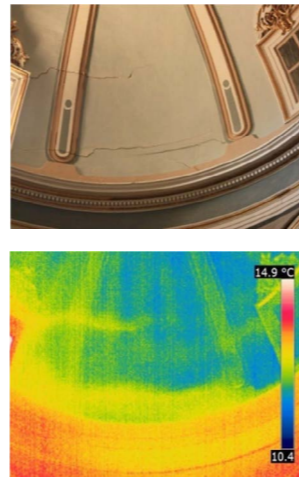


Figura 170
Magnitud de las lesiones existentes en el Santuario de la Virgen de Gracia en Biar, grietas en la cúpula del santuario y termografía de la cúpula con fisuras de importancia leve.
Fuente: Pérez et al., 2016, p.6.

III. Vehículos aéreos no tripulados (VANT).

Los vehículos aéreos no tripulados (VANT), son aeronaves pilotadas remotamente o de forma automática por medio de coordenadas predefinidas, es un tipo de herramienta y tecnología que permite realizar filmación completa y captura de fotografías en alta resolución, registrando problemas que no son observables a simple vista, como filtraciones, desprendimientos o perforaciones del revestimiento, fisuras o grietas en las fachadas, logrando evaluar el estado de conservación de los cerramientos verticales y de los diferentes elementos, para plantear un mantenimiento eficaz y de costo adecuado. El VANT reduce el tiempo de las operaciones de monitoreo, realizando inspecciones visuales de construcciones de gran porte, verificando el desempeño y determinando medidas preventivas o correctivas, también es utilizado como una herramienta auxiliar en otros procesos de inspección evitando poner en riesgo la vida humana (Ruiz, Lordsleem & Rocha, 2021).

Existen diversos tipos de VANT que sirven para la inspección visual según Ruiz et al. (2021), la principal diferencia entre los tipos es si son de alas rotatorias o de alas fijas, aquellos de alas rotatorias son más rápidos en cuanto a desplazamiento, tienen mayor versatilidad en los vuelos y son efectivos en recolección de imágenes horizontales en áreas de mediana extensión, permite movimiento en todos los ejes posibles, se puede capturar imágenes verticales simples y verticales oblicuas (Ver fig. 171). Ha aumentado el uso del VANT para inspecciones de estructuras de edificaciones, gracias al largo alcance, el registro eficiente de datos y velocidad, a la seguridad y a la reducción de los costos.

Ruiz et al. (2021), al colocar a prueba una inspección de fachada mediante un VANT concluyeron que la calidad del modelo fue insuficiente para el propósito que requerían que era la detección de fallas en la fachada, aquello debido a que el modelo presenta distorsiones en fachadas que son texturizadas, por lo tanto las reconstrucciones 3D pueden presentar limitaciones en cuanto a calidad e integridad de la estructura que se inspecciona, para lograr un mejor resultado se crearon orto mosaicos de cada fachada de la edificación, aquellas imágenes orto rectificadas alcanzaron la calidad necesaria para detectar las manifestaciones patológicas, encontrando fisuras de revestimiento, inicio de eflorescencias y fallas por procesos biológicos, mohos (Ver fig. 172).

Para inspecciones visuales de fachadas es ideal utilizar VANT con alas rotatorias y con cámaras áreas, que permitan agilidad y calidad de filmación, captura de imágenes de alta resolución. Sobre el mapa 3D según los resultados que obtuvieron en la investigación la calidad de los modelos 3D texturizados no alcanza la calidad suficiente para la detección de patologías, por lo que se

Figura 171
Izq. ventajas y desventajas del VANT en función del tipo de alas.
Fuente: Ruiz et al., 2021, p.91.

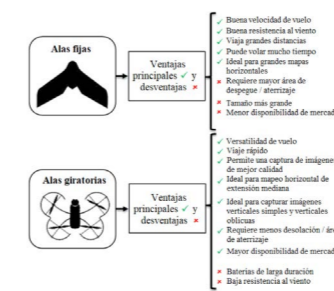
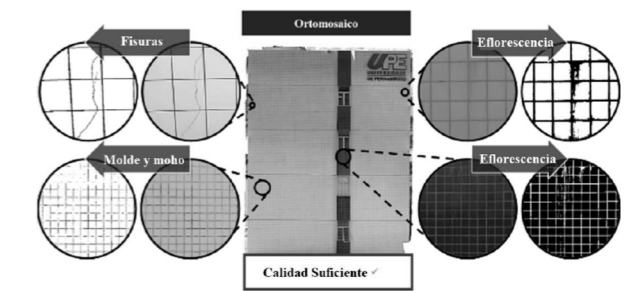


Figura 172
Der. detección de manifestaciones patológicas en la fachada sur del Instituto de Innovación Tecnológica (IIT) de la Universidad de Pernambuco (UPE), Brasil.
Fuente: Ruiz et al., 2021, p.100.



IV. Mapas de daños.

Los mapas de daños son una herramienta fundamental para investigaciones sobre el estado de conservación de edificaciones, la investigación de Rocha, Macedo, Correia & Monteiro (2018), describe el proceso de elaboración de un mapa de daños basándose en metodologías que utilizan el Instituto de Patrimonio Histórico y Artístico Nacional (IPHAN). El mapa de daños es la representación gráfica-fotográfica, sinóptica, donde se ilustra rigurosa y minuciosamente todas las manifestaciones de deterioro de una edificación, sintetizando las investigaciones de alteraciones estructurales, funcionales de los materiales, de técnicas, sistemas y componentes constructivos.

En el estudio realizado por Rocha et al. (2018), el levantamiento de las anomalías para elaborar el mapa de daños se dividió en tres etapas: identificación del problema patológico, demarcación en las plantas de las fachadas las anomalías y fotografías de las manifestaciones patológicas. En la primera etapa se identificaron los problemas patológicos con una inspección tacto-visual en las regiones inferiores y visual con equipos de aproximación en las partes superiores de las fachadas del inmueble –solo se logró realizar una inspección externa–, en la segunda etapa con los planos impresos de las fachadas se marcó con colores las distintas anomalías identificadas en la etapa anterior, procurando marcar las lesiones en los lugares exactos, por último, en la tercera etapa se registró fotográficamente las anomalías.

Para registrar aquella información de los daños se elaboraron fichas de identificación de daños (FID), en donde se registraron las manifestaciones patológicas, organizando la información para luego poder compararla, para cada anomalía se creó una simbología generando un patrón de representación (Ver fig. 173), a las FID se agregaron fotografías relevantes mostrando la relación entre el estado de degradación y el momento en que fue inspeccionado el inmueble por la posibilidad de evolución de los daños (Rocha et al., 2018). Luego, con las fichas de identificación de daños, los informes fotográficos y las anotaciones de datos, se elaboraron los mapas de daños para cada fachada del inmueble (Ver fig. 174).



Figura 173
Ficha de identificación de daños de la fachada norte de la Iglesia do Carmo.
Fuente: Rocha et al., 2018, p.56.



Figura 174
Mapa de daños de la fachada norte de la Iglesia do Carmo.
Fuente: Rocha et al., 2018, p.60.

V. Análisis estratigráfico murario.

Mileto (2000), explica que el análisis estratigráfico es aquella lectura de los paramentos visibles de un edificio, requiere de un procedimiento de transcripción o levantamiento del registro de las observaciones que se recogen en forma de texto, escrito, dibujos o esquemas. La estratificación es un concepto que deriva de la geología en donde se definen los estratos como conjuntos de ciclos de erosión y acumulación, en tanto en arquitectura este concepto se considera como el “...producto de las actividades constructivas (acciones positivas), destructivas (acciones negativas) y transformadoras debidas a las acciones antrópicas o modificaciones debidas a los agentes naturales.” (Mileto, 2000, p.82)

En este tipo de análisis a cada unidad estratigráfica muraria se le asigna un número para su identificación y descripción. Luego se pasa a identificar relaciones físicas entre las UEM (unidad estratigráfica muraria) que pueden ser de contemporaneidad, anterioridad o posterioridad. Finalmente se realiza un diagrama estratigráfico (Matriz Harris) que representa la transcripción de las relaciones físicas con el fin de identificar la secuencia estratigráfica (Ver fig. 175). Aquel esquema se basa en la ley de superposición, por lo tanto las unidades estratigráficas superiores son más recientes que las inferiores que son más antiguas. Se dibujan líneas continuas para registrar todas las relaciones físicas existentes entre las UEM (Mileto, 2000).

Según Mileto (2000), el objetivo principal del análisis estratigráfico es construir una secuencia relativa, solapando una cronología absoluta que permite datar las UEM y como consecuencia las fases constructivas del edificio.

VI. Técnicas no destructivas (TND).

La prevención y rehabilitación se realiza acertadamente si el diagnóstico de los daños del inmueble se efectúa con cuidado, para ello se aplican procedimientos o técnicas de experimentación destructivas y no destructivas. El fin siempre será si es posible emplear técnicas no destructivas, aunque existen pocas posibilidades para correlacionar los datos de ensayos END – ensayos no destructivos– del comportamiento de los materiales como la mampostería, la mayoría de los procedimientos solo entregan resultados cualitativos que son interpretados y comparados por el proyectista (Binda, 1997).

Las TND de evaluación explica Binda (1997), pueden aplicarse con diversos propósitos, para detectar elementos estructurales ocultos –estructuras de pisos, arcos, pilares,etc.–, para conocer la aptitud de los materiales, para estimar el alcance de los daños en estructuras agrietadas, para localizar la presencia de grietas y defectos, para evaluar el contenido de humedad y su variación, para detectar el deterioro de la superficie. Algunos de los

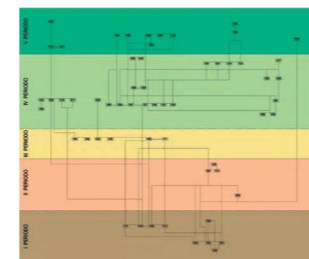
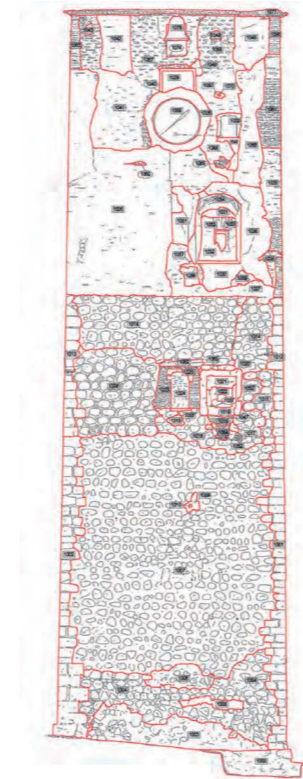


Figura 175
Sup. levantamiento estratigráfico sobre el soporte gráfico se reflejan los perímetros de las UEM (líneas rojas) y los números identificativos.
Inf. diagrama estratigráfico matrix de Harris.
Fuente: Mileto, 2000, p.84.

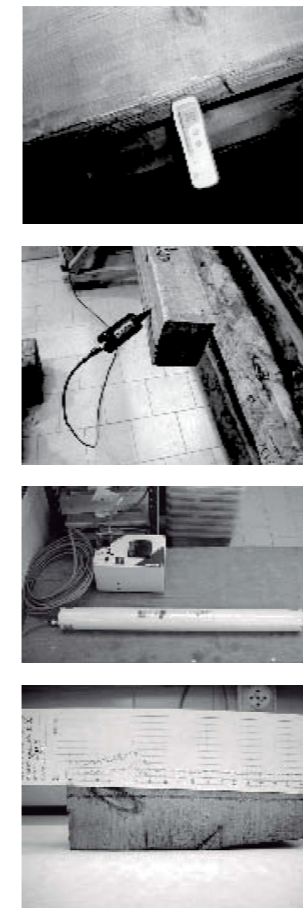


Figura 176
Fotografía del xilohigrómetro.Fuente: Basterra et al., 2009, p.26.

Figura 177
Ejemplo de medición con ultrasonidos indirectamente en ángulo.
Fuente: Basterra et al., 2009, p.27.

Figura 178
Sup. fotografía del resistógrafo. Inf. resistograma sobre la sección penetrada.
Fuente: Basterra et al., 2009, p.28.

métodos más sofisticados aplicados en investigaciones in situ de estructuras de mampostería son: la monitorización extensométrica y dinámica, la termografía infrarroja, la investigación de radar, la velocidad de pulso sónico y ultrasónico, pero también existen otros más simples como: el martillo de rebote, los durómetros, la perforación o pruebas de arranque.

Como describen Basterra, Acuña, Casado, Cueto & López (2009), la fase de inspección cuenta con una colección limitada de técnicas visuales e instrumentales de carácter no destructivos o pseudo no destructivos, portátiles que se pueden usar en obra. Algunas de las técnicas que se pueden implementar en estructuras de madera, como fue el caso de estudio analizado por Basterra et al. (2009), son las siguientes:

- **Microfotografía:** para una primera aproximación se realiza una identificación macroscópica en distintas zonas de la estructura, para una certeza de la identificación de la especie de la madera se debe proceder a analizar en el microscopio, para ello se preparan cubos de 15x15 mm de lado, tras laminarlos y realizar la tinción se monta sobre un portaobjetos para ser observado al microscopio.
- **Xilohigrómetro:** mide la conductividad eléctrica entre dos electrodos en forma de púas de acero que se clavan en la madera, ofreciendo una medida de la humedad superficial de la pieza en el punto concreto en el que es clavado (Ver fig. 176).
- **Velocidad de propagación de ultrasonidos:** esta técnica no destructiva mide la velocidad de propagación de ultrasonidos a través de la madera, es un técnica bastante desarrollada y de la que existen varios estudios, se basa en que la presencia de oquedades, nudos, bolsas de resina, o degradaciones internas, hacen que la velocidad de transmisión de las ondas ultrasónicas que viajan a través del material sea diferente de la que se presenta en ausencia de defectos (Ver fig. 177).
- **Extracción de tornillos:** es una técnica de ensayo pseudo no destructivo que utiliza un dispositivo que registra la máxima fuerza que se precisa para arrancar un tornillo de características específicas previamente introducido en la pieza de madera. Esta técnica es válida también para detectar daños y lesiones ocultas en las piezas de madera.
- **Resistógrafo:** se basa en la evaluación de la energía consumida al penetrar la madera con una aguja calibrada, es decir, aquella resistencia que la madera opone ante la broca a velocidad constante (Ver fig. 178).

VII. Fichas técnicas.

Martínez & García (2012), para sistematizar la información los autores proponen mediante un código generar la lectura de sintomatologías y determinar inequívocamente el diagnóstico de la patología, también mencionan que al incluir una paleta de colores en los procedimientos gráficos se logra representar de mejor forma las sintomatologías complejas, para luego procesar aquella información evaluando el estado de la edificación. Específicamente para el registro de las patologías diseñaron una forma basada en fichas técnicas –registro fotográfico, dibujos– que distingue entre daños sintomáticos y daños de elementos arquitectónicos analizados e inspeccionados.

Para abarcar el edificio total se analizan dos niveles, el primero corresponde al sistema de caracterización general constructiva –cimientos, muros de contención o sótano, estructura, envolvente fachada, cubierta, carpintería exterior, instalaciones, tabiquería, carpintería interior, revestimientos interiores, cerrajería–; mientras que el segundo es el sistema de caracterización

de patologías localizadas, que se vinculan informáticamente a los elementos definidos en los planos generales aquello se realiza mediante nomenclatura identificadoras –código de lesión identificada–, caracteres que enlazan con las fichas de identificación específicas, en donde se recoge la descripción de la lesión, su posición, forma y localización, causas posibles, pruebas de verificación, evaluación, riesgo y actuación recomendada (Ver fig. 179).

De igual forma, señalan que las aplicaciones disponibles en el mercado son numerosas y variadas y proporcionan al técnico versatilidad a la hora de elegir aquella que se adapte mejor a la fórmula personal de procesar datos, pero la idea es tratar de establecer códigos y nomenclaturas que sean un lenguaje universal al momento de interpretar el diagnóstico, generando un proceso ágil y eficiente.



Figura 179
Fichas técnicas de identificación.
Fuente: Matínez & García, 2012, p.3 y 4.