



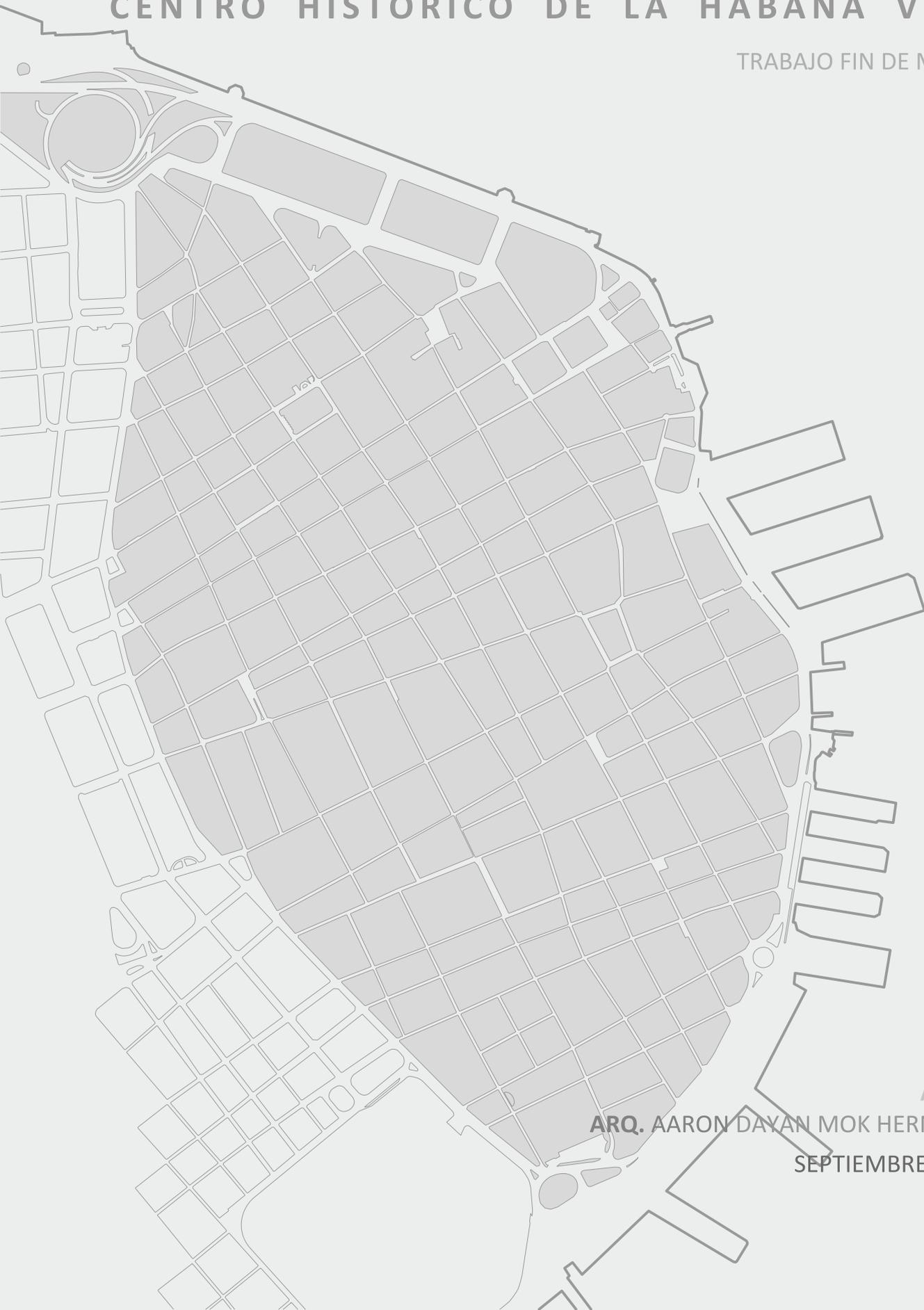
UNIVERSITAT  
POLITECNICA  
DE VALÈNCIA



MASTER OFICIAL EN  
CONSERVACIÓN DEL  
PATRIMONIO ARQ.

# CRITERIOS DE ACTUACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LAS EDIFICACIONES DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA HABANA VIEJA

TRABAJO FIN DE MÁSTER



AUTOR:  
ARQ. AARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ  
SEPTIEMBRE | 2017



UNIVERSITAT  
POLITECNICA  
DE VALÈNCIA



MASTER OFICIAL EN  
CONSERVACIÓN DEL  
PATRIMONIO ARQ.  
CPA

# CRITERIOS DE ACTUACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LAS EDIFICACIONES DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA HABANA VIEJA

TRABAJO FIN DE MÁSTER



AUTOR:

ARQ. AARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ

TUTORES:

RAFAEL MARÍN SÁNCHEZ  
SANTIAGO TORMO ESTEVE

SEPTIEMBRE | 2017



A mis seres queridos, por estar siempre cerca a pesar de las distancias  
A los que siempre me apoyaron y confiaron en mí  
A mi madre, muy en especial  
A mi esposa, mi apoyo, mi fuerza  
A mi hijo, mi luz, lo más lindo que me ha pasado en la vida

# ÍNDICE

RESUMEN .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	4
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO .....	6
<b>CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN .....</b>	<b>8</b>
1.1   APROXIMACIÓN HISTÓRICA A LA EVOLUCIÓN DE LA VILLA DE SAN CRISTÓBAL DE LA HABANA.....	9
1.2   APROXIMACIÓN NORMATIVA DESDE LAS PRIMERAS ORDENANZAS HASTA LAS NUEVAS ORDENANZAS DE CONSTRUCCIÓN DE 1963. ....	12
1.3   LAS REGULACIONES URBANÍSTICAS DE LA CIUDAD DE LA HABANA Y EL PLAN MAESTRO PARA LA REVITALIZACIÓN INTEGRAL DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA HABANA VIEJA.....	14
1.4   CARACTERÍSTICAS GENERALES URBANO-ARQUITECTÓNICAS. ESTADOS DE CONSERVACIÓN. ....	18
<b>CAPÍTULO II. ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>25</b>
2.1   CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-CONSTRUCTIVA DE LAS EDIFICACIONES.....	25
2.2   CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES (MUROS, CIMENTACIONES, FORJADOS, CUBIERTAS Y ESCALERAS). ....	32
2.2.1   MUROS.....	32
2.2.2   CIMENTACIONES .....	36
2.2.3   FORJADOS Y TECHOS .....	36
2.2.4   TERMINACIONES DE CUBIERTAS.....	42
2.2.5   ESCALERAS.....	44
2.3   CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS, FUNCIONALES Y COMPOSITIVOS.....	45
2.3.1   FACHADAS.....	45
2.3.2   PORTADAS.....	48
2.3.3   PUERTAS, VENTANAS Y REJAS.....	49
2.3.4   DISTRIBUCIÓN EN PLANTA. EL ZAGUÁN Y EL PATIO. ....	52
<b>CAPÍTULO III. PROCESOS DE DETERIORO. PATOLOGÍAS. ....</b>	<b>56</b>
3.1   FACTORES PRINCIPALES DE LA APARICIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS EDIFICACIONES.....	56
3.2   PATOLOGÍAS MÁS FRECUENTES EN LAS EDIFICACIONES. ELEMENTOS ESTRUCTURALES. ....	57
3.2.1   CIMENTACIONES .....	57
3.2.2   OBRAS DE FÁBRICA.....	61
3.2.3   ESTRUCTURAS DE MADERA.....	69
3.2.3   ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	74

<b>3.3   PATOLOGÍAS MÁS FRECUENTES EN LAS EDIFICACIONES. FACHADAS Y CUBIERTAS.</b>	<b>75</b>
3.3.1   FACHADAS	75
3.3.2   CUBIERTAS	77
<b>CAPITULO IV. CASO DE ESTUDIO. CRITERIOS DE ACTUACIÓN</b>	<b>82</b>
<b>4.1   CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-CONSTRUCTIVA DEL CASO DE ESTUDIO</b>	<b>82</b>
<b>4.2   PROCESOS DE RESTAURACIÓN. RESULTADOS EN EL TIEMPO</b>	<b>85</b>
<b>4.3   CRITERIOS DE ACTUACIÓN. ELEMENTOS ESTRUCTURALES</b>	<b>96</b>
4.3.1   CIMENTACIONES	96
4.3.2   OBRAS DE FÁBRICA	100
4.3.3   ESTRUCTURAS DE MADERA	108
4.3.4   ESTRUCTURAS METÁLICAS	114
<b>4.4   CRITERIOS DE ACTUACIÓN. FACHADAS Y CUBIERTAS</b>	<b>115</b>
4.4.1   FACHADAS	115
4.4.2   CUBIERTAS	120
<b>CAPITULO V. PREMISAS PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>124</b>
<b>5.1   ASPECTOS GENERALES ACERCA DEL MANTENIMIENTO DE LAS EDIFICACIONES</b>	<b>124</b>
<b>5.2   ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y MEJORAS</b>	<b>129</b>
5.2.1   ELEMENTOS ESTRUCTURALES	129
5.2.2   FACHADAS Y CUBIERTAS	131
<b>5.3   PREMISAS PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LAS EDIFICACIONES DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA HABANA VIEJA</b>	<b>134</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>138</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>142</b>
<b>LISTADO DE FIGURAS</b>	<b>146</b>
CAPÍTULO I	146
CAPÍTULO II	147
CAPÍTULO III	148
CAPÍTULO IV	149
CAPÍTULO V	151
<b>LISTADO DE TABLAS</b>	<b>151</b>
CAPÍTULO III	151
CAPÍTULO V	151

## RESUMEN

El Centro Histórico de la Habana Vieja constituye un conjunto urbano de alto valor patrimonial, declarado por la UNESCO, Patrimonio Cultural de la Humanidad en 1982. A través de una aproximación a su historia y a su evolución urbano-arquitectónica se pretenden dar a conocer los valores de sus edificaciones, particularmente las construidas entre los siglos XVI hasta el XIX. El estudio se enfoca en los aspectos constructivos fundamentalmente, a través de la definición de las características principales que distinguen estos inmuebles.

El análisis del contexto específico de emplazamiento, de sus materiales constituyentes y de los principales agentes de alteración permiten definir las causas de los procesos de deterioro de estos edificios. El estudio de los procesos de restauración de la Casa de Teniente Rey No. 159 o Casa Prat Puig y sus resultados en el tiempo constituyen la base de este trabajo, que permite definir soluciones válidas para ser usadas en otras de las edificaciones de este casco histórico.

Se establecen además premisas para la creación de planes de mantenimiento para estos inmuebles, tema este de vital importancia para la preservación de este patrimonio. Estos aspectos históricamente han sido prácticamente ignorados por los profesionales y técnicos cubanos y con este trabajo se pretende crear conciencia al respecto.

**PALABRAS CLAVES:** *Habana Vieja, Patrimonio, Conservación, Mantenimiento.*

## ABSTRACT

The Habana Vieja ancient district is an urban complex with a high heritage value, a UNESCO World Heritage Site declared since 1982. Through an approach to its history and its urban-architectural evolution are intended to recognized the values of its buildings, particularly those built between the 16th and 19th centuries. The study focuses on the constructive aspects primarily, through the definition of the main characteristics that distinguish these constructions.

The analysis of the specific site context, its essential materials and the main agents of alteration allow to define the causes of the deterioration processes of these structures. The study of the restoration processes of the 159 Teniente Rey Street's house or Casa Prat Puig and its results in time constitute the basis of this work, which allows to define valid solutions to be used in other buildings of this ancient district.

It also establishes premises for the creation of maintenance plans for these buildings, which is crucial for the preservation of this heritage. These aspects historically have been practically ignored by the Cuban professionals and technicians and this approach it is tried to promote consciousness on the matter.

**KEYWORDS:** *Old Havana, Heritage, Conservation, Maintenance.*

## INTRODUCCIÓN

Sin duda alguna, la recuperación de los centros históricos es uno de los hechos urbanos de mayor relevancia en las últimas décadas. El reconocimiento del valor patrimonial de los espacios urbanos antiguos ha conllevado a que la búsqueda de alternativas para su aprovechamiento integral sea '...uno de los paradigmas de la planeación y de la gestión de casi todas las ciudades de América Latina' (Mesías González & Suárez Pareyón, 2003).

Tal situación plantea el reto de desarrollar nuevas metodologías, técnicas y conceptos que sustenten otros esquemas de interpretación y actuación sobre los centros históricos. De interés para este trabajo son los aspectos relacionados con la identificación y catalogación de los valores arquitectónicos, la recuperación de tradiciones, técnicas y materiales tradicionales; así como la evaluación de nuevas técnicas y tecnologías para la restauración, conservación y mantenimiento de las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja en Cuba.

En este casco histórico, zona declarada en 1982 como Patrimonio Cultural de la Humanidad se ha venido desarrollando en los últimos años un proceso de restauración, preservación y recreación cultural; no obstante, persiste un deterioro verdaderamente generalizado de un gran número de edificaciones, producto de varias causas entre las que se destacan los largos períodos de explotación, las sobrecargas, intervenciones desacertadas, falta de mantenimiento, es por ello que se hace necesaria la creación de un plan para la restauración de estos inmuebles de manera paulatina.

Al tener, el presente trabajo, como base la recopilación de datos relacionados con las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja, construidas entre los siglos XVI y XIX, y como objetivo primordial el de brindar a los profesionales del campo de la restauración de edificaciones antiguas, un documento que resuma los principales tipos de elementos arquitectónicos que caracterizan estos inmuebles, enfocándose principalmente en los elementos de carácter estructural o no que definen la esencia del patrimonio arquitectónico de este importante casco histórico, se hace necesario introducir el tema. El interés por acometer la presente tarea viene dado por el estado de deterioro presente en estas edificaciones y la preocupación por parte de algunos especialistas por tener herramientas para poder revertir esta situación en el plazo más breve posible.

Luego de varios años de prácticas de conservación y mantenimiento desacertadas se hace necesario la elaboración de documentación técnica que resuma un compendio de algunas buenas prácticas a la hora de intervenir en este tipo de edificaciones, para ello se requiere de antemano recopilar, identificar y clasificar las principales características de cada uno de los elementos que componen estas viejas estructuras para posteriormente definir sus patologías más frecuentes y las causas de estas, así como proponer estrategias de actuación en cada caso que dentro del amplio espectro de soluciones que están al alcance de la mano de los profesionales de hoy se puedan identificar como las más adecuadas para hacer frente a los problemas específicos del núcleo urbano analizado, atendiendo a todos los factores que condicionan la elección de estas posibles soluciones, algunos de estos factores son: el diseño y la ejecución, los materiales con los que se han construido estos edificios, los efectos de los agentes atmosféricos dentro de los que destaca el aerosol marino, las frecuentes lluvias, altas temperaturas y el alto porcentaje de humedad relativa, así como la acción de agentes bióticos, las modificaciones antrópicas, la indisciplina social, entre otros.

Luego de este análisis se plantea esbozar las bases para la creación de planes de mantenimiento para este patrimonio construido que permitan, luego de eliminar las patologías y sus causas, obtener un conjunto de edificaciones totalmente conservado y que pueda ser disfrutado y admirado por las presentes y futuras generaciones de cubanos y extranjeros. Los planteamientos generales, criterios de intervención y propuestas de plan de mantenimiento se basan en la consulta y análisis de bibliografía, el conocimiento

detallado de las distintas fases de la vida útil de estos edificios, y en la importancia de valorar cada una desde el diseño, pasando por la ejecución hasta el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

### Problema

¿Cómo planificar y acometer las acciones de restauración, conservación y mantenimiento de las edificaciones en centros históricos?

### Objeto

Análisis de procesos de deterioro, establecimiento de pautas y(o) premisas para la restauración, conservación y el mantenimiento planificado de edificaciones en centros históricos.

### Campo

Elaboración de un documento didáctico que incluya las características, deterioros y criterios de intervención en las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja, así como premisas para la creación de planes de mantenimiento para estas.

### Objetivo General

Establecer una serie de criterios para la restauración, conservación y el mantenimiento que sirvan de guía para ser aplicadas en la solución de los problemas de deterioro de las edificaciones, en el escenario actual del Centro Histórico de la Habana Vieja.

### Objetivos Específicos:

- Dar a conocer las características, historia y evolución del entorno urbano y las edificaciones históricas de la Habana Vieja; así como del programa de revitalización integral impulsado por la Oficina del Historiador de la ciudad.
- Caracterizar la zona de estudio y sus edificaciones a través de la identificación de las principales soluciones utilizadas en algunos de los elementos componentes de los inmuebles, estructurales o no.
- Identificar las lesiones más frecuentes en los elementos constructivos de las edificaciones, a través del estudio de los factores principales causantes de la aparición de patologías.
- Establecer una serie de criterios de actuación para la solución de distintos tipos de patologías en edificaciones históricas del Centro Histórico de la Habana Vieja.
- Definir a partir de los resultados de la valoración cuales soluciones son las más adecuadas y establecer pautas para la elaboración de planes de mantenimiento planificado de los inmuebles en la Habana Vieja.

### Hipótesis

Si se establecen criterios para la restauración, conservación y el mantenimiento de las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja entonces se podrá intervenir de manera adecuada, lo que conllevará a la solución de los problemas de deterioro que proliferan actualmente.

## Tareas de investigación

- Análisis de la problemática a través del estudio del contexto seleccionado: Centro Histórico de la Habana Vieja, definición de principales características urbanas y arquitectónicas de las edificaciones, los procesos de deterioro y sus causas.
- Identificación, selección y análisis detallado del objeto de estudio.
- Valoración de los criterios actuales de intervención y valoración de nuevas técnicas y materiales a introducir que estarán condicionados por las exigencias derivadas del escenario seleccionado.
- Definición de algunas premisas para la elaboración de planes de mantenimiento planificado para estas edificaciones.

## Métodos de Investigación

### Métodos teóricos

- *Análisis histórico-lógico:* A través del estudio de la evolución histórica, de las características, las patologías más frecuentes y sus causas; así como de los procesos constructivos (reparación, rehabilitación, remodelación, etc.) de edificaciones en el Centro Histórico de la Habana Vieja se llegará a conclusiones respecto al estado de esta problemática y se revelarán aspectos fundamentales relacionados con las soluciones empleadas, tema este de vital importancia para esta investigación.
- *Inducción-deducción:* A partir del estudio de experiencias de actuación previas se podrán obtener algunas consideraciones para la conformación de planes de conservación y mantenimiento aplicado a las edificaciones históricas en la Habana Vieja.

### Métodos empíricos

- *Observación:* Mediante esta herramienta se podrán llegar a conclusiones a través de los criterios actuales de intervención en los edificios de la Habana Vieja, ver en la realidad si realmente los métodos empleados empleando resuelven el problema en cuestión.

## Resultados Esperados:

Con esta investigación se pretenden lograr los siguientes resultados:

- Creación de un documento con soluciones acertadas para la conservación y el mantenimiento de edificaciones históricas que pueda ser utilizado por cualquier profesional cuando se trate de intervenir en contextos patrimoniales y que sirva de ejemplo para la elaboración de otros, en centros históricos con condiciones similares.
- Al tener una herramienta de este tipo se podrán implementar soluciones constructivas que realmente reviertan el actual escenario permitiendo un avance significativo en los programas de restauración de edificaciones de la Habana Vieja.

- Poner en manos de los profesionales de la construcción un estudio relacionado con el análisis de varias soluciones específicas de intervención que puedan ser aplicadas en casos similares cuando se trate de restaurar edificios históricos.

## ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

La estructura del trabajo está ligada al desarrollo de los objetivos específicos, quedando establecida la siguiente relación:

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CAPÍTULO RELACIONADO
_ Dar a conocer las características, historia y evolución del entorno urbano y las edificaciones históricas de la Habana Vieja; así como del programa de rehabilitación integral impulsado por la Oficina del Historiador de la ciudad.	<b>Capítulo I: Contextualización</b> En este se abordarán los aspectos de aproximación conceptual, de evolución histórica, de la normativa, caracterización general del entorno urbano y de las edificaciones del Centro Histórico de La Habana Vieja; así como los aspectos generales del Plan Maestro para la Revitalización Integral del casco histórico de referencia.
_ Caracterizar la zona de estudio y sus edificaciones a través de la identificación de las principales soluciones utilizadas en algunos de los elementos componentes de los inmuebles, estructurales o no.	<b>Capítulo II: Zona de estudio</b> En este se describirán las soluciones constructivas más usadas para la construcción de las edificaciones que serán objeto de estudio. Tipos más frecuentes de muros, cimentaciones, forjados, cubiertas, escaleras, carpinterías, herrerías, balcones, etc.
_ Identificar las lesiones más frecuentes en los elementos constructivos de las edificaciones, a través del estudio de los factores principales causantes de la aparición de patologías.	<b>Capítulo III: Procesos de deterioro</b> En este capítulo se realizará un análisis de las patologías más frecuentes en las edificaciones seleccionadas a través de un estudio de los factores que inciden en el deterioro de estos edificios dado el sitio específico en que están emplazados.
_ Establecer una serie de criterios de actuación para la solución de distintos tipos de patologías en edificaciones históricas del Centro Histórico de la Habana Vieja.	<b>Capítulo IV: Caso de estudio. Criterios de actuación.</b> Este capítulo contendrá la caracterización técnico-constructiva del caso de estudio, el análisis de sus procesos de restauración, sus resultados en el tiempo y la definición de criterios de actuación que puedan ser válidos para aplicar en otros inmuebles similares.
_ Definir a partir de los resultados de la valoración cuales soluciones son las más adecuadas y establecer pautas para la elaboración de planes de mantenimiento planificado de los inmuebles en la Habana Vieja.	<b>Capítulo V: Premisas para la elaboración de planes de mantenimiento</b> En este se brindarán criterios para la elaboración de planes de mantenimiento planificado periódico para estas edificaciones a partir del análisis de las soluciones brindadas y las condicionantes de la zona estudiada.

El documento cuenta además con un cuerpo de Conclusiones Generales y Anexos.

# CAPÍTULO I

## CONTEXTUALIZACIÓN



ARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ

SEPTIEMBRE | 2017

## Capítulo I. CONTEXTUALIZACIÓN

### Cuba y La Habana

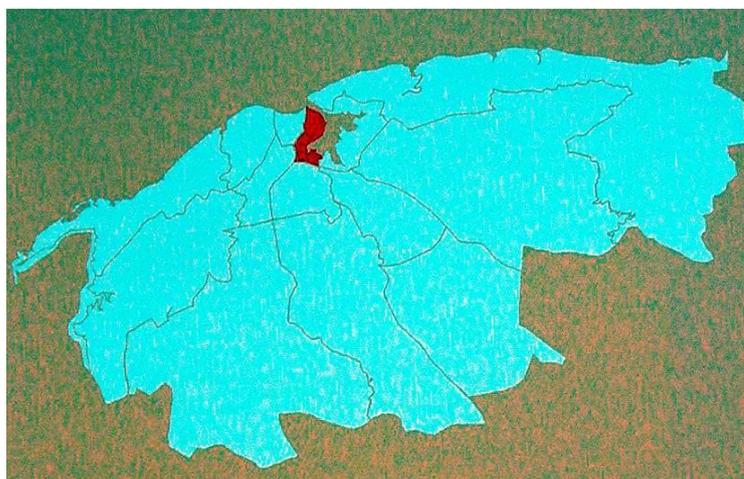
Situado en el Mar Caribe a la entrada del Golfo de México y bañado por el Océano Atlántico, el archipiélago cubano está constituido por la Isla de Cuba, la mayor isla de las Antillas, la Isla de la Juventud y unas 1600 pequeñas islas o cayos. Tiene una superficie total de 110 922 Km<sup>2</sup>, la isla mayor (Cuba) tiene 105 007 Km<sup>2</sup> de superficie, es una isla larga y estrecha, su ancho menor es de 31 Km y el mayor de 191 Km, con una anchura media que no supera los 100 Km (Oficina del Historiador, 2006).

En la nueva división, aprobada por la Asamblea Nacional del Poder Popular en agosto de 2010, el país quedó constituido por 15 provincias y un Municipio Especial (Isla de la Juventud). La Habana es la capital con una extensión de 700 Km<sup>2</sup> y una población de 2.125 millones de habitantes.



**Figura 1.1\_** Archipiélago cubano. División Político- Administrativa actual.

La Habana Vieja con 4,2 Km<sup>2</sup> es uno de los 15 municipios que conforman la capital habanera y dentro de este se ubica el centro histórico con una extensión de 2,14 Km<sup>2</sup>, zona de alto valor patrimonial declarada en 1978 como Monumento Nacional e incluida por la UNESCO en la lista del Patrimonio Mundial en el año 1982 (Oficina del Historiador, 2006).

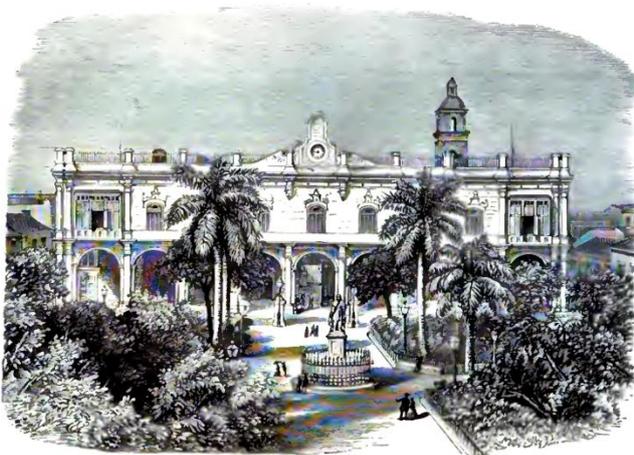


**Figura 1.2\_** El municipio La Habana Vieja. Ubicación en el mapa de la Habana.

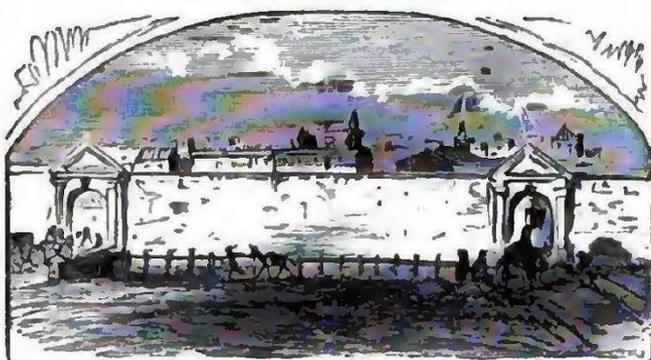
## 1.1 | Aproximación histórica a la evolución de la Villa de San Cristóbal de la Habana.

La villa de San Cristóbal de La Habana fue establecida inicialmente en 1514 en la parte sur del occidente de la isla, no es hasta 1519 que alcanza su asiento definitivo en la costa norte junto al conocido como Puerto de Carenas. A la entrada de lo que hoy se conoce como Plaza de Armas se funda el primer Cabildo, a la sombra de una frondosa ceiba, lugar donde se celebró la primera misa, y donde posteriormente se erige un templete grecorromano. Su mínimo jardín ha visto crecer una y otra vez las ceibas, símbolos de la ciudad y que revisten un especial significado para sus gentes, que las veneran año tras año en el aniversario de la fundación de la villa.

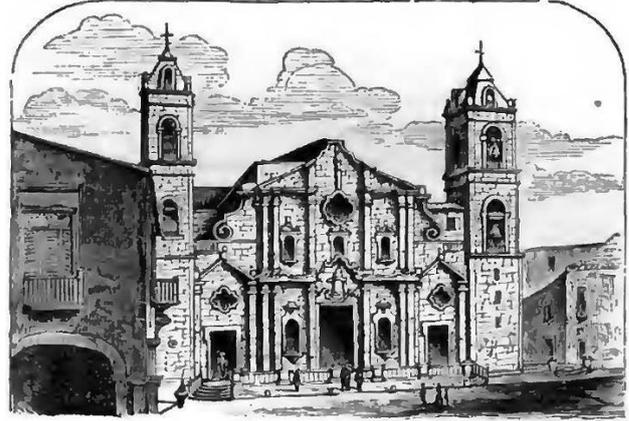
Alrededor de este espacio urbano se comenzaron a construir los principales edificios: el Castillo de la Real Fuerza, la Parroquial Mayor, el Palacio del Segundo Cabo, el de los Capitanes Generales, por solo nombrar algunos y muy tempranamente se le comienza a llamar Plaza de Armas. Al irse ampliando el asentamiento se fundan las siguientes plazas: la Plaza Nueva (hoy Vieja) y la de San Francisco. (Plan Maestro, 2001).



**Figura 1.3** (izquierda) \_ Plaza de Armas | **Figura 1.4** (derecha) Castillo del Morro visto desde la Punta.



**Figura 1.5** (izquierda) \_ Antiguas entradas a la Muralla.  
**Figura 1.6** (derecha) \_ Castillo de la Real Fuerza.



**Figura 1.7** (izquierda) \_ Plaza de San Francisco (Antiguo Muelle de Caballería)  
**Figura 1.8** (derecha) \_ Plaza de la Catedral.

Además de estas tres primeras plazas, se construyen dos más, de gran relevancia: la de la Ciénaga (actualmente Plaza de la Catedral) y la del Santo Cristo del Buen Viaje. Ya en el siglo XVII la ciudad cuenta con estas cinco plazas y un conjunto de pequeñas plazuelas relacionadas con edificaciones religiosas (iglesias y conventos) como: el Espíritu Santo, Santa Clara, San Agustín, San Isidro, Belén, Santa Teresa de Jesús, el Ángel, entre otras.

La villa de San Cristóbal debe su desarrollo y esplendor en gran medida a la privilegiada conformación de su bahía, su estratégica situación geográfica que propiciaba un lugar ideal para el resguardo de la flota española ante el asedio de corsarios y piratas. La entrada de la bahía estaba protegida por tres castillos y una muralla: la Real Fuerza, los Tres Reyes del Morro y San Salvador de la Punta a los que posteriormente se suman nuevos castillos, torreones y puntos de observación a lo largo de todo el litoral habanero que convierten a la villa en el sitio más protegido de las Indias Occidentales.

Como ya se ha mencionado la villa estaba protegida por un cinturón defensivo, estas murallas se construyen en la segunda mitad del siglo XVII y como dato paradójico podemos comentar que su tiempo de vida útil fue menor que el de su construcción pues ya en 1863 comienza a desmontarse. El casco histórico que conocemos actualmente cuenta con una extensión de 214 hectáreas que comprenden, el recinto que fue intramural y toda el área asociada a las antiguas murallas, edificada entre mediados del siglo XIX y las primeras décadas del XX.

Constituye un conjunto urbano de alto valor ambiental. Posee 3370 edificaciones, en su mayoría inmuebles de gran importancia que posibilitan una imagen armónica dentro de la diversidad de estilos y épocas. Una séptima parte se considera de gran valor patrimonial, con grados de protección I y II.

En la parte edificada en el siglo XVI quedaron concentrados las plazas y las principales funciones y edificios públicos, que le otorgan a esta área centralidad y jerarquía dentro del conjunto urbano. Hacia la zona sur los nuevos barrios que posteriormente se construyeron, tuvieron carácter residencial y se ocuparon por sectores más humildes, siendo las iglesias y sus conventos sus construcciones de mayor relevancia. Como resultado de esta evolución, la zona norte del Centro Histórico constituye su área más antigua, donde se reúnen los principales espacios públicos y alto número de edificaciones valiosas. Si bien hacia el norte se concentran los mayores valores arquitectónicos y las funciones de alcance urbano, la zona sur es rica en construcciones religiosas y su propio carácter residencial le confiere atractivo por su autenticidad.

Desde el punto de vista morfológico, la trama queda configurada por manzanas de formas y tamaños variados, con ortogonalidad relativa, calles estrechas y torcidas, que no respondían estrictamente a los dictados de las Leyes de Indias, creando manzanas compactas de diversas formas y tamaños. Los aspectos

aportados por la volumetría, la alineación de las fachadas y régimen de medianería para sus edificaciones, los patios interiores, así como el ritmo de vanos y macizos, los vuelos de balcones y cornisas, la vibración y el claroscuro de las fachadas y la elaborada herrería enriquecen la visión urbana. (Oficina del Historiador, 2006).



**Figura 1.9** (izquierda)\_ Primer plano conocido de la Habana, 1576, del capitán Francisco Calvillo.  
**Figura 1.10** (derecha)\_ Plano elaborado por los ingleses de la Habana en el S. XVIII.

Su estructura policéntrica a partir de un sistema de cinco plazas, un conjunto de pequeñísimas plazuelas y un completo sistema de fortificaciones han distinguido la villa entre las ciudades coloniales latinoamericanas.

Hacia el interior del Centro Histórico se percibe la falta de espacios libres, básicamente se encuentran algunas transformaciones de parcelas vacías en áreas verdes y de descanso, las que han mejorado la situación ambiental y la imagen urbana en la que se encontraba, estimulando encuentros sociales en esos lugares.

El emplazamiento de la ciudad, directamente vinculado al puerto, marcó la configuración inicial de su trazado urbano. Del sitio de fundación partieron los primeros caminos que, en dirección sur, bordeaban la irregular línea de costa.

La organización inmobiliaria de la ciudad adopta el régimen de medianería el que, a su vez, condiciona la aparición del patio interior, elemento básico en la caracterización tipológica de la mayoría de la producción arquitectónica, este es la principal fuente de iluminación y ventilación para los restantes espacios.

Se propicia la aparición, a lo largo de las diferentes etapas de desarrollo, del sistema de plazas y plazuelas que caracteriza y diferencia el Centro Histórico de la Habana Vieja del resto de las ciudades coloniales. Adquiere poco a poco, la individualidad de cada uno de sus componentes, a partir del carácter específico de las instalaciones. (Pérez Beato, 1936).



**Figura 1.11** (izquierda) \_ La Habana en 1851.  
**Figura 1.12** (derecha) \_ La Habana Vieja, 2017 (vista satelital).

## 1.2 | Aproximación normativa desde las primeras ordenanzas hasta las Nuevas Ordenanzas de Construcción de 1963.

En 1573 llega a la Habana el Oidor de la Real Audiencia de Santo Domingo, Alonso de Cáceres y Ovando quien siguiendo la legislación vigente en España del Rey Felipe II redacta el primer código de ordenanzas municipales para la villa de San Cristóbal, esta regulación copia literalmente algunos aspectos de la ley vigente en España, en ella se recogen hasta los más mínimos detalles del gobierno político, las actividades económicas y mercantiles, el trato y control de la población de indios y africanos, la vida cotidiana y el ordenamiento urbanístico (Alfonso, 2013).

Esta primera regulación no tuvo una aplicación ortodoxa, como se aprecia en el plano siguiente (Cristóbal de Roda, 1603), que se considera el Primer Plan Regulador que tuvo La Habana. El trazado irregular de las calles y manzanas no cumplía con la geometría que demandaban las ordenanzas de Felipe II y de Alonso de Cáceres, era un trazado de vías estrechas, apropiadas para los climas cálidos, las parcelas eran de frente estrecho, profundas y alargadas. (Fernández Martín, 2015).



**Figura 1.13**\_ Plano de la Habana de Cristóbal de Roda, 1603.

El código legal de Alonso de Cáceres con sus ochenta y ocho artículos se considera el primer documento legal que rigió en Cuba, vigente con algunas modificaciones hasta el siglo XIX, sin embargo, sus contenidos sobre las construcciones eran escasos por lo que autores (de las Cuevas Toraya, 2001), no las consideran como Ordenanzas de la Construcción.

Las primeras ordenanzas de la construcción de La Habana propiamente dichas fueron promulgadas a fines del año 1855 por el Capitán General y Gobernador José Gutiérrez de la Concha, estas contenían quince artículos sobre edificios, se jerarquizaban calles y avenidas, refiriéndose además al tráfico vehicular y se enunciaron los atributos arquitectónicos que debían tener las edificaciones. Un aspecto interesante acerca de estas ordenanzas es que establecían reglas acerca de los establecimientos insalubres por lo que podría considerarse el primer instrumento legal sobre la protección del medio ambiente de la etapa colonial.



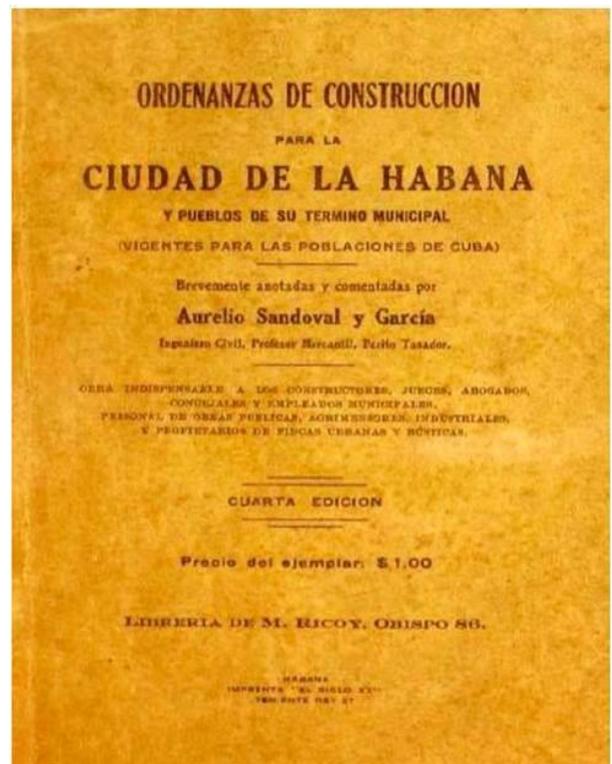
**Figura 1.14\_**

*Plano del Puerto de La Habana, 1855.*

Otros documentos regulatorios importantes aplicados durante el período colonial fueron: el “Reglamento de los Arquitectos Municipales del Excmo. Ayuntamiento de La Habana” y las “Ordenanzas de Construcción para la ciudad de La Habana y pueblos de su término municipal”, ambos de 1861; las “Ordenanzas Municipales” de 1881 y las “Ordenanzas Municipales y de Policía Urbana y Rural del Término Municipal de La Habana” complementadas por las disposiciones sobre servidumbres de medianeras de vistas y luces reguladas por el “Código Civil” de 1889.

Las Ordenanzas de Construcción de 1861 revisten una gran relevancia y posiblemente su redacción estuviese influenciada por las Ordenanzas de Cádiz de 1845, en el texto de estas se expone lo que sigue:

[...] las de las principales capitales de la Península son deficientes. Madrid mismo carece de Ordenanzas de Construcción y se rige (sic) por diferentes Reales Decretos que han ido dictándose a medida que los han ido reclamando las necesidades de la época (Fernández Martín, 2015).



**Figura 1.15\_**

*Portada de las Ordenanzas de Construcción de 1861*

Las ordenanzas de 1861 fueron establecidas para la Ciudad de La Habana, no obstante, treinta años luego de su puesta en vigor se extendieron para todo el territorio del archipiélago cubano, hacia el año 1894. En 1903 fueron corregidas y ampliadas para adaptarse a las circunstancias del siglo XX y paralelamente se comenzaron a aplicar otras regulaciones como las Ordenanzas Sanitarias de 1906, corregidas y ampliadas en 1914 y la Ley Orgánica de los Municipios del año 1908.

Desde el año 1942 se consideraba oportuna la sustitución de las Ordenanzas de la Construcción de 1861 y no es hasta el año 1963 que se materializa el proyecto de las “Nuevas Ordenanzas de Construcción para la ciudad de La Habana”. Se pusieron en vigor en octubre de 1863 con el propósito de sustituir las antiguas ordenanzas, pero en resumen se puede afirmar que simplemente resultaron una ampliación de las de 1861 (Zardoya, 2007).



**Figura 1.16** (izquierda)\_ Portadas de las Ordenanzas Sanitarias de 1906.

**Figura 1.17** (derecha)\_ Portadas de las Ordenanzas Sanitarias de 1914.

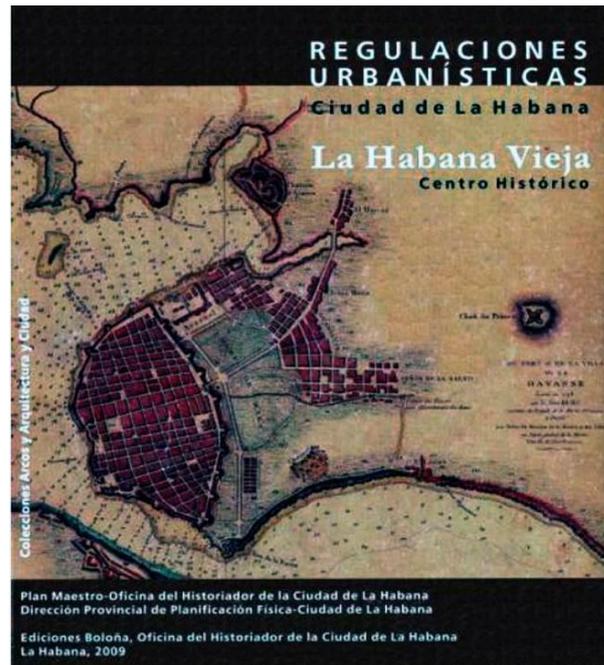
### 1.3 | Las Regulaciones Urbanísticas de la Ciudad de La Habana y el Plan Maestro para la Revitalización Integral del Centro Histórico de la Habana Vieja.

En 1984 se aprueba el Plan Director de La Habana donde se dispuso la aprobación y puesta en vigor de nuevos reglamentos urbanos para la ciudad, es así que en 1985 siguiendo una metodología del Instituto de Planificación Física Nacional para la redacción de regulaciones urbanísticas, se comienzan a redactar las de la Ciudad de La Habana. Se redactaron regulaciones para cada uno de los municipios de la ciudad. Inicialmente por limitaciones económicas solo pudieron ser impresas las regulaciones de los municipios de Centro Habana y el Cotorro.

No es hasta 2007 que sale a luz una edición con alto grado de detalle de las Regulaciones Urbanísticas de El Vedado (Municipio Plaza de la Revolución) y en el 2009 las de la Habana Vieja (Centro Histórico), estas últimas serán objeto de análisis por ser de interés para el presente trabajo.

Las regulaciones urbanísticas constituyen una expresión jurídico-administrativa del ordenamiento territorial, el control urbano, la protección del patrimonio inmobiliario, el medio ambiente y la preservación de la identidad cultural, en correspondencia con lo formulado en el Plan Especial de Desarrollo Integral del Centro Histórico (PEDI), y articuladas con las políticas y planes territoriales elaborados según el Esquema y Plan General de Ordenamiento Territorial y de Urbanismo para Ciudad de La Habana, aprobados por la Asamblea Provincial del Poder Popular (Fernández Martín, 2015).

Según lo anterior, las regulaciones urbanísticas tienen como objetivo: la preservación de los valores de la ciudad (históricos, arquitectónicos, urbanísticos y culturales), establecer normas en relación con las acciones urbanísticas y relativas al suelo y las acciones constructivas que se pueden realizar en cada zona, crear pautas para la evaluación por comisiones de los proyectos arquitectónicos y urbanísticos para que respondan a estudios de planeamiento urbano debidamente compatibilizados, ya sean esquemas o planes generales, parciales, especiales y de detalle, de factibilidad urbanística o localización de inversiones y, según la intensidad urbana de cada zona, se apliquen las regulaciones generales, específicas o especiales.



**Figura 1.18\_**  
*Portada de las Regulaciones Urbanísticas de la Habana Vieja.*

## La Oficina del Historiador

Antes de 1920 no se puede decir que existiese en Cuba una conciencia institucional acerca de la preservación de los valores heredados, no obstante:

...resulta interesante —en nuestro contexto— que hombres cultos, en medio de los primeros pasos de la República y aún de la propia definición de cuáles eran los elementos conformadores de nuestra identidad cultural, pensasen en la necesidad de proteger los monumentos coloniales. Personalidades como Joaquín Weiss, José M. Bens Arrate, Luis Bay Sevilla, Pedro Martínez Inclán... por solo citar los más conocidos, unieron a su quehacer profesional... un claro pensamiento sobre el tema (Plan Maestro p. I., 2001, p.7).

La valoración y comprensión del patrimonio que guarda el centro histórico y la necesidad de su conservación surgen con la creación en 1938 de la Oficina del Historiador de la Ciudad, bajo la dirección del ilustre Dr. Emilio Roig de Leuchsenring (Leuchsenring, 1955). Dentro de esta institución pública que funciona como organismo autónomo municipal surgen la Comisión de Monumentos, Edificios y Lugares Históricos y Artísticos Habaneros que serviría de base para la creación de la actual Comisión Nacional de Monumentos, el proyecto de Ley de los Monumentos Históricos, Arquitectónicos y Arqueológicos de 1939 que sirve de antesala para la aprobación de las Leyes Uno y Dos del Patrimonio Cultural y de los Monumentos Nacionales y Locales respectivamente del año 1977. Al producirse la desaparición física de Roig de Leuchsenring en 1864, sobreviene un período difícil para el centro histórico. Luego de que el Dr. Eusebio Leal Spengler asumiese el cargo en 1967 se dio a la tarea de promocionar los valores de la villa a través de publicaciones en libros y revistas, ciclos de conferencias, recorridos por lugares de interés y finalmente el programa televisivo “Andar La Habana”.

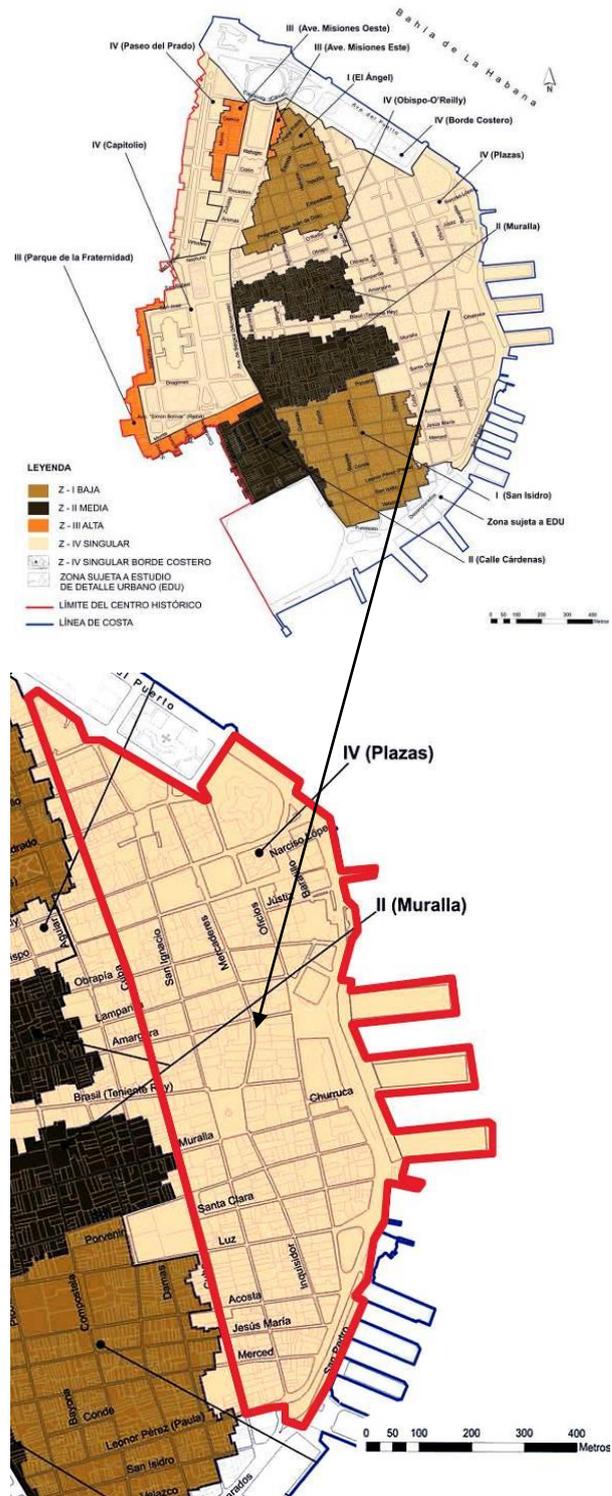
No es hasta el año 1981 que el estado asigna un presupuesto destinado exclusivamente a la restauración y rehabilitación del Centro Histórico, esta voluntad política, sumada a los innegables valores del casco histórico y la importante labor de divulgación llevada a cabo hasta el momento condicionan que en 1982, la UNESCO lo declare Patrimonio Cultural de la Humanidad, ocupando el número 27 de la lista del Patrimonio Mundial.

Posteriormente en el año 1993 por el Decreto-Ley 143 del Consejo de Estado se comienza a denominar al centro histórico como Zona Priorizada para la Conservación con lo que la Oficina deja de ser una institución subordinada al gobierno provincial y pasa a subordinarse directamente al Consejo de Estado. Se crea una nueva estructura organizativa y las funciones de la Dirección Provincial de Planificación Física pasan a ser de una nueva institución, el Plan Maestro para la Revitalización Integral del Centro Histórico de la Habana Vieja (Plan Maestro p. I., 2001).

Bajo la tutela de esta organización y para garantizar la correcta interpretación y aplicación de las regulaciones urbanísticas se definen los aspectos relacionados con la intensidad urbana, grado de explotación estableciendo cuatro Zonas de Regulación de Intensidad Urbana (RIU).

La intensidad urbana se define como la integración coordinada de los elementos urbanos: ocupación, utilización, tipologías, uso, morfologías, densidades y alturas, a los efectos de mantener y/o lograr la preservación de los respectivos valores culturales y naturales, así como la incorporación de otros, en un área urbanizada o urbanizable sujeta a regulación a partir del código urbano que establecen estas normativas. Su alcance y tipo definen el grado de aplicación según la imagen, vocación o tendencia de desarrollo y la clasificación que se determine, a partir de la calificación territorial asignada o adjudicable a los referidos elementos urbanos.

Las cuatro zonas de Regulación de Intensidad Urbana (RIU) son: la Zona I, cuyos valores urbanísticos y arquitectónicos preexistentes la definen como de baja intensidad urbana, sus componentes urbanos no tendrán recalificaciones ni variaciones fundamentales; Zona II, de valores preexistentes de media intensidad urbana, algunos de sus componentes urbanos podrán presentar determinadas recalificaciones o variaciones apreciables; Zona III, de valores preexistentes de alta intensidad urbana, la mayor parte de sus componentes



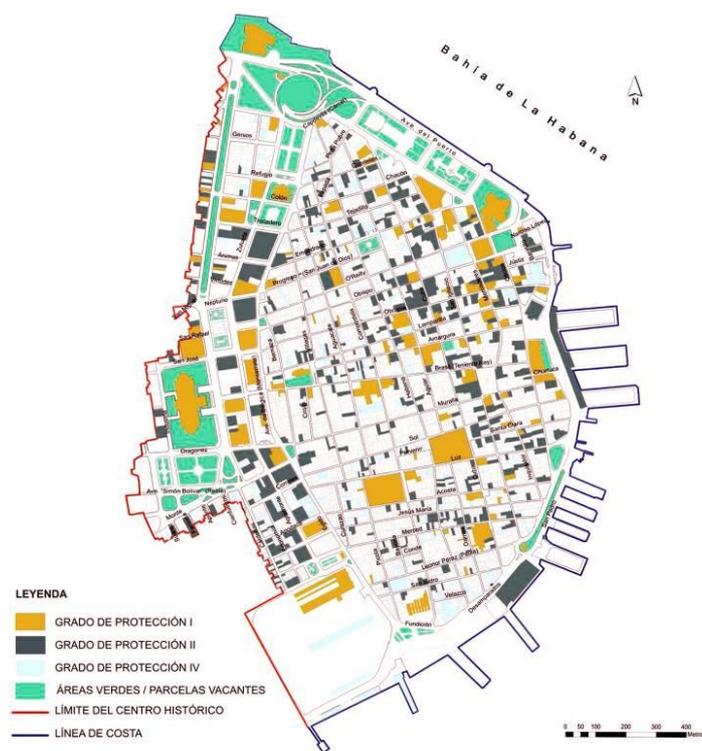
**Figura 1.19 (arriba) \_**  
Zonas RIU (Centro Histórico)

**Figura 1.20 (abajo) \_**  
Zona priorizada para la Restauración

urbanos presentarán determinadas recalificaciones o variaciones como resultante media y finalmente la Zona IV o singular, de valores preexistentes de “singular” intensidad urbana, por sus excepcionales valores culturales, paisajísticos y/o su gran complejidad funcional, sus componentes urbanos admitirán sólo recalificaciones o variaciones medidas (Plan Maestro O. d., Regulaciones Urbanísticas. Ciudad de La Habana. La Habana Vieja. Centro Histórico, 2009).

De interés para el presente trabajo es el sector del casco histórico delimitado por el litoral (Avenida del Puerto) y la Calle Cuba (ver figura 1.20), área ésta incluida dentro de la Zona RIU IV o Singular, y donde se concentran la mayor parte de las edificaciones más importantes de la villa, es además el sector más visitado por los turistas y en el que se han invertido la mayor cantidad de recursos para lograr su preservación.

Un inventario realizado por parte del Plan Maestro ha identificado y clasificado todos los inmuebles del casco histórico según sus tipologías constructivas y se han establecido Grados de Protección según la importancia de cada uno de estos sobre bases científicas y estudios interdisciplinarios, la protección patrimonial de los inmuebles se define de la siguiente manera (Plan Maestro O. d., Regulaciones Urbanísticas. Ciudad de La Habana. La Habana Vieja. Centro Histórico, 2009):



**Figura 1. 21 \_**  
Grados de protección de las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja

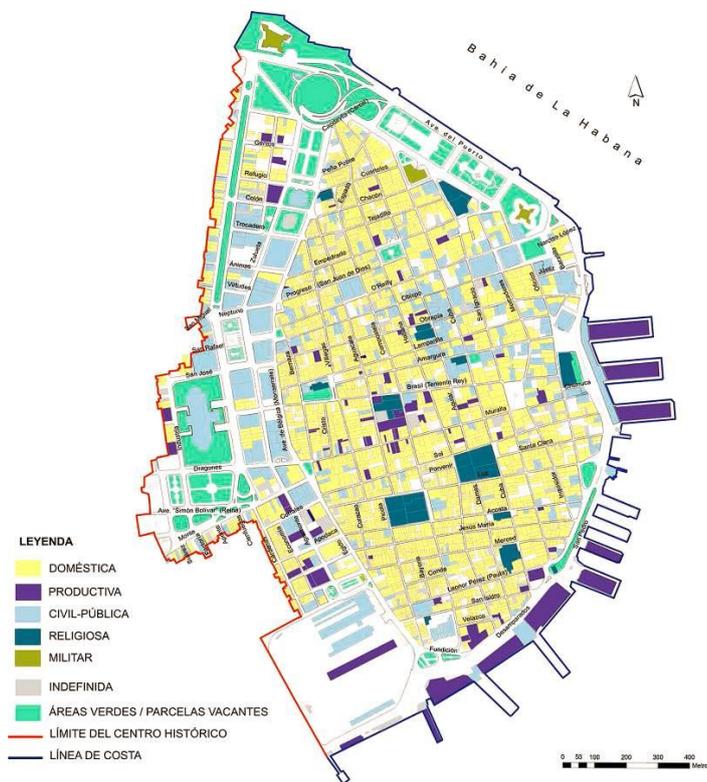
**Grado de protección I:** Bienes de alto valor que deberán conservarse íntegramente, y en las cuales se autorizarán y recomendarán las actividades que, fundamentalmente, tiendan a su conservación y restauración.

**Grado de protección II:** Bienes cuya conservación está subordinada a previas alteraciones parciales, o a su carácter no excepcional y que, por lo tanto, podrán sufrir modificaciones o adaptaciones controladas.

**Grado de protección III:** Bienes de relativa significación local, o que establecen, ambientalmente, relaciones armónicas con otros de primer o segundo grado de protección, cuya conservación se subordina a alteraciones anteriores, prácticamente irreversibles. Podrán sufrir, previa aprobación, modificaciones, adaptaciones o demoliciones parciales o totales.

**Grado de protección IV:** Bienes cuya conservación no es deseable, debido a que establecen, ambientalmente, relaciones inarmónicas con los clasificados en primer y segundo grados de protección. Podrán ser adaptados, modificados o incluso demolidos, aunque deberá controlarse su uso o el proyecto de nueva construcción que allí se efectúe para no afectar ni el aspecto ni la integridad de los bienes vinculados a ellos.

## 1.4 | Características generales urbano-arquitectónicas. Estados de conservación.



**Figura 1.22\_** Clasificación de los inmuebles del Centro Histórico de la Habana Vieja según su tipología arquitectónica.

Las edificaciones del Centro Histórico presentan una gran variedad de estilos y códigos arquitectónicos que son evidenciados a lo largo de las calles, donde predomina el hispano-mudéjar, pero existen en general obras representativas de todas las épocas.

Esto se debe a la continuidad de construcción desde sus inicios hasta la fecha, por lo que podemos encontrar, un edificio del siglo XVIII en colindancia con uno del siglo XX. El prolífero siglo XIX, con la presencia del neoclásico, deja una huella muy fuerte, existen numerosos edificios que responden a esta vertiente en la zona. El preponderante eclecticismo, junto al Art. Nouveau y el Art. Déco dentro de sus derivaciones, en la primera mitad del siglo XX, hasta la incorporación del movimiento moderno y postmoderno.

Son de interés para el presente trabajo, los edificios construidos entre los siglos XVI y XIX, fundamentalmente los de la Zona Priorizada para la Restauración o Kilómetro de Oro, como también se conoce (ver figura 1.20), no obstante, se ofrecerán pinceladas acerca de las edificaciones más recientes (siglo XX y XXI).

La Habana Vieja es una zona de emergencia por el elevado índice de deterioro de su fondo edificado y de las redes técnicas. El deterioro afecta a parte importante de los inmuebles, tal situación ha sido resultado de los cambios de uso sufridos por las edificaciones a lo largo de su evolución, y de la ausencia de una política adecuada de mantenimiento. Esta condición perjudica a los residentes de la zona, cuya calidad de vida se ha visto disminuida por el funcionamiento insuficiente de las sobrecargadas redes de infraestructura y por la degradación del que constituye su hábitat primario.

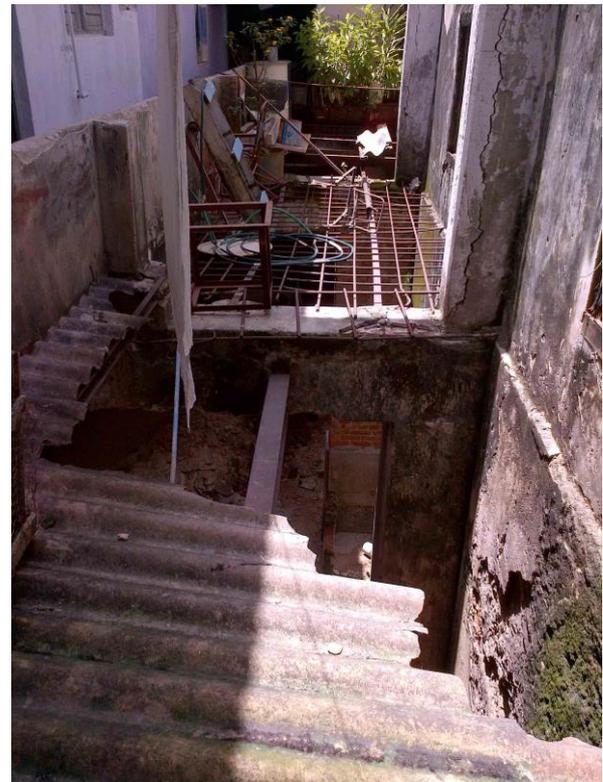
Marcado por más de siglo y medio de marginalización y sobreocupación, el territorio se caracteriza en gran medida por las malas condiciones del hábitat (Plan Maestro p. I., 2001).

En su calidad de conjunto urbano de alto valor ambiental, el Centro Histórico constituye de por sí, un destino turístico, este sector alcanza uno de los primeros lugares en la economía, este juega un papel importante como dinamizador y generador de recursos para los planes de desarrollo. El gran reto que se plantea en la Estrategia Integral para el Centro Histórico, diseñada por la oficina del Historiador de la Ciudad consiste en '...asumir responsablemente el problema de la vivienda, considerando por una parte el hacinamiento y tugurización que la caracteriza y la sobreocupación de los inmuebles...' (Plan Maestro O. d., Plan de Desarrollo Integral P.D.I., 2003). Para esto se basan en una base económico-social local, auto sustentable en el tiempo, vinculada al carácter cultural del territorio, al rescate de sus tradiciones y al proceso de recuperación de sus valores.

El Centro Histórico a lo largo de su historia ha estado sometido a un proceso de intensas transformaciones que han generado una alteración nociva para las tipologías funcionales originales: comercios convertidos en viviendas, en oficinas, otros locales adaptados a viviendas, edificios de viviendas adaptados para usos diversos de otra índole. En los solares yermos resultantes del derrumbe de antiguas estructuras proliferan parqueos, agro mercados o talleres automotrices con cierres precarios.

Los cambios de funciones han provocado fundamentalmente los fenómenos de subutilización de locales e inmuebles, y sobreexplotación incompatible y agresiva de los mismos. El deterioro ha ido incrementándose con el paso de los años. Agravado por la posición geográfica de la isla y su propensión a fenómenos naturales tropicales como los huracanes, unido a las transformaciones del tipo constructivo, estético y funcional, la acción de la intemperie y otros agentes del medio como la contaminación atmosférica; largos períodos de tiempo sin mantenimiento, además del sobreuso al que se encuentran sometidas las edificaciones provocando un estado de hacinamiento y tugurización (figuras 1.23 y 1.24).

Por las consiguientes razones de peligrosidad en los inmuebles existe una cantidad considerable de albergados que abandonaron sus viviendas. La grave situación de la vivienda constituye el problema más apremiante del Centro Histórico.



**Figura 1.23 (arriba) \_**  
*Fachada del edificio en calle Obrapía No. 510*

**Figura 1.24 (abajo) \_**  
*Patio lateral del edificio en calle Obrapía No. 510  
Estructura en estado deplorable por su antigüedad  
y falta de mantenimiento. No constituye un caso  
aislado en la Habana Vieja, existen muchos  
edificios en similar estado.*

Es preciso entender al Centro Histórico como un sistema, hacia el norte se concentran los mayores valores arquitectónicos y las funciones de alcance urbano, la zona sur es rica en construcciones religiosas y de carácter residencial (es la zona mejor conservada) que, si bien se encuentra supeditada a la otra, en el sentido económico para su rehabilitación, ambas conforman el atractivo turístico ya sea por la vida autóctona o por el propio fondo edificado de carácter cultural del Centro Histórico (Plan Maestro p. I., 2001).

Al insertarnos dentro de este contexto, el objetivo principal de este trabajo es establecer criterios útiles para ser usados por los profesionales para lograr, no solo restaurar de manera adecuada estas edificaciones, sino además establecer planes de mantenimiento constructivo, tema este que ha sido olvidado en nuestro contexto y que resulta de vital importancia.

La mayoría de las redes técnicas se encuentran soterradas, con lo cual, al pasar de los años, por la falta de mantenimiento, y al tratarse de zonas antiguas sometidas a mayores sobrecargas, se encuentran en extremo deterioradas. El abasto de agua dentro del Centro Histórico es insuficiente, el servicio que se brinda oscila entre las 4 y 12 horas. Existen lugares de insuficiencia extrema, y otros que nunca reciben agua, estos son abastecidos por camiones cisterna. La red de alcantarillado se encuentra sobrecargada y con un gran deterioro físico. Producto del mal estado de las calles el drenaje pluvial toma relevancia, pues se produce un impedimento en su función como canal hacia las alcantarillas. Casi un tercio de las viviendas utilizan el agua cargada manualmente y en igual proporción se almacena en tanques sin conexión a la red; algo más de una de cada 10 viviendas no tienen baño o duchas, solo contando con baños de uso común o fuera del recinto.

La red de electricidad está conformada por cuatro circuitos, tres soterrados y uno parcial aéreo. Se encuentran en peligro de derrumbe varios locales soterrados de cámaras, los que necesitan de reparación capital. Las instalaciones eléctricas se encuentran expuestas en los interiores de las edificaciones y en las fachadas de las mismas.

Actualmente el territorio recibe el servicio telefónico desde la planta ubicada en la Calle Águila esquina a Dragones. La red de cables es, en su mayoría, soterrada y en alguna medida los cables de distribución llegan a las viviendas por las paredes de los edificios.



**Figura 1.25 (arriba) \_**  
*Rehabilitación de redes eléctricas soterradas\_*  
*Plaza de la Catedral.*

**Figura 1.26 (abajo) \_**  
*Rehabilitación de redes soterradas de gas\_*  
*Calle Acosta*

Muchas de las instalaciones de gas se encuentran en estado pésimo, producto de su antigüedad, demandan reposición, problema principal dentro de las dificultades de abastecimiento de gas manufacturado dentro de la Habana Vieja; se puede añadir además limitaciones de flujo por obstrucciones de impureza y agua y en algunos casos total, de la tubería.

La insuficiencia de la red de recogida de desechos sólidos afecta las condiciones ambientales ya deplorables que empobrecen la imagen urbana y la salud pública. El principal vertedero se encuentra en el anillo del puerto a su máxima capacidad, en el que solo se vierten desechos sólidos.

La falta de espacios libres y la estrechez de las aceras en el municipio provoca que las calles se utilicen de modos diversos: como espacios de intercambio social, de juego, etc. Las viviendas en planta baja tienen una fuerte relación con la calle, pues hay un gran número de estas en las que los espacios de estar se comunican directamente con las aceras por lo que al pasar los peatones tienen visuales hacia las viviendas, esto no parece ser un problema para gran parte de los habitantes de la zona que mantienen las puertas abiertas gran parte del día.



**Figura 1.27 (izquierda)** \_  
Edificio de la Calle Cuba No. 519.

**Figura 1.28 (derecha)** \_  
Edificio de la Calle San Ignacio No. 162.  
Edificios multifamiliares fuera de la Zona priorizada con un estado constructivo deficiente.

En sus viviendas los habitantes de La Habana Vieja han tratado de solucionar los problemas del espacio físico (derivados del aumento del número de convivientes por matrimonio, inmigración, nacimiento), funcionalidad, confort y estado constructivo, modificando los espacios, desglosando, ampliando los límites, construyendo barbacoas y realizando otros múltiples tipos de transformaciones incluida la sustitución de cubiertas. Estos esfuerzos no han tenido sin embargo un resultado positivo debido a la falta de una adecuada conducción técnica, provocando sobrecargas y humedades que conducen al aceleramiento del deterioro.

Los servicios han dejado su marca en la estructuración del Centro Histórico, definiendo áreas de centralidad dentro de un conjunto eminentemente domestico-residencial. El comercio, el turismo, la cultura, las actividades administrativas, empresariales y financieras fundamentalmente en plantas bajas coexisten con las viviendas, característica que ha definido la zona y la forma de uso de los espacios urbanos durante su evolución.

Principalmente a lo largo de las vías de mayor importancia se desarrollan los comercios minoristas y mayoristas, conformando lugares económicamente activos, con usos asociados a un confort y exclusividad dentro de un patrimonio industrial. Se deben rescatar los servicios en las plantas bajas, para ofrecer respuestas inmediatas a las necesidades de la ciudad. Tienen vital importancia ejes como Obispo, Mercaderes, Paseo del Prado, Monte, Egido, la Avenida del Puerto, entre otros. La Habana Vieja se caracteriza por tener una red hotelera junto a restaurantes, bares, cafeterías, comercios y otros servicios muy distinguidos en el ámbito internacional.

El desarrollo del turismo ha provocado un efecto de disyunción ambiental, espacial, económica y física. Se limitan los accesos a algunos servicios, al alojamiento hotelero, la inclusión de usos exclusivos, y la comunicación entre turista y la población, provocando en algunos casos la indisciplina social, la inseguridad ciudadana, el aumento de hechos delictivos en general. Actualmente un gran peso dentro del municipio lo tienen las instituciones culturales, vinculadas al destaque de los valores tangibles e intangibles de tan importante municipalidad (Plan Maestro p. l., 2001).

El área delimitada dentro de la Zona Priorizada para la Conservación conforma un centro económico financiero, patrimonio civil-público de gran valor, que es también el que más atención ha recibido por parte de la Oficina del Historiador y que cuenta con el entorno urbano más conservado (ver figuras de la 1.30 a la 1.33). Están presentes también dentro de una estructura especializada instituciones científicas y técnicas que propician eventos, encuentros y congresos.

Se consideran deficitarios en orden de prioridad los servicios de cafetería y restaurante en moneda nacional, mantenimiento de las edificaciones, distribución de agua, recogida de basura, centros de recreación para niños y jóvenes, baños públicos, entre otros. La población demanda parques infantiles, discotecas, salas de juego, cafeterías, restaurantes, cines, centros de recreación y reunión para la tercera edad, salas de vídeo, etc. (Mok Hernández & Lara Glez., 2008).



**Figura 1.29\_**

*Esquina de las calles Teniente Rey y Aguacate.*

*Transformaciones indebidas realizadas luego del derrumbe de la estructura de un edificio histórico.*



**Figura 1.30** (izquierda) \_ Calle de los Oficios



**Figura 1.31** (derecha) \_ Calle San Ignacio esquina a Teniente Rey. Vista desde la Plaza Vieja.



**Figura 1.32** (izquierda) \_ Calle Teniente Rey esquina a San Ignacio. Vista desde la Plaza Vieja.



**Figura 1.33** (derecha) \_ Calle de los Mercaderes.

## CAPÍTULO II

### ZONA DE ESTUDIO



ARQ. AARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ

SEPTIEMBRE | 2017

## Capítulo II. ZONA DE ESTUDIO

### 2.1 | Caracterización técnico-constructiva de las edificaciones.

Al llegar los españoles a la isla asumen la forma de construir de los nativos (indios taínos y siboneyes), estas construcciones eran los llamados bohíos y caneyes. Los materiales de estas antiguas y efímeras construcciones eran locales: arbustos “yagua” para la estructura general: paredes y cubierta, que tenía como terminación las hojas desecadas de palma real, “guano”. Los caneyes eran las casas de los caciques, jefes indios y alrededor de estos se distribuían los bohíos conformando los “bateyes”, que era el nombre que recibían los primitivos asentamientos urbanos.

En el siglo XVI las paredes de las casas se resolvían con yaguas o tablas rústicas y en ocasiones con tapia, solamente se utilizaban ladrillos asentados con barro o cal y arena en las casas principales. Los pisos eran generalmente de suelo natural apisonado. Las maderas preciosas (caobas, ébanos, ácanas y guayacanes) se utilizaron ampliamente pero casi siempre se colocaban rollizos o tablas muy rústicas, esto se debía a la gran dureza de estas maderas y a la inexistencia de medios adecuados para su elaboración. Las puertas se confeccionaban con tablas unidas al tope y forradas con otras tablas clavadas (de las Cuevas Toraya, 2001).

La mampostería, que es la base de las construcciones con las que contamos actualmente tendrá un desarrollo y una difusión tardía, poco a poco las construcciones dejaron de realizarse de paredes de yagua o emarrado y techo de guano para comenzar a dar paso a la piedra, el ladrillo, la mampostería y la madera elaborada.

Las primeras villas fundadas en Cuba se establecieron en zonas con existencia de rocas calizas, de las que se fabricaba la cal y la sillería, arcillas de buena calidad y bosques maderables, es por consiguiente que las edificaciones se construyeran con estos materiales que eran los que estaban al alcance de la mano (de las Cuevas Toraya, 2001).

Las fortalezas militares de la Real Fuerza, los Tres Reyes del Morro y San Salvador de la Punta construidas desde la segunda mitad del siglo XVI sirven de escuela para los Maestros Canteros que construyen la Muralla en el siglo XVII, además de torreones defensivos y edificios religiosos (iglesias, conventos y ermitas).



**Figura 2.1** (arriba)\_ Bohío, vivienda rural actual que es heredera de la tradición indígena.

**Figura 2.2** (abajo)\_ Batey reconstruido en el Museo y Sitio Arqueológico\_ Chorro de Maita, Holguín, Cuba. Uno de los mayores sitios de enterramiento aborigen descubiertos en Cuba.



**Figura 2.3 (arriba)** \_  
*Castillo de la Real Fuerza, 1558-1577*

**Figura 2.4 (abajo)** \_  
*Fortaleza de San Salvador de la Punta, 1600*

Los autores Prat Puig y Weiss plantean la hipótesis de que la inmigración de mano de obra andaluza, canaria y morisca hacia la isla fue el principal motivo de la presencia generalizada de motivos moriscos en las edificaciones de la época. En el modelo de casa colonial cubano, el patio es un elemento primordial del espacio interior, las cubiertas de alfarje con aleros y celosías, los tabiques livianos de madera, las carpinterías rasgadas hasta el suelo, entre otros, otorgan exclusividad a la arquitectura colonial cubana con una fuerte presencia vernácula. Su sencillez formal a la vez que su riqueza de modelos variados y la funcionalidad de las plantas adaptadas al clima cálido y húmedo la convierten un tipo de arquitectura auténtica y autóctona.

El importante autor Joaquín E. Weiss expresó:

...sería insensato establecer una comparación entre la arquitectura colonial cubana, nacida en un medio humilde, contando con muy escasos medios de expresión y constructores que solo en el siglo XVIII alcanzaron el rango de arquitectos, y sus contemporáneos del Renacimiento y el Barroco en la metrópoli (Weiss J. E., 1978, p.3).

Luego refiere que no es factible tampoco realizar comparaciones con las arquitecturas coloniales de México y Perú, dos de los más extensos y ricos territorios de América hispánica; no obstante, acota luego refiriéndose al patrimonio arquitectónico cubano: 'fuera de éstos, es probablemente la arquitectura más completa y mejor representada de la época colonial en nuestro continente' (Weiss J. E., 1978).

En el siglo XVII continúan predominando las techumbres de guano (hojas de palma en forma de abanico que luego de secadas son utilizadas para techar casas), las paredes eran mayormente de ladrillos, tapia o embarrado. En las pocas casas que se construyen con dos niveles el entrepiso se resuelve con vigas de madera dura, de sección 20 x 20 cm, generalmente y espaciadas a 30 cm, transversalmente a estas se colocaban tablas y encima un relleno de cascajo apisonado (fragmentos pequeños de ladrillos y piedras picadas a mandarria), por último, se vertía un mortero de cal alisado con plana. Las mejores casas tenían losas de barro y las más pobres solo tierra apisonada.

Los materiales empleados en las construcciones habaneras del siglo XVII son esencialmente los mismos que en siglo anterior, solo vale destacar que se hizo un mayor uso de las tejas de barro en los techos. Se incrementa el uso de la madera, alcanzándose un gran desarrollo de la profesión del carpintero. A fines de este siglo con el auge de la construcción de embarcaciones se establece un taller de aserrado de madera movido por maquinarias hidráulicas en un lugar conocido como El Arsenal.

Se comienza a utilizar en las mejores viviendas revoques de cal coloreados con una gama desde el mostaza y el siena hasta el bermellón y el rojo, se comienzan a fabricar pinturas más duraderas y se hace uso más extendido de la masilla y el yeso. En los pavimentos además de los de mortero de cal se emplean los de losas de barro de 20 x 20 cm, que en muchas ocasiones se importaban de Andalucía o las llamadas losas

isleñas (de color carmelita o marrón), que eran pizarras de las Islas Canarias. En el siglo XVIII empiezan a usarse las losas de la famosa cantera de San Miguel en Arroyo Polo.

Ya en el siglo XVIII las paredes de las casas se construyen con mampostería ordinaria, tapia y ladrillos. Las fortalezas siguen siendo de sillería. Normalmente las paredes se revocan tanto por el exterior como por el interior, incluso las de piedra ya que las calizas conchíferas utilizadas no aportan un acabado liso sino irregular. Estos revocos no solo cumplen una función estética sino también como capa protectora ante las inclemencias del tiempo. Vale destacar que muchos de los edificios importantes que encontramos hoy con fachadas de piedra vista en sus orígenes estaban revestidos con mortero.

Las viviendas más ricas tenían decoraciones en el siglo XVIII de cenefas pintadas de 1,2 metros de altura con motivos geométricos o botánicos. En los techos sigue predominando la teja de barro como solución, las techumbres de guano dejan de ser utilizadas en las ciudades por acuerdos de los Cabildos desde el siglo XVI.

También es a fines del siglo XVIII que comienzan a utilizarse los techos planos construidos con vigas de madera, sobre estas, tablonos, luego un grueso enrajonado y como pavimento losas de barro cocido. Las mejores casas contaban con techos de alfarjes de madera, en muchos casos decorados y los pavimentos son de losas de barro cuadradas de 30 x 30 x 0,25 centímetros o rectangulares de 30 x 15 x 0,25 centímetros, se continúa usando el pavimento de mortero de cal y arena sobre tierra apisonada o simplemente tierra apisonada en las casas más pobres. Usualmente se hace uso de falsos techos de yeso que funcionan como aislante térmico y propician temperaturas agradables en los locales.

En los edificios habaneros el patio constituye un elemento fundamental, su importancia y tamaño varía en dependencia de la prestancia de cada casa, asociada siempre con el estatus social y riquezas de las familias que las habitaban. En resumen, se puede afirmar que continúan utilizándose en este siglo los mismos materiales que en el siglo anterior, solo que en mayor medida los de más calidad. La piedra de cantería solo será empleada en los edificios de mayor relevancia: obras militares, iglesias, mansiones y palacios (de las Cuevas Toraya, 2001).

Vale destacar que en las últimas décadas de este siglo se empiezan a sustituir elementos que hasta el momento eran de madera en barandillas de balcones y escaleras, cancelas y demás por barras cuadradas de hierro. Los pasos de las escaleras comienzan a ser de piedra y en los zaguanes de algunos palacios aparecen los azulejos y mármoles importados.



**Figura 2.5 (arriba) \_**  
*Fachada del Convento e Iglesia de Santa Clara de Asís, 1638- S. XVIII.*

**Figura 2.6 (abajo) \_**  
*Patio del Convento e Iglesia de Santa Clara de Asís.*

Así expresa Samuel Hazard las impresiones recogidas durante su visita por la ciudad:

Una cosa chocará curiosamente al extranjero en esta vieja ciudad de La Habana y es que parece que no hay en ella un lugar especialmente dedicado a las residencias de la buena sociedad... Las personas de buena sociedad viven aquí, allí, en todas partes, unas en los altos, otras en los bajos, algunas en almacenes o sobre almacenes y establecimientos (Hazard, 1871, p.27).

Los muros en el siglo XIX continúan siendo de mampostería o de piedra, no es hasta el último tercio del siglo que se establecen algunos tejares en la ciudad lo que hace que se incremente el uso del ladrillo, la mejor calidad de la materia prima permitió disminuir los espesores de muros, antes de 80 a 100 cm a 50 o 60 cm. Por esta época se consideraba en la ciudad como tosca la obra de cantería por lo que se revestían los muros de piedra con morteros de cal y arena.

A partir de 1884 se comienzan a producir y emplear como pavimentos las losetas hidráulicas decoradas (mosaicos) elaboradas con cemento importado. Se siguen utilizando en este siglo los techos planos de vigas y tablazones de madera, con relleno de mortero de cal y pavimentos de losas de barro. Al comenzar a escasear la madera se sustituye en muchos casos la tablazón por losas de barro cuadradas importadas de 40 o 45 centímetros de lado, a este sistema se le llama "losa por tabla". Siguen empleándose con frecuencia para techar las tejas de barro

En la Habana se inaugura la primera fábrica de cemento portland que operó en Iberoamérica en 1895, 71 años después de la invención de este material, no obstante, su uso se vió muy limitado debido a la guerra. El uso de muebles sanitarios comienza a fines del S.XIX, aunque su invención date de 1810, esto se debe a que no existía infraestructura (acueducto y alcantarillado). El acueducto de La Habana o de Albear, como es comunmente llamado, comienza a construirse en 1858, obra del ilustre ingeniero Francisco de Albear y Fernández de Lara.

En cuanto a enchapes y pavimentos, comienza a generalizarse en las mansiones de mayor importancia, el uso de azulejos de 15 x 15 cm, sin biselar, importados desde Europa, México y Perú desde el S. XVIII. Se usa además en las lápidas y panteones del Cementerio de Colón y en las residencias de lujo, el mármol italiano de Carrara y en la segunda mitad del siglo los mármoles grises y blancos de las canteras de la Isla de Pinos que se comienzan a explotar en el año 1845.

La madera se continuó usando en puertas y ventanas; sin embargo, se produce en este siglo un auge de la herrería (hierros forjados y fundidos) con abundancia de diseños de barandas, rejas y portadas (de las Cuevas Toraya, 2001).



**Figuras 2.8 (arriba)** \_ Convento e Iglesia de Nuestra Señora de Belén, 1712-1720 (exterior desde la esquina de las calles Compostela y Luz).

**Figura 2.9 (abajo)**\_ Convento e Iglesia de Nuestra Señora de Belén. Claustro.



**Figura 2.10** (izquierda) \_ Catedral de La Habana, 1748-1777.



**Figura 2.11** (derecha) \_

Convento e Iglesia de San Francisco de Asís, 1738.



**Figura 2.12** (izquierda) \_ Casa de Antonio Hocés Carrillo (Actual Museo de la Pintura Mural), 1648.



**Figura 2.13** (derecha) \_ Casa de la Obrapia, 1665-1793.



**Figura 2.14** (izquierda) \_ Palacio del Segundo Cabo, 1770-1791.



**Figura 2.15** (derecha) \_ Palacio de los Capitanes Generales, 1776-1791.

El uso generalizado del hormigón desde los primeros años del siglo XX y el desarrollo de la técnica permitió que las edificaciones se hicieran más ligeras pues ya no se requiere construir muros de grandes espesores, el uso del acero permite salvar mayores luces y la invención de los ascensores permiten construir edificios de mayor altura.

El uso del cemento portland como materia prima posibilita el desarrollo de la producción de una amplia gama de materiales que comienzan a emplearse en la construcción: mosaicos, tubos para acueductos y alcantarillado, bloques de hormigón, baldosas de terrazo y asbesto cemento. Inmigrantes italianos establecen talleres de trabajo con mármoles y terrazo, con este último material quedan múltiples trabajos en piso realizados con insuperable buen gusto, técnica y calidad.

Los edificios de la primera mitad del siglo XX corresponden a los estilos arquitectónicos: eclecticismo, art nouveau y art deco, y se construyen con la combinación de los materiales mencionados anteriormente, ya en estos inmuebles las cubiertas son en su gran mayoría y el sistema de impermeabilización utilizado será el de enrajonado y soladura de losas de barro de 14 x 28 centímetros colocadas a baño flotante con mortero de proporciones 1: 12 (una parte de cemento y doce partes de tercio).

Algunos de los ejemplos más representativos de los edificios de esta etapa son: la Lonja del Comercio, el Cine-Teatro Fausto, el Capitolio Nacional, el Edificio Bacardí, el Centro Asturiano de La Habana, por solo mencionar algunos (ver anexo 1.1).

En la segunda mitad del siglo XX, posterior al triunfo de la Revolución (1959) se producen pocos ejemplos destacables de edificaciones en el Centro Histórico de la Habana Vieja. Fundamentalmente se construyen edificios multifamiliares y consultorios médicos mediante el uso del hormigón armado en las estructuras, muros y tabiques de bloques de hormigón o ladrillos y revestimientos de mortero de cemento portland, en las cubiertas se siguen empleando las terminaciones con sistema de enrajonado y soladura. Los materiales empleados son económicos y en su mayor parte de producción nacional: baldosas hidráulicas y terrazo para los



**Figura 2.16 (arriba)** \_ Hotel Inglaterra, 1856-1891

**Figura 2.17 (abajo)** \_

Casa de José Ricardo O'Farril (Actual Hotel Palacio O'Farril), S. XIX.



**Figura 2.18** \_

Palacio de la Marquesa de Villalba, 1879.

pavimentos, azulejos blancos en enchapes de baños y cocinas, carpinterías de aluminio, madera y vidrio. En su gran mayoría salvo algunas excepciones estos edificios no se integran de manera correcta desde el punto de vista de diseño arquitectónico con los edificios históricos preexistentes. En muchas ocasiones los edificios eran gestionados y construidos por las llamadas microbrigadas, fue un movimiento iniciado por la Revolución Cubana cuyo objetivo era que los propios trabajadores construyeran sus viviendas, consistía en que en un centro de trabajo determinado se conformaba una brigada que se separaba de sus funciones habituales para dedicarse a tiempo completo a construir sus propias viviendas y las de sus compañeros de trabajo que sí que permanecían en sus puestos habituales. Durante el período que duraban las obras los microbrigadistas percibían su salario tal y como si estuviesen en sus centros de trabajo. Los edificios construidos bajo este sistema en su mayoría adolecen de buenos diseños y ejecución por lo que a los pocos años de ser construidos ya presentaban patologías, en muchos casos de envergadura.

Algunos de los edificios más representativos de la segunda mitad del siglo XX en la Habana Vieja datan de la década de 1980, entre los que podemos mencionar: el Museo del Chocolate y viviendas en planta alta, el edificio de Muralla No. 213 (Empresa de Proyectos del Transporte), el de Oficios No. 301 (viviendas con servicios en planta baja) y el edificio multifamiliar de Aguiar No. 611, por solo mencionar algunos (ver anexo 1.1).

Producto al envejecimiento de las edificaciones y la falta de mantenimiento y pese a la voluntad de conservación, viene dándose el proceso natural de fin de la vida útil de muchas edificaciones (derrumbes, demoliciones) quedando espacios vacíos que es necesario llenar. Del pasado se destaca la armonía en la evolución tipológica de las edificaciones durante los siglos XVIII, XIX y principios del XX; sin embargo, de las intervenciones más contemporáneas son muy pocas las que logran integrarse de manera armónica con la ciudad existente.

Algunos ejemplos a destacar de intervenciones en años recientes son: la Iglesia Ortodoxa Rusa, la Universidad San Gerónimo de La Habana y el Emboque de Luz, por mencionar algunos, de estos edificios solo la Catedral Ortodoxa fue construida en su totalidad partiendo de un solar yermo, los otros dos ejemplos eran estructuras preexistentes que fueron rehabilitadas, en estas intervenciones ya se hace uso de materiales contemporáneos (hormigón, acero, vidrio, panelería ligera, sistemas de instalaciones: agua, electricidad, corrientes débiles, sistemas de detección de intrusos y contra incendios, etc.) , no obstante aún se siguen utilizando los muros de ladrillos revestidos con mortero de cemento portland como en el caso de la Iglesia Ortodoxa Rusa donde además se construyeron todas las bóvedas y cúpulas con ladrillo unidos con yeso de fraguado rápido (ver anexo 1.1).

## 2.2 | Caracterización de elementos estructurales (muros, cimentaciones, forjados, cubiertas y escaleras).

### 2.2.1 | Muros

La mayor parte de las casas en el siglo XVI estaban construidas con paredes de yagua o de embarrado y techo de guano. En el último cuarto del siglo comenzaron a construirse casas de albañilería en su versión más modesta: rafas, tapias y tejas. Las plantas de estas casas eran rectangulares y compactas con pocos aposentos y aparentemente sin patio. Quedando espacio en el solar para el corral y la huerta. En las casas de esquina se usaba la planta baja como tienda y encima de esta un cuarto esquinero (Weiss J. E., 1968). En todos los casos los puntales eran bajos 3 o 3,5 metros de altura. Ejemplos del tipo descrito de casas que aún existen son las de la calle Habana esquina a Paula y la de la calle Bernaza esquina a Teniente Rey (figuras 2.19 y 2.20, respectivamente).

En sentido general en el siglo XVI en las edificaciones civiles las paredes se construían con yaguas o tablas rústicas y en algunos casos con tapias (tierra mojada y apisonada entre moldes paralelos que oscilaban entre 1,40 y 1,60 metros de altura), cada tapia se remataba con hiladas de ladrillos, dos o tres, como enlace y nivelación. Las casas más importantes tenían muros de ladrillos asentados con barro o con mortero de cal y arena. La cal fue utilizada como aglomerante y por su función desinfectante desde el propio siglo XVI (de las Cuevas Toraya, 2001).

En las edificaciones militares y en algunas de las religiosas que comenzaron a ser construidas en este siglo se emplearon gruesos muros de sillares de piedra caliza conchífera asentados con mortero de cal (calicanto). La primera cantera que se explotó para extraer piedras en la villa habanera estaba situada en el extremo oriental del puerto, en este mismo lugar se construyó el primer horno de cal (de las Cuevas Toraya, 2001).



**Figura 2.19** (izquierda) \_  
Casa de la calle Habana esquina Paula (S. XVI).

**Figura 2.20** (derecha) \_  
Casa de la calle Bernaza esquina a Teniente Rey (S. XVI).

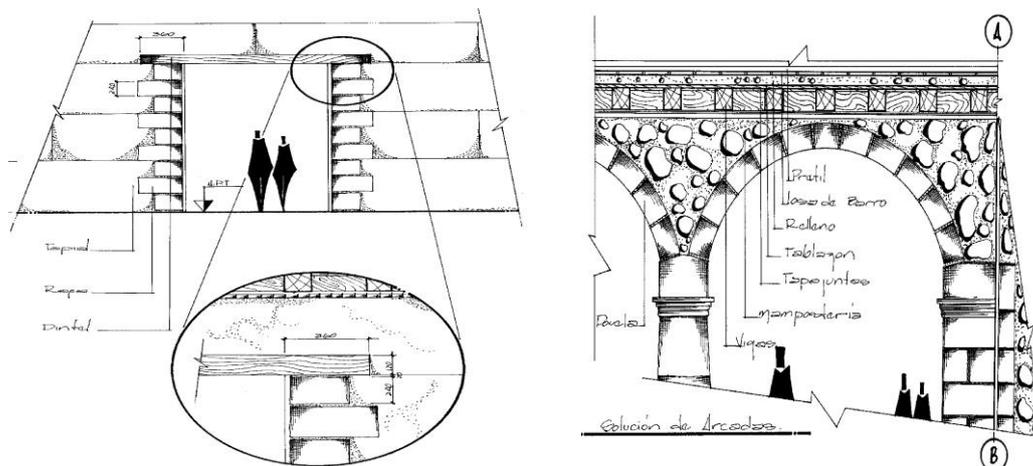
En el siglo XVII continúan empleándose las mismas técnicas y materiales para la construcción de los muros: tapias con refuerzos de ladrillos, pilares de refuerzo de piedra o ladrillos en los ángulos y a lo largo de los paramentos (rafas). En los documentos que aún se preservan se lee con reiteración que las casas eran de tapias y rafas, este era un sistema muy económico y rápido para la época, pero al tener poca resistencia exigía un gran espesor en los muros (de 60 a 80 centímetros).

En la parte superior de los muros se colocaban gruesos tablones (soleras) sobre los que se colocaban las vigas de los techos o alfarjes, permitiendo la distribución uniforme de las cargas. Se logra reducir de 0,15 a 0,20 metros los espesores de los tabiques interiores

mediante el empleo de la técnica de construcción de una armazón de postes y tornapuntas de madera que interiormente se rellenaba de cascajos y argamasa.

Como elemento superior en los vanos se utilizan varios métodos: el dintel o arquitrabe, el arco de medio punto (semicircular), el arco rebajado (carpanel), el arco trilobulado y el arco capialzado. Las soluciones más encontradas son el arquivado y el arco de medio punto (figuras 2.21 y 2.22).

Regularmente se construían pilares cuadrados o rectangulares para sostener arcos o arquitrabes, era poco frecuente el uso de la columna exenta, los capiteles y las bases de estas se conformaban con ladrillos cortados y terrajeados (Weiss J. E., 1968).



**Figura 2.21 (izquierda)** \_ Solución de dintel o arquitrabe.  
**Figura 2.22 (derecha)** \_ Solución empleada en las arcadas.

Los muros en el siglo XVIII seguirán siendo de piedra caliza conchífera de grano grueso extraída de los arrecifes del litoral habanero. No es hasta finales del siglo XIX que se abren la cantera de Jaimanitas y luego la de Capellanías, que se comienza a explotar a principios del siglo XX. En las edificaciones más sencillas se sigue utilizando las tapias y rafas al igual que en el siglo anterior. Las construcciones más sólidas se ejecutaban con mampostería ordinaria, esto consistía en la utilización de bloques de piedra sin escuadrar que se colocaban con los cantos ajustados unos con otros de manera que quedasen la menor cantidad de intersticios posibles, luego los que quedasen se rellenaban con ripios y mortero.



**Figuras 2.23 y 2.24** \_

*Paramento exterior del Convento de San Francisco de Asís. Manchas de humedad, depósito de suciedad en los poros de la piedra, crecimiento de plantas parásitas, moho, erosión, etc.*

Estos muros podían ser continuos o ser contruidos solo en los extremos con piedra y en el centro se utilizaba tapial. También se empleaban los muros de piedra a escuadra (sillería), las piedras más grandes tenían 60 por 25 centímetros, la construcción de estos muros estaba limitada a las construcciones militares, religiosas y a edificios públicos, muy pocas casas presentan muros de este tipo. Los espesores de todos estos muros oscilaban entre 50 y 80 centímetros, por lo que la distribución de las plantas se veía limitada debido a que estas estructuras debían ser corridas y los muros, por su gran peso debían coincidir en todos los niveles, hecho que hacía rígidas las distribuciones interiores.

Todos los muros estaban enfoscados, estos revocos de cal le aportaban una protección contra los agentes atmosféricos además de mejorar la estética del acabado pues como ya se ha dicho en su mayoría estaban hechos de mampostería ordinaria que sin revestir presenta un aspecto desaliñado, los muros de sillería y las portadas con decoraciones también se revestían con morteros de cal de grano fino que se adherían al poro grueso de la piedra y permitía perfilar de mejor manera las aristas y perfiles de los elementos decorativos.

En los interiores era común pintar cenefas decorativas de 1,20 metros de altura o más, con dibujos geométricos y botánicos, en ocasiones se utilizaban plantillas, pero también existen muchos realizados a mano alzada. También era usual encontrar franjas pintadas alrededor de las puertas y ventanas. Estas pinturas murales se han encontrado no solamente en casas de siglo XVIII, sino también en algunas las del XVII (Weiss J. E., 1978).

En el Centro Histórico de la Habana Vieja hoy se pueden encontrar muchas edificaciones con muros de sillería expuestos, estos en la gran mayoría en sus orígenes estuvieron revestidos con morteros de cal y pintados. La expresión actual de estas fachadas las adquiere en la década de los años veinte y principios de los treinta del siglo XX, luego de que se realizaran intervenciones de restauración a estas edificaciones.

Se retiraron los revoques y enlucidos no solo en las fachadas exteriores de los inmuebles sino también en los interiores. Estas acciones se llevaron a cabo siguiendo las tendencias europeas de la época que consideraban que la expresión pétreo les daba un carácter romántico, de mayor antigüedad y monumentalidad a las edificaciones históricas.

Fragmentos de recubrimientos y enlucidos hallados durante labores de investigación histórica corroboran este hecho, además de información gráfica y fotográfica disponible. Se puede afirmar que estas acciones han sido perjudiciales para las edificaciones ya que dado lo poroso de las piedras se favorecen los procesos patológicos asociados a los agentes atmosféricos y bióticos fundamentalmente (ver anexo 1.2.1).

En el siglo XIX en la Habana continúan construyéndose los muros de mampostería y de piedra fundamentalmente, aunque también se utilizan los ladrillos, sobre todo en el último tercio del siglo gracias al establecimiento de algunos tejares en la ciudad. El desarrollo de la industria de los materiales de construcción y el comienzo de la explotación de nuevas canteras de piedras de mejor calidad hacen que puedan ser disminuidos los espesores de los muros a 50 o 60 centímetros.

A principios de siglo los muros de sillería eran revestidos con mortero de cal y arena, la labra de los sillares era tosca por lo que los albañiles debían darle terminación a las juntas, jambas y capiteles.

En la Habana de la época sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XIX se comienzan a explotar varias canteras de piedra: en las cercanías del Morro, en Guasabacoa, en el barrio de Jesús del Monte, en el Cerro, en el Vedado, en Puentes Grandes, por solo mencionar algunas. La piedra de Puentes Grandes era muy apreciada por los albañiles por ser una caliza blanca, de grano fino y fácil de despuntar y carear en el propio andamio, con mucha más calidad que las rocas costeras (de las Cuevas Toraya, 2001).

También por la época existían varias caleras en el Vedado y a la orilla del Río Almendares, se abren también varias marmolerías y el tejar Capdevila. Todo este auge productivo propició el desarrollo de las construcciones en la Habana de la época.



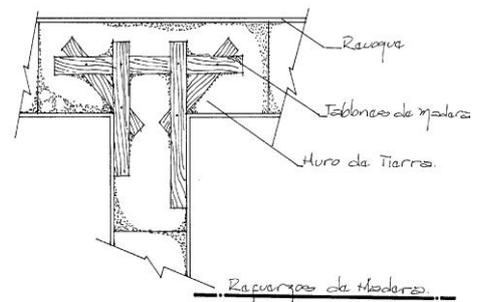
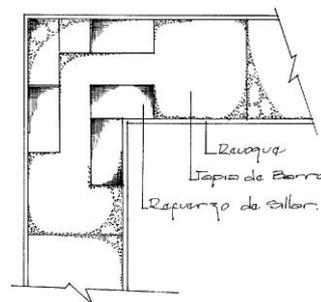
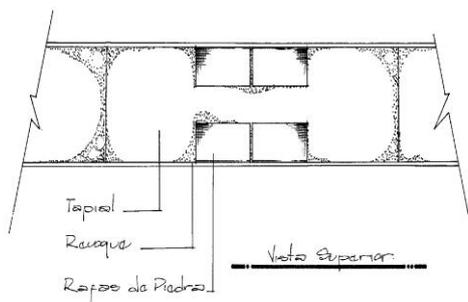
**Figuras 2.25**  
Muro de tapial descubierto durante la ejecución de obras de restauración. La Habana Vieja (s/i).



**Figura 2.26** (izquierda) \_ Muro de tapia con verdugadas de ladrillos: Empedrado entre Aguiar y Cuba  
**Figura 2.27** (derecha) \_ Muro de tapia: La Habana Vieja (s/i)



**Figura 2.28** (izquierda) \_ Muro mixto: Calle Sol entre Aguacate y Compostela.  
**Figura 2.29** (derecha) \_ Muro de mampuesto: La Habana Vieja (s/i).



**Figura 2.30 y 2.31** \_ Solución de refuerzo de muros (tapias y rafas).

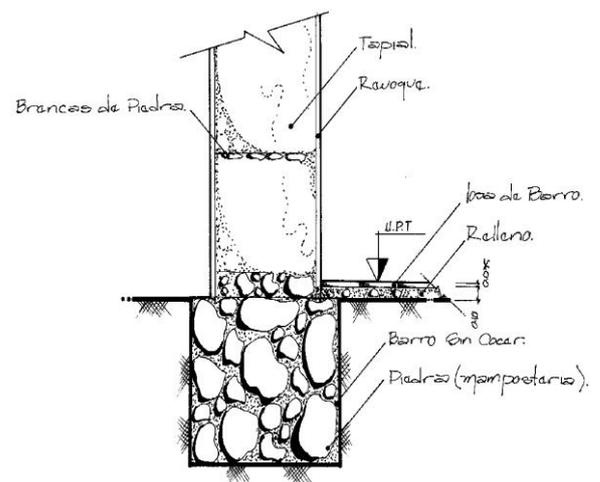
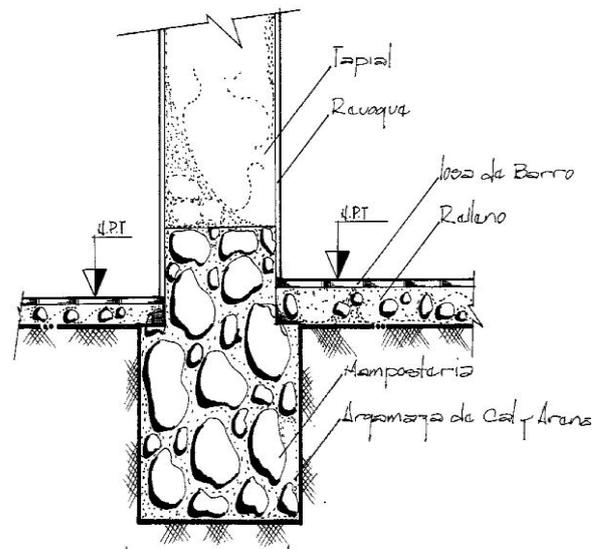
**Figura 2.32** \_ Solución de refuerzo con madera en muros de tierra.

### 2.2.2 | Cimentaciones

En la Habana Vieja el suelo tiene una conformación fundamentalmente rocosa. En sentido general es heterogéneo, en su composición los mayores volúmenes están ocupados por rocas calcarenitas, calizas, algo de arcilla y otros materiales disgregados. Por la cercanía del mar, el manto freático está a muy poca profundidad, lo que junto a la permeabilidad de la composición del terreno provoca patologías por ascensión capilar en la mayor parte de las edificaciones (Chavez Hdez., Broche Lorenzo, & al., 2012).

Dada la antigüedad de las edificaciones de la Habana Vieja, no encontramos soluciones de cimentaciones con protección de los muros ante la acción del agua, no existía normativa al respecto. En las catas que se han podido realizar en algunos edificios, se han observado que las soluciones de cimentación en las edificaciones del Centro Histórico, de los siglos XVI hasta el XIX, son como las que se muestran en las figuras 2.34 y 2.35, es decir zapatas corridas que oscilan entre 1 a 2,5 metros de profundidad, con anchos de hasta 2 metros, compuestas por hormigones ciclópeos de cal y arena, que en algunos casos contenían barro sin cocer.

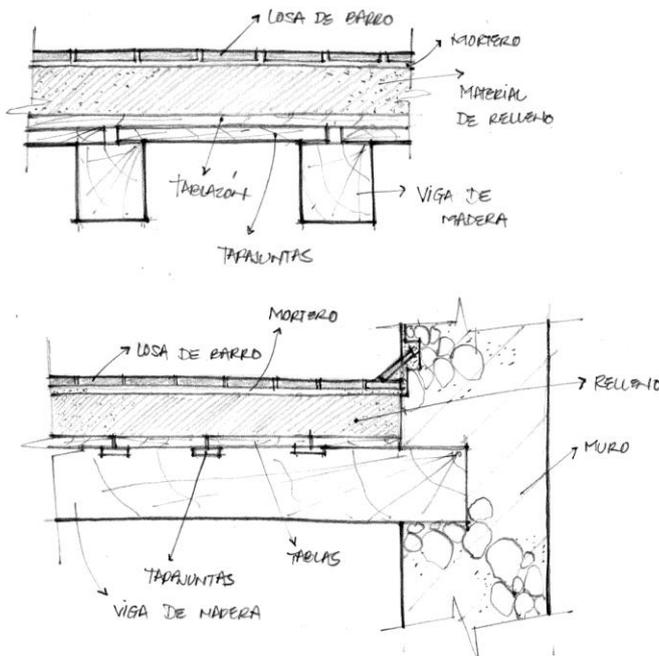
Encima de estos hormigones primitivos se comenzaban a construir directamente los muros de los edificios. Dada la permeabilidad de las rocas utilizadas para la elaboración de estos hormigones (calizas) y de la propia cal utilizada como aglomerante, el aporte de agua por capilaridad a los muros es directo.



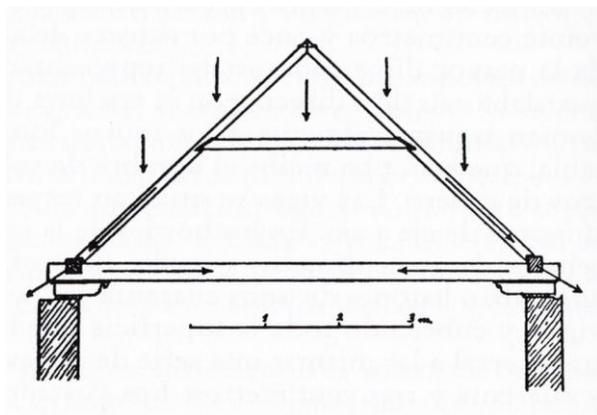
**Figuras 2.33 y 2.34\_ Soluciones típicas de cimentaciones en las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja (desde fines del siglo XVI al XIX).**

### 2.2.3 | Forjados y techos

Los techos de las primeras construcciones cubanas (indígenas), el bohío de planta rectangular y el caney de planta circular, con cubiertas inclinadas y cónicas, respectivamente, eran enteramente vegetales (ver anexo 1.2.2). Una estructura ligera de ramas entrelazadas era recubierta con hojas de palma en forma de abanico (guano), este tipo de cubiertas fue asumido al inicio por los españoles en la construcción de las cubiertas durante el siglo XVI y poco a poco fue sustituyéndose por otras cubiertas de madera y tejas muy sencillas en sus inicios. Se cree que ya a principios del siglo XVII se comenzaron a construir los alfarjes (estructuras de cubiertas inclinadas más resistentes y con una mayor elaboración) de ascendencia mudéjar. En las casas de dos plantas se cubría la primera con forjados de vigas y tablas de madera (viga y tablazón), planos y horizontales.



**Figura 2.35\_** Secciones características de los forjados planos (viga y tablazón).



**Figura 2.36\_** Estructura funcional de los alfarjes

estriados. Encima de las tablas se colocaba el enrajonado de cascajo o tierra apisonada y sobre este el pavimento que solía ser de losas de barro o ladrillos. En las casas más pobres simplemente se extendía sobre el enrajonado una capa de mortero de cal y arena (ver figura 2.35).

Los techos en las plantas altas eran los que se conoce como alfarjes de tradición mudéjar. Atendiendo a las condiciones específicas imperantes en la isla en este momento histórico, los techos tenían un diseño simplificado sin una decoración tan profusa como sus referentes mahometanos, pero en cuanto a las técnicas constructivas, el dominio que demuestran los carpinteros hispano-cubanos es indiscutible. Este tipo de techos se sigue construyéndose hasta mediados del siglo XIX.

En algunas iglesias del siglo XVIII se construyen bóvedas y cúpulas de albañilería, que se hacen más frecuentes durante el siglo XIX. En las construcciones civiles se siguen utilizando los alfarjes hasta mediados del siglo XIX, época en que se comienzan a emplear cubiertas planas de madera, que en los interiores llevaban cielos rasos de yeso decorados, estos iban fijados a las estructuras de los techos mediante listoncillos de madera. También en la segunda mitad del siglo XIX, al comenzar a escasear la madera, se sustituyen las tablas en los forjados y cubiertas por losas de cerámica surgiendo de esta manera la variante de forjado conocida como “losa por tabla” (Weiss J. E., 1978).

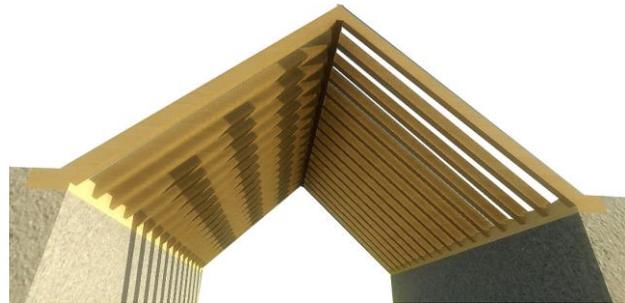
De especial interés para el presente trabajo son los forjados y cubiertas construidos con madera, por ser los más encontrados en las edificaciones del Centro Histórico habanero. La madera se usó profusamente en la construcción de techos, galerías y balcones desde el siglo XVII. Los carpinteros criollos ya en esta época eran muy experimentados gracias al adiestramiento recibido en la construcción de barcos. En las casas de dos plantas la planta baja se cubría con un forjado de vigas de madera con sección tendente al cuadrado, una sección muy usual era 18 x 20 centímetros con un espaciado entre vigas de 30 centímetros. En sentido transversal a las viguetas se colocaban tablas, en las uniones de estas tablas por debajo se colocaban listones también de madera llamados tapajuntas, estos solían ser moldurados o

El alfarje que más encontramos en la villa es el llamado de **par y nudillo**, utilizado ampliamente en las construcciones civiles y militares, este tipo de alfarje está constituido por vigas inclinadas (pares) que se unen a determinada altura con otras vigas horizontales (nudillos), el ángulo superior se oculta con un plano de madera llamado almizate o harneruelo y los planos rampantes llamados faldones. De la época se conservan alfarjes de dos, cuatro y ocho faldones, estos últimos eran muy empleados en los cuartos esquineros de las casas y en el presbiterio de las iglesias, ya que por sus formas geométricas asemejan una cúpula de madera.

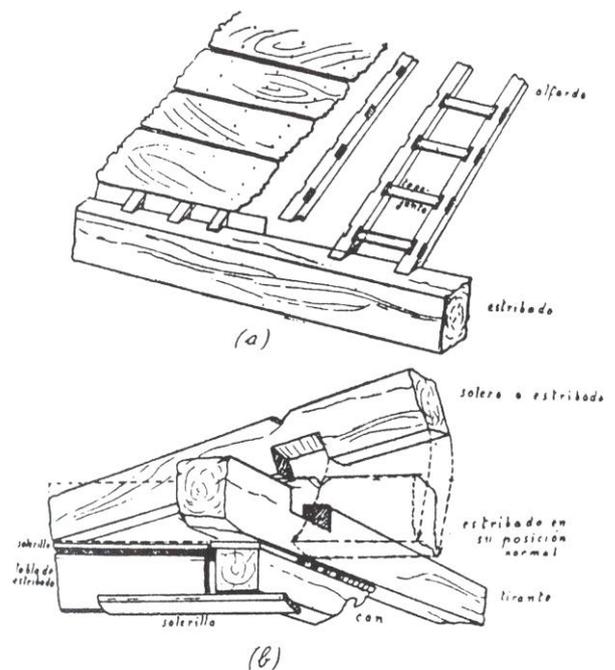
Estos techos se apoyaban sobre las soleras, gruesas vigas colocadas perimetralmente sobre los muros (entibado) y luego se arriostraban transversalmente con otras vigas, llamadas tirantes, estos podían ser simples o dobles (pareados). En los ángulos se colocaban otras vigas de arriostre diagonales llamadas cuadrales, quedando de esta manera totalmente estable la estructura, minimizando la transmisión de esfuerzos a los muros.

En el harneruelo, entre los tirantes pareados y en los triángulos conformados por los cuadrales y las soleras, es donde se concentran las decoraciones, las figuras son discretas y geométricas. Los pares y el friso (arrocabe) alrededor de las soleras suelen también tener decoraciones, pequeñas tallas, dentro de las que predomina una sucesión de bloquecillos (billetes) en la moldura del cuarto bocel. En los apoyos de tirantes y cuadrales es común hallar ménsulas empotradas en los muros, que también es común encontrarlas en los ángulos o colocadas de forma rítmica a lo largo de los muros con una mera función decorativa, esta práctica es muy particular de la arquitectura colonial cubana ya que no se encuentran soluciones como estas en los techos mudéjares o en las imitaciones realizadas en otros países de Latinoamérica (Weiss J. E., 1968).

Estas ménsulas o canes, piezas colocadas debajo de los tirantes, en su variante estructural sirven para disminuir la luz libre y aumentar el área de apoyo en los empotramientos.



**Figura 2.37** (arriba) \_ Estructura de cubierta de parhileria.  
**Figura 2.38** (abajo) \_ Estructura de cubierta de par y nudillo.



**Figura 2.39** \_ Manera de estructurar los alfarjes

Como se ha dicho anteriormente los tipos de alfarjes más encontrados son los de par y nudillos, pero encontramos también otras variantes de alfarje de dos, cuatro y hasta ocho faldones a continuación, se describen algunas de estas soluciones presentes en la Habana.

Entre los techos de alfarjes a dos aguas está el tipo de **par hilera** conformado por una viga situada en la parte superior de la estructura, a esta pieza van unidos los pares o alfardas y sobre ella se forma el caballete o cumbrera. En la vertiente de dos aguas se le llama **parhilera sobre piñones**, las correas se apoyan directamente sobre los muros.

En la otra variante está el de **parhilera** con lima bordón, pieza que une dos faldones y sirve de apoyo a los pares cortos de las estructuras, en esta solución resultan cuatro faldones, dos grandes y dos pequeños.

El alfarje de **par y nudillo** se conforma de igual manera que el de **parhilera**, pero con unas piezas horizontales (nudillos) unidas aproximadamente a dos tercios de la longitud de los pares, uniendo una pareja de alfardas, impidiendo de esta manera el pandeo de estas piezas en armaduras de grandes dimensiones. Es común encontrar un tablero decorado o no cubriendo los nudillos, esta pieza se conoce como harneruelo o almizate (ver anexo 1.2.2).

En los alfarjes de mayores dimensiones se incluían tirantes o llaves, vigas horizontales que arriostran los pares formando un triángulo y contrarrestan los empujes que se producen en las soleras. Es frecuente además encontrar en alfarjes de **parhilera** una pieza plana en forma de tablero de madera que cubre por debajo la unión entre las alfardas e hilera y entre cuadrales y soleras, a esta pieza se le conoce como tapacete.

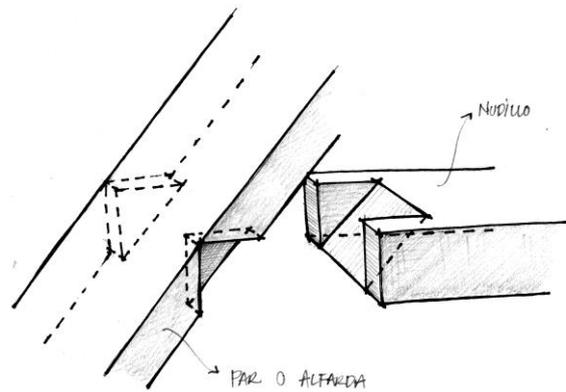


Figura 2.40\_ Croquis de unión del par y el nudillo.

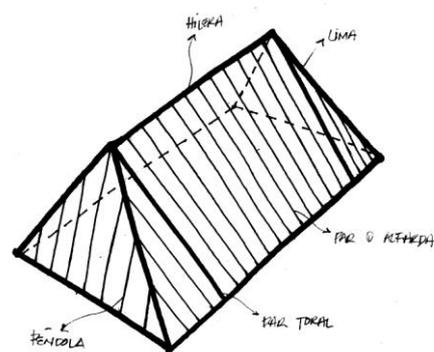
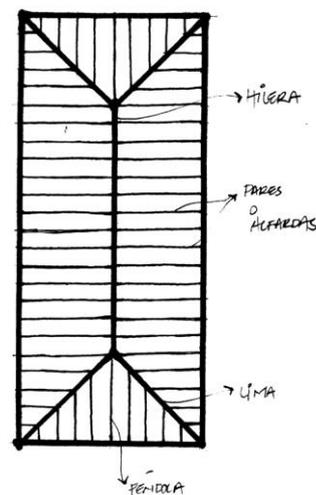


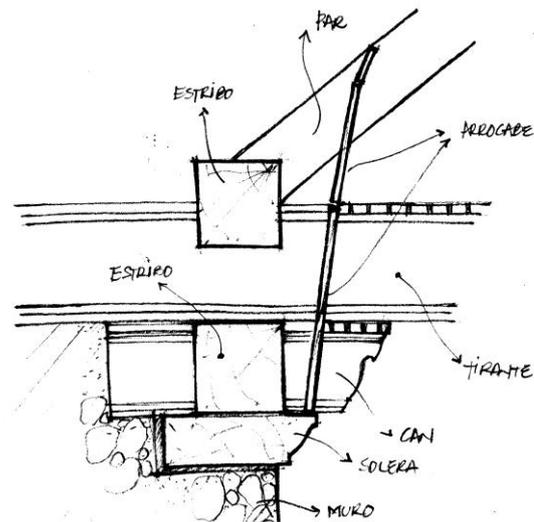
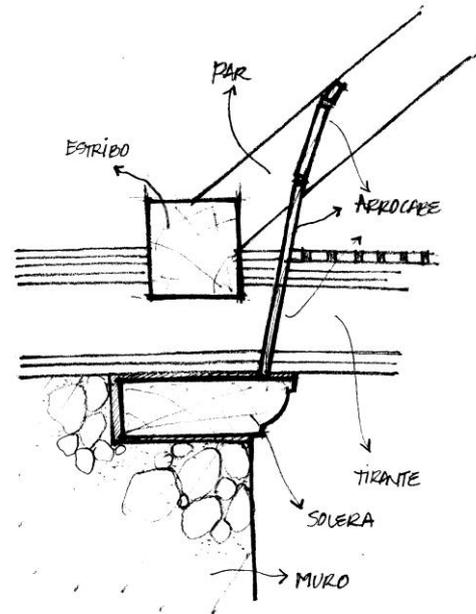
Figura 2.40a y 2.40b\_ Esquema de estructura del alfarje de parhilera (planta y 3D).

Otra variante de los alfarjes de **par y nudillo** son las llamadas armaduras con **lima mohamar** que son aquellas donde los faldones sufren un cambio o inflexión en su desarrollo al nivel de los nudillos, las vigas en este tipo de armadura no están conformadas por una sola pieza continua lo que permitía que se ensamblaran antes de ser montadas.

Otro tipo de alfarje o armadura de pares es el conocido como de **par y nabo** (ver figura 2.46), es una variante del de **parhilera**, pero no posee este último elemento. Se conforma una especie de pirámide de base cuadrada o rectangular donde todos los pares se apoyan en el extremo superior en una pieza única de geometría circular o poligonal llamada nabo. Los esfuerzos en este tipo de estructura se anulan en un punto de la cumbrera y no en una línea como es el caso de los de **parhilera**.

En este tipo de techos también aparece el tapacete, también llamado cruceta, que es un tablero que cubre por debajo la unión entre el nabo y los pares o alfarjas (ver anexo 1.2.2).

Para recibir los esfuerzos de los tirantes se colocaban unas vigas encima de estos llamadas estribos, estos reciben la carga transmitida por los pares que a su vez transmiten uniformemente las cargas a las soleras o durmientes, viga colocada horizontalmente en todo el perímetro sobre los muros, elementos encargados de transmitir los esfuerzos de las armaduras a los muros.

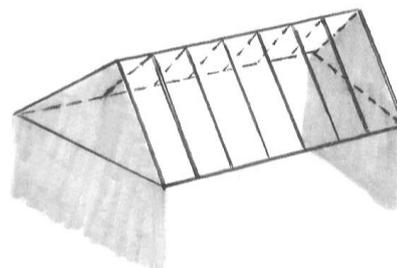
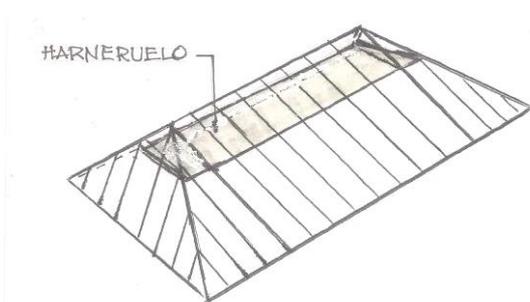
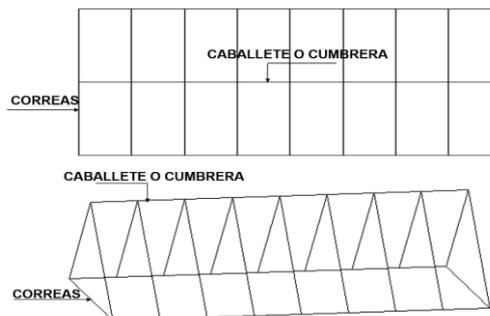


**Figuras 2.42 y 2.43\_**  
*Sección del arranque de los alfarjes. Simple y doble estribado, respectivamente.*

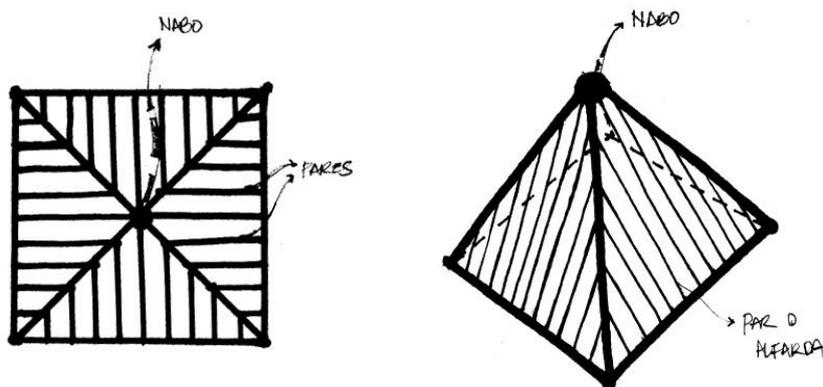
Por último, destacan las **armaduras ochavadas o cupulares** (ver figura 2.47), alfarjes de planta cuadrada o rectangular compuestos por ocho faldones, en las esquinas para logran el paso de una base de cuatro lados a una cúpula ochavada, quedan unos triángulos planos o alabeados llamados pechinas. La unión de los pares en la cumbrera se produce en una pieza llamada nabo y se les llaman pares torales a las alfarjas centrales de cada uno de los ocho faldones.

Como se ha mencionado anteriormente los techos de alfarjes dejan de construirse en La Habana a mediados del siglo XIX, etapa en que las cubiertas comienzan a ser planas, los techos planos se emplearon en los siglos precedentes en las plantas bajas de los edificios civiles y domésticos y en casos aislados como cubiertas en galerías de las plantas altas de algunas casas y partes secundarias de las iglesias. En el siglo XIX

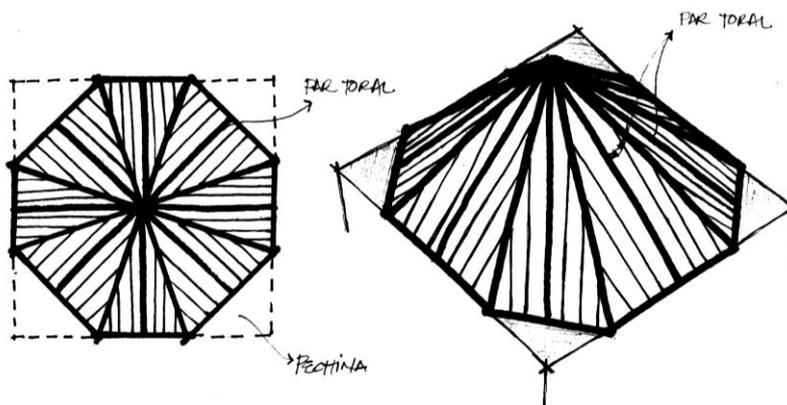
sufren una variación, con el sistema conocido como **losas por tablas**, muy similar al de viga y tablazón pero que en lugar de colocarse tablas encima de las vigas se colocan losas de cerámica (similar a figura 2.35, pero las tablas se sustituyen por losas de barro). Esta variación viene aparejada con la generalización de los cielos rasos de yeso con profusas decoraciones (artesonados) en los salones principales de los edificios, algunos de ellos muy suntuosos como los del Palacio Aldama (Prat Puig, 1947) (ver anexo 1.2.2).



**Figura 2.44** (izquierda)\_ Esquema de alfarje de par y nudillo con harneruelo  
**Figuras 2.45a; 2.45b y 2.45c** (derecha)\_ Esquemas de alfarje de parhilara sobre piñones (planta y 3D)



**Figura 2.46**\_ Esquema de alfarje de par y nabo.



**Figura 2.47**\_ Esquema de alfarje ochavado o cupular.

## 2.2.4 | Terminaciones de cubiertas

Como se ha dicho anteriormente al llegar los españoles a la isla utilizaron como solución de terminación de las cubiertas de los edificios, el guano de la palma, siguiendo la tradición de los indígenas. Weiss escribió refiriéndose a este tema:

La Habana comenzó siendo una población de bohíos de yaguas y guano.....- en la reconstrucción que sigue al saqueo de Sores<sup>1</sup>- se empezó a emplear la tapia y la madera en las paredes y la madera y la teja en las techumbres (Weiss J. E., 1968 p.25).

Es decir que el proceso fue paulatino, a partir de la segunda mitad del siglo XVI, se comienzan a sustituir los techos de guano por los de tejas curvas de barro cocido (tejas criollas). Durante todo el siglo XVII continuó utilizándose esta solución para terminar los techos de los edificios. Los bordes exteriores o aleros de estas cubiertas inclinadas podían ser corridos, en forma de tejazoz (varias hileras de tejas voladas), con tejadillo (forma algo compleja de construir pequeñas cubiertas aisladas para proteger balcones, puertas o ventanas exteriores) o con tornapuntas (la cubierta puede volar más gracias a estos elementos, pequeñas viguetas sobresalientes en los muros), entre otros (Melero Lazo & Dunn Marqués, 1995).

Durante el siglo XVIII siguen predominando las tejas de barro sobre cubiertas de alfarjes como solución para los techos de las edificaciones. A finales de este siglo comienzan a construirse techos planos de vigas y tablones de madera encima de los que se extiende un grueso enrajonado y encima se colocaban losas de barro cocido (de las Cuevas Toraya, 2001).

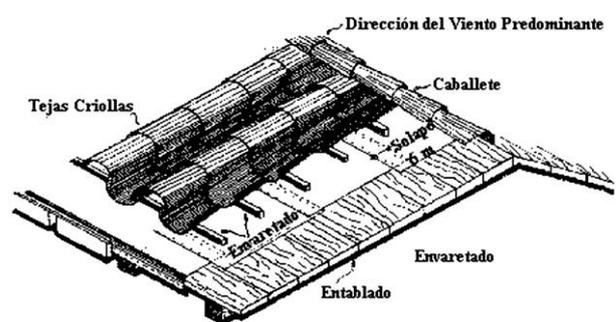
Esta solución continúa empleándose durante el siglo XIX, es a partir de la segunda mitad de este siglo que se comienzan a sustituir las tablas, en el tipo de cubierta de viga y tablazón, por losas cuadradas de cerámica de 40 ó 45 centímetros de lado. A esta variación se le conoce como losas por tablas. En sus inicios eran las losas de barro cocido empleadas en las cubiertas eran de 20 x 20 centímetros colocadas a junta corrida, más tarde las dimensiones de las losas serán de 14 x 28 centímetros y el modo de colocación empleado es el conocido como *a diente de perro* (ver figura 2.52).



**Figura 2.48\_**  
Terminación de alero en forma de tejazoz



**Figura 2.49\_**Recolección de aguas con bajantes y canales pluviales

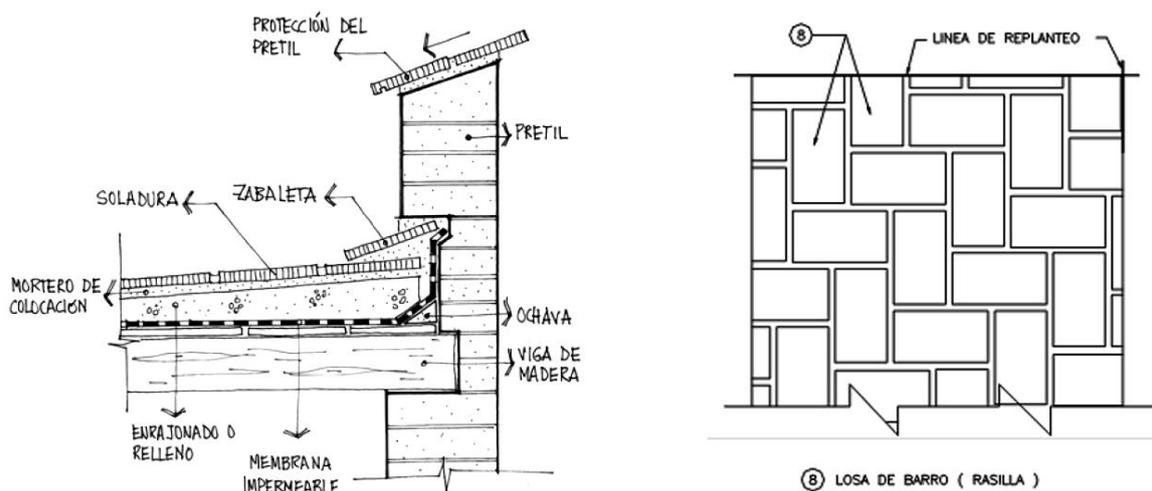


**Figura 2.50\_**  
Detalle de forma de colocación de las tejas criollas.

<sup>1</sup> El ataque del corsario Jack de Sores a la Habana se produce el 10 de julio de 1555.

La composición del enrajonado en este sistema de cubiertas, conocido como *enrajonado y soladura*, es en sentido general como sigue, una parte de hidrato de cal y veinticinco partes de rajoncillo (piedras calizas blandas fácilmente desintegrables, libres de materia orgánica y aproximadamente un 30 % de rocas gruesas de 50 a 70 mm) (Fernández Martín, 2015). Esta capa de material absorbe el agua cuando llueve y luego permite que se evapore cuando incide el sol sobre la soladura, es decir el sistema no es impermeable, es una capa que respira y para lograr este funcionamiento es imprescindible el uso de la cal.

Aún se utiliza este tipo de sistema en las edificaciones que se construyen hoy día en Cuba, con la introducción de algunas modificaciones como el uso de una membrana impermeable encima de la estructura de la cubierta, que queda debajo del enrajonado y permite que, si llueve mucho y el enrajonado está saturado, la humedad no pase a la estructura del edificio. Otra modificación a la solución es el uso del cemento portland en la elaboración del mortero de asiento de la soladura, pero siempre en porcentos muy bajos pues de lo contrario impediría la transpiración del sistema. Aún hoy el uso de la cal es imprescindible en este tipo de solución de terminación de cubiertas planas.



**Figura 2.51** (izquierda) \_ Detalle en sección del sistema de enrajonado y soladura (versión actual).

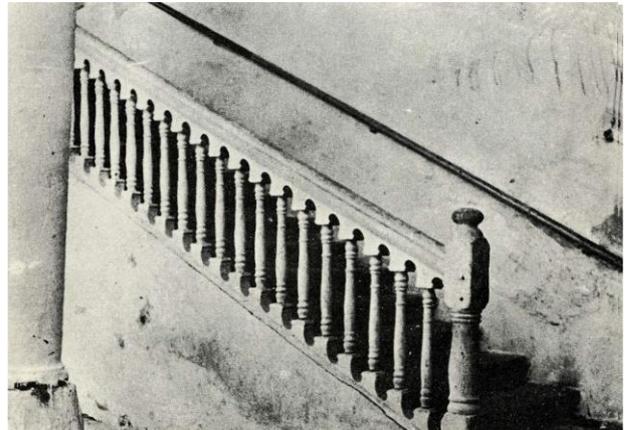
**Figura 2.52** (derecha) \_ Forma de colocación de la soladura a diente de perro.

## 2.2.5 | Escaleras

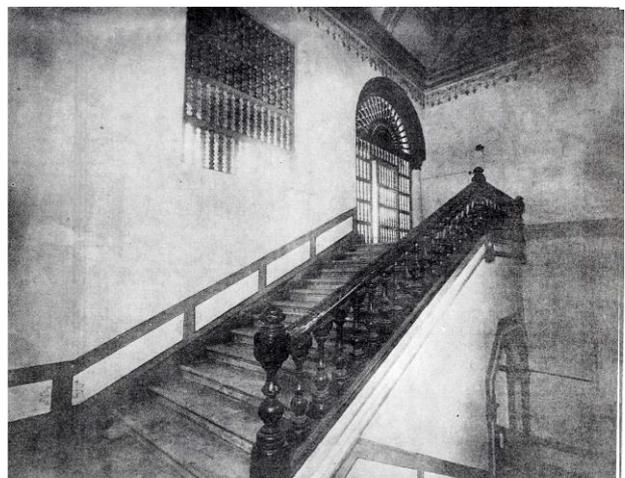
Al comenzarse a construir inmuebles de dos plantas surge un elemento capital: la escalera. En sus inicios, siglo XVII, fueron situadas en uno de los extremos anteriores de las galerías del patio, en este siglo las escaleras eran de dos ramas con pasos de piedras, barandas gruesas de madera y cancelas balaustradas en los desembarcos o los descansos (ver anexo 1.2.3).

En el siglo XVIII las escaleras continúan colocándose en las galerías del patio, aunque también encontramos algunos ejemplos de cajas de escaleras propiamente dichas con gran monumentalidad como la de la casa del Marqués de Arcos, el seminario Conciliar (figura 2.54) y en la Casa de Gobierno (ver anexo 1.2.3). Se construyen escaleras majestuosas de hasta 2 metros de anchura, y como los puntales son mayores en este siglo muchas veces las escaleras son de tres o cuatros ramas. Los escalones son de piedra moldurados en los bordes, las barandas son de madera con bases, pasamanos y balaustres de gran espesor. Se colocan rejillas de protección en los descansos o en los desembarcos. A finales de este siglo se comienzan a construir escaleras con pasos de mármol y barandas de hierro (Weiss J. E., 1968).

Ya en el siglo XIX la escalera adquiere un carácter protagónico en los edificios, con el auge en el uso de la herrería ornamental se produce una variedad asombrosa de diseños en barandas y rejillas. Dos palacios son vitales para el estudio de la arquitectura del siglo XIX: el palacio Aldama (ver anexo 1.2.3) y la Quinta Santovenia. El primero ubicado en la Habana Vieja y el segundo en el área suburbana del Cerro, núcleo urbano que no es de interés para el presente trabajo, pero si resulta vital mencionar esta residencia como un referente de la arquitectura de este siglo.



**Figura 2.53\_** Tramo inferior de la escalera de la Casa de la calle Tacón No. 4 (siglo XVII).



**Figura 2.54** (derecha arriba) \_  
Escalera del Seminario Conciliar de San Carlos y San  
Ambrosio (siglo XVIII).

**Figura 2.55** (derecha abajo) \_  
Escalera principal del Palacio Aldama (siglo XIX).

En resumen, se puede afirmar que la arquitectura colonial y vernácula habanera tiene tres períodos capitales: el hispano-mudéjar o prebarroco del siglo XVII, el barroco del siglo XVIII y el neoclásico del siglo XIX. En cada una de las etapas, lo esencial de la arquitectura cubana ha sido la capacidad de adaptación que tuvieron los arquitectos y constructores criollos de sintetizar y adaptar los referentes de la metrópoli a las condiciones específicas, físicas y humanas de nuestro país (Weiss J. E., 1968). Estas características de cada período se reflejan en todos los elementos de los edificios, escaleras incluidas. Los siglos XVII y XVIII con el desarrollo de la carpintería en blanco, la ebanistería y el uso de la piedra y el siglo XIX con el auge de los trabajos en hierro forjado y fundido y el empleo del mármol y el granito.

No es de interés del presente trabajo profundizar en la catalogación de cada uno de los tipos de elementos estructurales, funcionales y compositivos de las edificaciones coloniales habaneras sino dar una panorámica general de las características principales de estos con vistas a poder establecer criterios válidos para su conservación y mantenimiento.

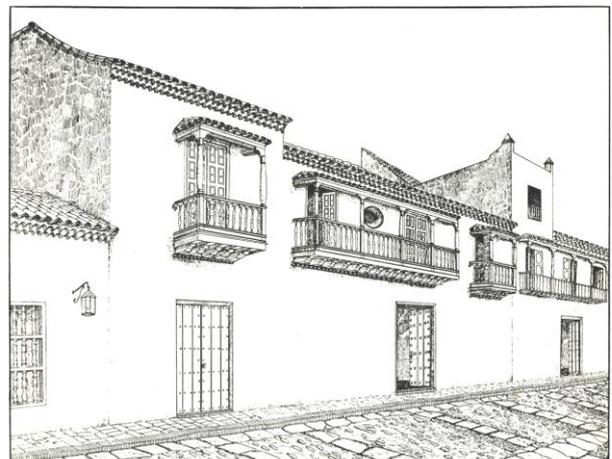
## 2.3 | Caracterización de elementos arquitectónicos, funcionales y compositivos

### 2.3.1 | Fachadas

En el siglo XVII las fachadas eran en su mayoría rectangulares cuya altura en las casas de dos plantas oscila entre las dos terceras partes y la mitad del ancho (ver figuras 2.56 y 2.57). Estas proporciones apaisadas se deben a los puntales más bajos que en las edificaciones más recientes y a la falta de entresuelo. Encima de los muros un tejado voluminoso que acentúa la horizontalidad, sin cornisa, en su lugar dos o tres hiladas de tejas ligeramente voladas (tejaroz).

En las habitaciones de las plantas altas había al menos una puerta o ventana al exterior, con vanos abiertos desde el piso, con balcones o rejas voladas. Estas aberturas permitían la entrada de luz y ventilación. En muchos casos tenían balcones esquineros corridos con tejadillos más bajos que el tejado general de las casas.

Este modo particular de abrir los espacios al exterior es una de las diferencias sustanciales que existen entre las casas habaneras y sus referentes moriscas, donde muchas veces la intención era aislar el edificio, volcarlo solo al interior. Esta modificación viene dada por la necesidad de adaptación de los edificios al clima cálido-húmedo imperante en el archipiélago cubano.



**Figura 2.56\_**  
*Fachada de la Casa de Obispo 117-119*



**Figura 2.57\_** *Fachada de la casa de la calle Tacón  
No. 4 esquina a Empedrado*

Las partes fundamentales de las fachadas de esta época: muros y tejados, su contraste, la distribución simétrica de los vanos, el ritmo de los balcones, los colores aplicados en los muros y en las carpinterías aporta a estas edificaciones un atractivo vernáculo, primitivo y único. Los tipos fundamentales de casas era como las descritas anteriormente de una o dos plantas, de centro de manzana o de esquina. En el segundo tercio del siglo XVII aparecen los portales delante de las casas que se encontraban en las plazas públicas, estas estructuras en sus inicios eran de madera, a modo de galerías. Presumiblemente postes y colgadizos de madera con tejas de barro (Weiss, 1968).

Según el autor Prat Puig las casas del siglo XVII habaneras imitan el modelo de las de la Baja Andalucía de la época, se copian algunos elementos como las grandes paredes de cantería o piedra conchífera de mucho espesor que favorecen el logro de una temperatura agradable en el interior de los edificios. La madera empleada toscamente al inicio les daba a los edificios un carácter duro, vernáculo y precario, los elementos ligneos eran toscos, sin tornear, ni alisar y no es hasta el siglo posterior que comienzan a perfeccionarse los trabajos en madera (Prat Puig, 1947).

Ya en el siglo XVIII los edificios responderán en terminos generales al estilo barroco, que no tiene el esplendor de los referentes hispánicos pues la piedra utilizada (caliza conchífera) no permitía lograr tallas elaboradas. Las ornamentaciones en La Habana son esquemáticas y geométricas, basadas en los motivos de la arquitectura andaluza.

Destacan los edificios con portales de arcadas de medio punto y columnas de ladrillos o piedra, son los inmuebles de frente de plaza lo que se benefician con estos espacios de transición, de protección ante el fuerte sol, espacios de sombra para contrarrestar las altas temperaturas y contribuir al logro del confort térmico en el interior de los inmuebles.

Los puntales serán mayores en esta época y aparece el entresuelo o mezzanine, que servía para albergar a la servidumbre, este elemento proporciona un cambio de proporción en las fachadas que se hacen más esbeltas, permiten además que el nivel inferior, las portadas, el zagúan y las galerías del patio tengan un puntal elevado equiparado a los aposentos de las plantas altas que servían de viviendas a las familias y por tanto contaban con altos techos (ver figuras 2.58 y 2.59).

Los balcones siguen estando presentes en las fachadas de los edificios (plantas altas) construidos en el XVIII, tuviesen portal o no. Son ahora balcones corridos, elementos que distinguen la personalidad de los edificios, casi durante todo este siglo, estos elementos



**Figura 2.58\_** Casa de Don Mateo Pedroso | Actual Palacio de la Artesanía



**Figura 2.59\_** Casa Aguilera | Actual Museo de la Cerámica.

serán enteramente de madera, las barandas con balaustres torneados, pies derechos columniformes soportando tejadillos. En la segunda mitad del siglo XVIII se introduce a la altura del primer forjado un cornisamento de piedra donde se apoyará la estructura del balcón y permite reducir las secciones de las viguetas de madera, favoreciendo el logro de un aspecto más acabado en los edificios. Ya a finales de este siglo la estructura de los balcones comienza a ser de barras cuadradas de hierro reforzadas por palomillas, las barandas también serán de hierro con diseños sencillos (Weiss, 1968).

El modelo del balcón criollo guarda una relación directa con las llamadas *solanas* del norte de España, utilizadas como su nombre lo indica para tomar el sol y los balcones interiores moriscos de Andalucía y Castilla, no obstante los balcones cubanos son elementos totalmente adaptados al clima de la isla, se abren al exterior, constituyen elementos importantes que aportan prestancia a los edificios y surgen para tomar la brisa y no el sol como es el caso de las anteriormente mencionadas *solanas* españolas.

El siglo XIX llega con la adecuación de las formas del Neoclasicismo español a las condiciones económicas, sociales y urbanas de la villa habanera. Mientras la arquitectura cubana del siglo XVIII solo constituye el perfeccionamiento de los esquemas del siglo precedente, el siglo XIX si llega con cambios y aportes radicales.

La desaparición paulatina de las cubiertas inclinadas de tejas dando paso a los techos planos cambia radicalmente la fisonomía de los edificios, que adquieren formas clásicas más o menos puras. Las puertas de entrada enmarcadas con molduras rectilíneas, pilastras y cornisas, en sustitución de las jambas retorcidas del siglo XVIII, en las plantas altas ventanas coronadas con pequeñas cornisas, balcones con barandas de hierro con variados diseños. El remate de los edificios será un pretil de albañilería o pedestales con copas y barandas de hierro intercaladas. Un ejemplo relevante de este tipo de arquitectura es la casa de Don José Ricardo O´Farril, de la calle Cuba esquina a Chacón (figura 2.17), muy representativa del modelo de edificio que proliferó en las estrechas calles de la Habana antigua del siglo XIX, casas sin portales, con planta baja para el portero, las cocheras, establos y a veces comercios o almacenes, entresuelo para las oficinas y los sirvientes de confianza, en algunos casos con sus familias y planta alta para los salones, aposentos y servicios de la familia (Weiss, 1968).

Algunos ejemplos significativos de este modelo en la Habana Vieja son la casa de Merced No. 120, la erigida por el Marqués de la Real Proclamación en calle Cuba esquina a Luz y la de Cuba esquina O´Reilly perteneciente a Don Joaquín Gómez, sin embargo es sin duda la mansión más importante de la Habana del siglo XIX, el Palacio Aldama, de muros y tabiques contruidos con sillares, rejas y barandas de hierro, una escalera señorial de mármol de Carrara y una decoración interior palaciega, aunque esta mansión se encuentra ya en la Habana de extramuros.

### 2.3.2 | Portadas



**Figura 2.60** (izquierda) \_  
Portada de la Casa de Tacón No.4 (S. XVII).

**Figura 2.61** (derecha) \_  
Portada de la Casa de la Obrapía (S. XVIII).

Uno de los elementos importantes a la hora de estudiar la evolución de la arquitectura colonial habanera son las portadas de los edificios, en las primeras décadas del siglo XVII eran lisas, sin jambas ni encuadramiento de particular diseño. Más tarde se comienzan a adornar con pilastras sencillas adosadas a ambos lados sosteniendo un entablamento de menos o mayor complejidad, no obstante, hasta bien entrado el siguiente siglo no se convierten en elementos protagonistas en las fachadas. Se puede decir afirmar que las primeras portadas habaneras son de un estilo toscano.

Ejemplos de estas portadas son las de la Casa de la calle Tacón No.4 (fig. 2.61), la de la casa de la calle Oficios No. 11 y la de la calle O'Reilly No.253 (ver anexo 1.3.1).



**Figura 2.62** \_  
Portada de la Catedral de la Habana (S. XVIII).

En el siglo XVIII las portadas adquieren un carácter muy relevante como elementos fundamentales para enmarcar los accesos principales a los edificios de acuerdo a la importancia de estos. El estilo barroco de ascendencia andaluza predomina y alcanza su máximo esplendor en el último tercio del siglo XVIII, los referentes de las portadas habaneras provienen de las portadas de Jerez, sin embargo, los constructores criollos que conocían profundamente las características y limitaciones de las piedras cubanas sustituyen las suntuosas columnas de las portadas españolas por pilastras mientras que las guarniciones son siempre de diseños variados y distinguen de manera especial a los edificios de la época.

De este período destacan las portadas de la Casa del Marqués de Aguas Claras, la de la Casa de la calle Bernaza esquina a Teniente Rey, la de la Catedral de la Habana (figura 2.62), la de la Casa de la Obrapía (figura 2.61) y la de la casa de la calle Amargura No. 56 por solo mencionar algunas (ver anexo 1.3.1).

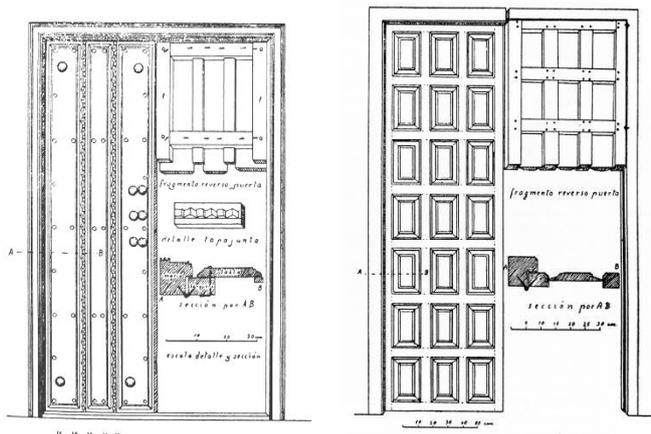
El neoclasicismo del siglo XIX elimina las curvilíneas guarniciones barrocas de las portadas que comienzan a ser más precisas con el empleo de los órdenes clásicos, los palacetes intramurales de este siglo se distinguen por sus elegantes proporciones generales, su monumentalidad, la preeminencia de los vanos

verticales distribuidos uniformemente en las fachadas. Tal es el caso de las portadas de la casa de Joaquín Gómez (figura 2.63), del edificio de la Maestranza de Artillería (figura 2.64), la casa de José Ricardo O´Farril, el Palacio del Marqués de Almedares, la Casa del Marqués de la Real Proclamación, por solo mencionar algunos.



**Figura 2.63** (izquierda) \_ Portada del edificio de la Maestranza de Artillería (S.XIX).  
**Figura 2.64** (derecha) \_ Portada de la Casa de Joaquín Gómez (S.XIX).

### 2.3.3 | Puertas, ventanas y rejas



**Figura 2.65** (izquierda) \_ Ejemplar de puerta clavadiza o “a la española”

**Figura 2.66** (derecha) \_ Ejemplar de puerta de cuarterones

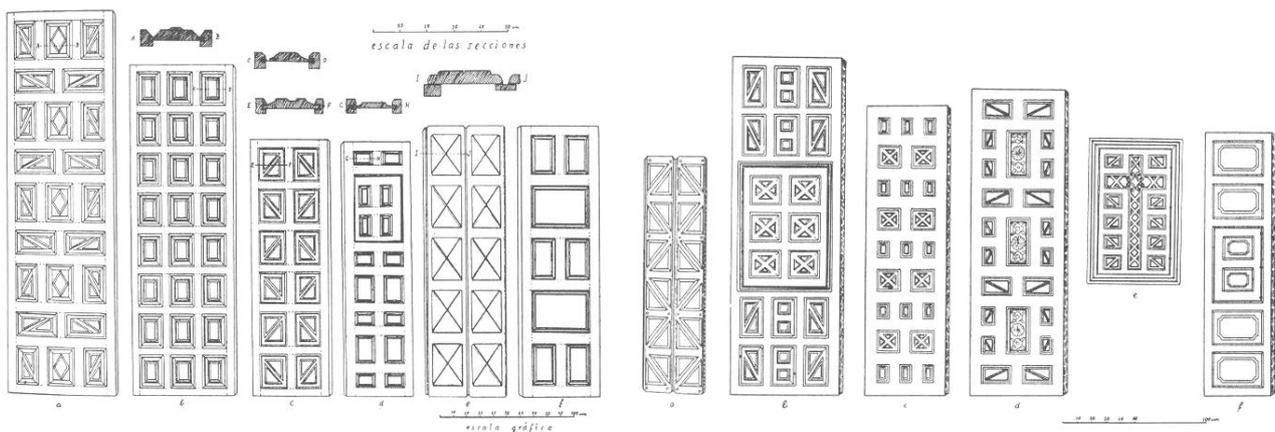
En el siguiente apartado se describen los tipos de soluciones más empleados en la arquitectura colonial cubana de puertas y ventanas de madera, además de las rejas elaboradas desde finales del siglo XVI hasta finales de XVIII también con madera y que luego pasan a ser de hierro forjado o fundido en el siglo XIX con gran variedad de diseños.

En el siglo XVII las puertas de entrada eran clavadizas o de tablero español como suele llamárseles, de dos hojas formadas por largueros y peinazos formando un bastidor al cual se le clavaban varias tablas de manera longitudinal, los clavos eran de hierro dispuestos de manera simétrica con cabezas en forma de rosetas que cumplían además una función decorativa. Las puertas giraban sobre pares de clavos de dos puntas uno se clavaba en la hoja y otro en el marco y entrelazados formaban una especie de bisagra rudimentaria. Algunas de estas puertas tenían tapajuntas entre las tablas

con molduras lisas o talladas con motivos sencillos. Aunque eran pequeñas, de menos de 3 metros de altura, algunas tenían postigos, es decir cada una de las dos hojas contenía una más pequeña para uso diario.

En los aposentos interiores se utilizaba estos mismos tipos de puertas, pero con diseños más rústicos o sencillos, en las habitaciones principales era común encontrar puertas de cuarterones, estructura de bastidor con tableros ranurados donde se insertan otros con motivos geométricos (rectángulos, rombos, triángulos) (figura 2.68), que en épocas posteriores son más complejos (rosetones, cruces, cuadrifolios) (figura 2.69). Estos dos modelos (el clavadizo y el de cuarterones) persisten durante la primera mitad del siglo XVIII (ver Anexo 1.3.2)

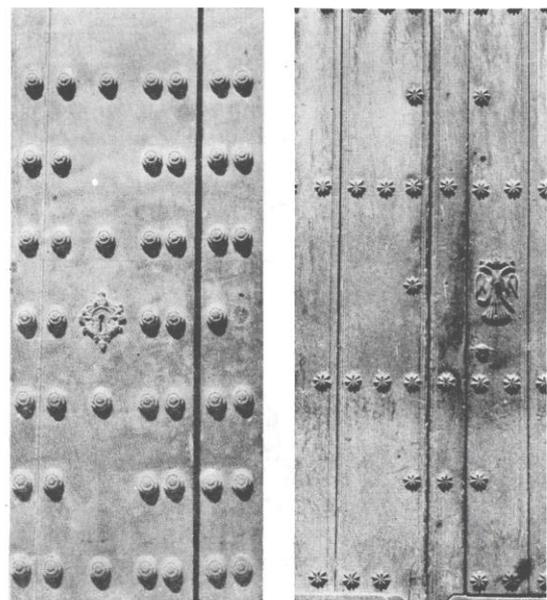
Las rejas eran todas de madera con un marco de tablas lisas dividido horizontalmente con balaustres torneados. Las exteriores eran voladizas y en el descanso de las escaleras siempre se colocaba una reja para proteger el piso alto de las casas (Weiss, 1968). (Ver Anexo 1.3.2).



**Figura 2.67** (izquierda)\_ Tipos de puertas de cuarterones cubanas.

**Figura 2.68** (derecha)\_ Puertas de cuarterones en la etapa final del período prebarroco.

En el siglo XVIII las puertas continúan siendo clavadizas o a la española, las tablas se fijan con clavos de hierro o bronce, que comienzan a decorarse con rosetas molduradas (figura 2.70), estas puertas son a partir de este siglo de mayores dimensiones debido a que los edificios tendrán mayores puntales, se hará entonces imprescindible el corte de un postigo de menores dimensiones, usado habitualmente dejando la apertura total de las hojas mayores solamente para dar entrada a los carruajes y en los casos de reuniones sociales. Las puertas interiores son paneleadas con recuadros mayores a las de cuarterones, sus lados son rectos y sus extremos cóncavo-convexos siguiendo las influencias barrocas.



**Figura 2.69**\_

Tipos de puertas clavadizas o "a la española"

piso y tienen rejas de madera. En las fachadas eran voladizas y estaban cubiertas por un sobradillo o tejeroz, este tipo de ventana volada fue desapareciendo en la Habana por entorpecer el paso en sus estrechas calles y las prohibiciones al respecto en las ordenanzas municipales, en algunas villas del interior del país se preservan algunas casas de la época con este tipo de carpintería. El empleo de la madera en rejas y barandas es otra característica que distingue la arquitectura barroca habanera de la andaluza de la misma época (Weiss, 1968).



**Figura 2.70\_**

*Carpintería interior de la Casa de José Ricardo O'Farril | Actual Hotel Palacio O'Farril (S. XIX).*

Las puertas y ventanas del siglo XIX serán por lo general lisas y rectas, de grandes dimensiones, dada la monumentalidad y los altos puntales de las edificaciones de este período. Aparecen como remate, sobre todo en las carpinterías exteriores de los pisos altos y en las interiores, las lucetas y vitrales con vidrios de colores. Las hojas de las ventanas comienzan a tener además de paños lisos, persianas o vidrios (figura 2.70).

Aparecen en esta etapa las mamparas de dos hojas de madera y vidrio en los interiores con un marcado carácter decorativo, es decir, las habitaciones tenían sus puertas altas (dos hojas) y además en el interior dos hojas (mamparas) de menores dimensiones. Estas tenían además de una función decorativa, la de limitar las visuales hacia el interior de los aposentos sin impedir el paso de la ventilación.



**Figura 2.71\_** *Carpintería y rejería de la Casa de la Marquesa de Villalba (S. XIX).*

Este siglo se caracteriza además por la introducción del hierro en la construcción de las casas habaneras, este se usa como estructura de los balcones, como barandas de estos y de las escaleras, se elaboran verjas de protección exteriores e interiores, con variados diseños (figura 2.71), no es raro encontrar además pilares de hierro fundido en las edificaciones del último tercio del siglo XIX. Una de las razones fundamentales de la sustitución de la madera por el hierro en los edificios habaneros fue la escasez de esta materia prima, producto a la tala indiscriminada para crear las grandes plantaciones de caña de azúcar y para ser empleada en la construcción desde el siglo XVI, a esto se suma la necesidad de los dueños de las ostentosas mansiones de proteger sus bienes, este proceso se ve favorecido por la industrialización, algo tardío de la España de la época. Vale destacar que los primeros hierros utilizados en la Habana serán importados desde diversos países como Inglaterra, Francia, Norteamérica, Alemania y Bélgica (Pérez Drago, 2008) (Ver Anexo 1.3.2).

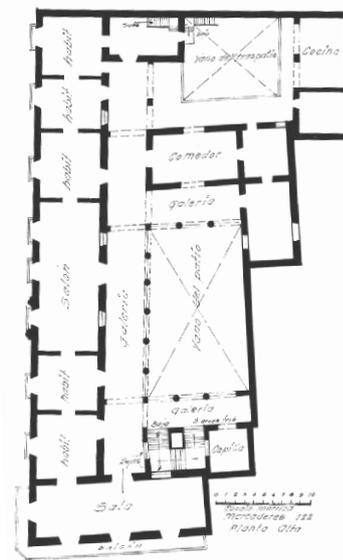
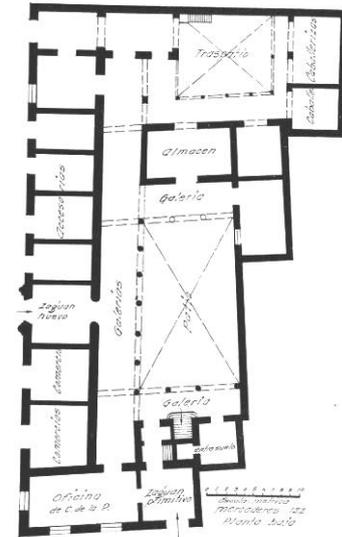
### 2.3.4 | Distribución en planta. El zaguán y el patio.

Pese a no ser interés primario del presente trabajo la caracterización y análisis de los aspectos funcionales, de distribución interior y locales importantes de las edificaciones coloniales cubanas, vale mencionar de manera muy general sus aspectos más significativos con vistas a tener criterios acerca de los valores de esta arquitectura, que nos permitan identificarlos y apreciarlos correctamente al momento de tomar decisiones e intervenir en este patrimonio.

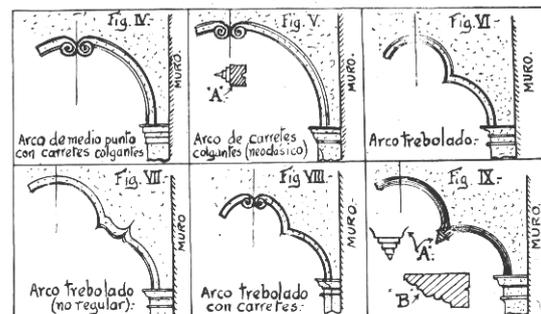
Las técnicas constructivas y materiales empleados a fines del siglo XVI y durante el XVII imponen a los constructores criollos ciertas restricciones compositivas y de distribución en planta. Los gruesos muros limitan la libertad por lo que las plantas al inicio son arcaicas, en sentido general las parcelas son rectangulares (largas y estrechas) con su menor lado a la calle, aunque también podían ser trapeziales. Se puede hablar de ciertas normas de distribución en el siglo XVII. La crujía exterior de 5 a 6 metros de ancho comprende la sala y otra perpendicular a esta, formando una L, está dedicada a las habitaciones y se extiende hasta el traspatio. En la intersección de las dos crujías se ubica el cuarto esquinero que reinterpreta las torres-miradores de la arquitectura morisca.

Se accede a través del zaguán, espacio de vestíbulo que en las casas criollas servía para guardar el coche o calesa, al igual que en sus referentes sevillanos. Este espacio comunica con el interior de las casas a través de un arco (de medio punto, rebajado o trilobulado), en este siglo el zaguán estaba en un extremo de la entrada y daba paso al patio a través de un paso en recodo, siguiendo la tradición morisca.

El patio constituye el centro, el corazón de los edificios habaneros, es el espacio que permite que las casas se ventilen, se iluminen y a través de él se circula. A diferencia de las edificaciones andaluzas donde solo aparece el patio en las casas reales y principales, en Cuba es un espacio imprescindible en todas las casas por modestas que fueran. La configuración de los patios es rectangular más o menos alargada y en las casas tienen galerías en sus lados cortos. El patio claustral (con galerías en sus cuatro lados) en este siglo solo se encuentra en los conventos.



**Figura 2.72\_**  
Plantas de la Casa de Calvo de la Puerta (siglo XVII).  
Planta baja\_ arriba  
Planta alta\_ abajo.



**Figura 2.73\_**  
Arcos de los zaguanes de las casas de siglo XVII.

En las casas señoriales del siglo XVIII la cantidad y amplitud de las habitaciones es notable respecto a la economía y estrechez de la vivienda moderna. Esto está asociado al nivel económico de las familias que las habitaban y al número de personas que convivían en estas mansiones. Ya en este siglo, desde la entrada de las casas, se observa el espacio interior, signo este visible de que la influencia hispano-romana desplaza en esta época a la hispano-mahometana.

El zaguán aparece ahora en el centro de la fachada o en una esquina, es el vestíbulo de la casa centrado con el patio y contiguo a él se sitúan las escaleras en la galería anterior del patio. En esta etapa el vano que comunica el zaguán con el interior de las casas tiene un trazado mixtilíneo (figura 2.73), con trazados muy variados (más de 60 tipos catalogados por el Arquitecto Abel Fernández Simón) (Weiss, 1968).

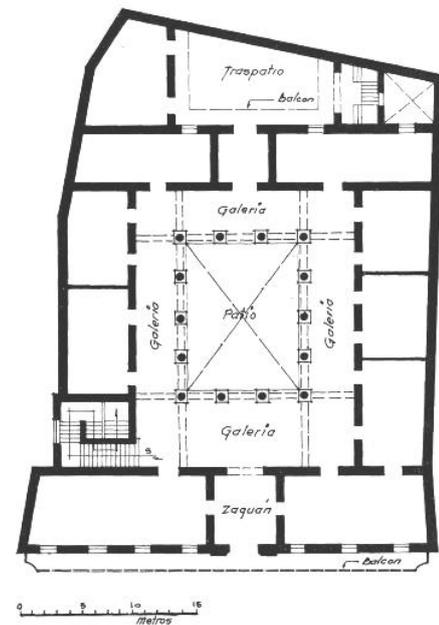
Ya en este siglo aparece el patio claustral en las casas, se sustituyen los postes de madera (pies derechos) por arcadas de piedra, por lo que estos espacios serán más sólidos y monumentales. El patio continuó siendo el elemento central de la distribución, alrededor de él se desarrolla la vida familiar y continuará siendo el principal agente de ventilación e iluminación en los edificios.

Como resumen del desarrollo de la vivienda colonial habanera la autora Ileana Pérez Drago afirma:

.....pasa entre los siglos XVII y XVIII por una evolución cuyas principales características son el gradual aumento de la escala y la definición funcional como casa-almacén.....en la segunda mitad del siglo XVIII.

La esencia de la distribución en planta es una constante. Aparecen varias tipologías, siempre teniendo el patio como elemento común. Ya sea central, lateral o incluso con traspatio, en definitiva, es el elemento estructurador y climatológicamente indispensable para lograr una trama compacta a nivel urbano (Pérez Drago, 2008 p.5).

La distribuciones interiores, con ligeras variaciones, se mantienen fieles a las tradiciones de los siglos precedentes en la Habana del siglo XIX. El zaguán (vestíbulo) sigue dando paso al patio como espacio central que ahora adquiere un carácter monumental con muy elevados puntales de hasta 8 metros y con galerías de aproximadamente 4 metros de anchura. La estructura de estas galerías es mediante arcadas de piedra con arcos de medio punto y destaca la sobriedad estética con la utilización de los órdenes clásicos, dórico en el piso bajo y jónico en el alto. Los arcos de los vanos de comunicación entre zaguanes y patios siguen siendo mixtilíneos con elaborados diseños (figura 2.75).



**Figura 2.74\_**  
*Planta de la casa de Don Mateo Pedroso*  
*(siglo XVIII).*

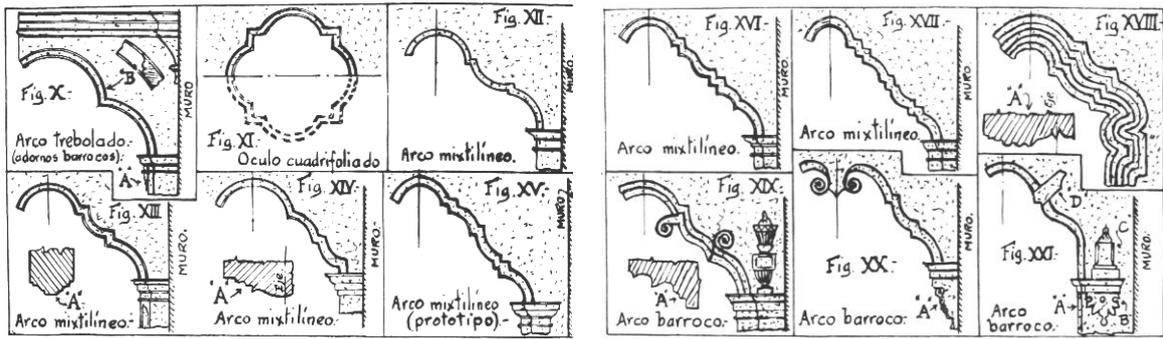


Figura 2.75\_ Arcos de los zaguanes de las casas de siglo XVIII.

Planta Baja: 1 PORTAL 2 ZAGUAN 3 GALERIA 4 PATIO

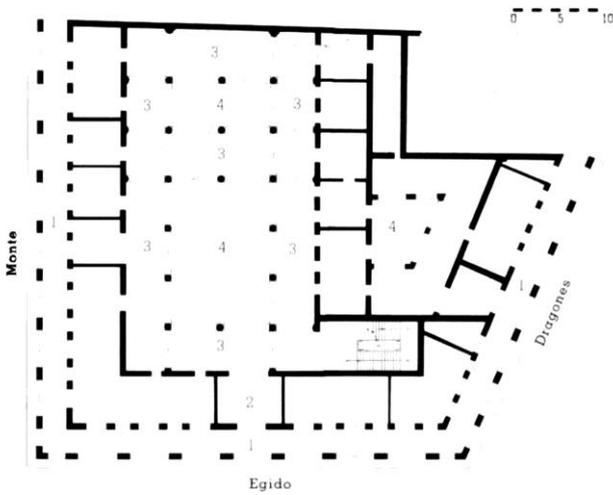


Figura 2.76 (izquierda)\_ Planta del Palacio de la Marquesa de Villalba.

Figura 2.77 (derecha)\_ Interior del patio del Palacio O'Farril.



Figura 2.78\_ Galería del piso alto de la Casa de las Hermanas Cárdenas | Actual Centro de Desarrollo de las Artes Visuales.

# CAPÍTULO III

## PROCESOS DE DETERIORO. PATOLOGÍAS

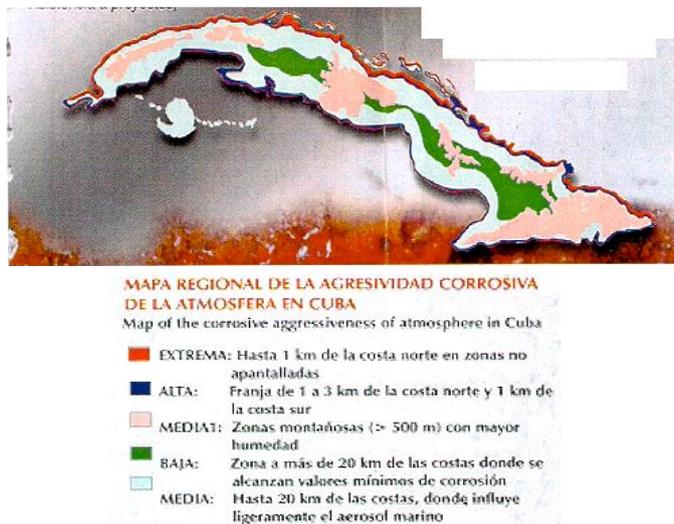


ARQ. AARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ

SEPTIEMBRE | 2017

## Capítulo III. PROCESOS DE DETERIORO. PATOLOGÍAS.

### 3.1 | Factores principales de la aparición de patologías en las edificaciones.



**Figura 3.1\_**

*Mapa de la agresividad corrosiva de la atmósfera en Cuba.*

Cuba, al ser una isla larga y estrecha está expuesta en prácticamente toda su extensión al aerosol marino, el clima imperante es tropical húmedo con influencia directa de la niebla salina y otros contaminantes en suspensión. En el caso del Centro Histórico de la Habana Vieja la situación se ve agravada por los problemas de contaminación ambiental que existen provocados por la cercanía de la zona industrial y portuaria asociada a la bahía además del tráfico vehicular también asociado a las arterias que conectan al puerto con la ciudad. Otros factores a considerar son las acumulaciones de desechos y los problemas existentes en la red urbana de saneamiento y pluvial, donde proliferan las roturas, salideros y tupiciones.

El porcentaje de humedad relativa en La Habana es muy elevado durante todo el año. Según la estación meteorológica de Casablanca, La Habana, los valores promedios anuales de humedad oscilan entre 71 y 86,03 %. En cuanto a la velocidad del viento oscila entre 0,25 y 11,32 Km/h, los valores más elevados son de 90 Km/h o más en períodos de actividad ciclónica (1 de junio hasta el 30 de noviembre de cada año). Generalmente son los meses de septiembre y octubre los más activos en cuanto a huracanes, tormentas tropicales y otros fenómenos atmosféricos de este tipo (Díaz & González, 2015).

La acción de los vientos y del agua tienen un papel muy importante en la transportación de contaminantes atmosféricos e influyen de manera significativa en la deposición de iones cloruros ( $Cl^-$ ), compuestos de azufre (sulfatos) y en la velocidad de corrosión. Estos elementos junto a la influencia de los factores humanos, contaminantes orgánicos de los animales que cohabitan en las cercanías, entre otros, favorecen notablemente el deterioro de las estructuras afectando de igual manera soportes térricos, pétreos, metales y madera, estos materiales son los que componen en mayor medida las estructuras de los edificios del casco histórico de La Habana y serán los analizados con mayor detenimiento en el presente trabajo.

Se puede afirmar sin temor a equivocarse que la presencia de agua (en forma líquida, vapor de agua o humedad relativa) en los elementos constructivos es uno de los principales factores desencadenantes de patologías. La humedad afecta a todos los elementos componentes de una edificación de una manera u otra: cimentaciones, muros, entrepisos, cubiertas, carpinterías, herrerías, etc. En presencia de humedades excesivas se reducen los niveles de confort interiores, merman las capacidades estructurales de los elementos constructivos, se favorece la aparición de patologías por presencia de agentes bióticos (insectos xilófagos, hongos, plantas parásitas, etc.), se degradan los edificios desde el punto de vista estético, incrementan los costos asociados al acondicionamiento del aire, el deterioro acelerado de revestimientos y pinturas, desprendimientos de enchapes, etc.

En el caso de Cuba existen muchos estudios teóricos acerca de las patologías en las edificaciones patrimoniales o no, sin embargo, estas investigaciones y sus resultados no se han logrado llevar a la práctica por múltiples factores entre los que destacan las implicaciones económicas, la organización, exigencia e interrelación entre entidades reguladoras de estas actividades.

En el Centro Histórico de la Habana Vieja persiste un alto grado de deterioro, un porcentaje elevado de las patologías son causadas por la incidencia del agua en los elementos constructivos que atacan por igual a todas las edificaciones independientemente de los materiales o épocas de construcción. Estudios recientes como es el caso de la Metodología para el diagnóstico de edificaciones en el Centro Histórico Urbano de La Habana aseguran que muchas de las patologías y fallos estructurales en estas edificaciones se deben a las aguas que aportan humedad a los muros desde los cimientos por capilaridad, esto se debe a que las cimentaciones de gran parte de estas edificaciones no cuentan con una correcta impermeabilización debido a que no existía rigor técnico al respecto en su época de construcción (Álvarez Rodríguez, 2003).

## 3.2 | Patologías más frecuentes en las edificaciones. Elementos estructurales.

Para realizar el análisis de las patologías más frecuentes de los elementos estructurales en las edificaciones coloniales habaneras se han dividido las observaciones por apartados: cimentaciones, obras de fábrica, elementos estructurales de madera y metálicos.

Se abordan criterios generales enunciados en la bibliografía básica estudiada acerca del tema y los criterios específicos se enfocan en experiencias adquiridas en la práctica de la restauración de las edificaciones analizadas, en artículos publicados, libros y tesis doctorales que abordan este tema en particular.

### 3.2.1 | Cimentaciones

Actualmente se realizan estudios previos de los suelos antes de edificar una estructura, existen muchos métodos de análisis de laboratorio e in situ, para determinar la composición y la resistencia de los terrenos. De acuerdo a los resultados obtenidos se toman decisiones acerca del tipo de cimentación a emplear o en determinados casos se proponen estrategias de mejoras de suelos. Elegir las soluciones apropiadas es a veces un tema muy complejo y aquí juega un papel primario la mecánica de suelos. Las modernas técnicas de excavación permiten realizar sondeos rápidos y extraer muestras de suelo de grandes profundidades. Los estudios geotécnicos actualmente proporcionan una garantía elevada de éxito a la hora de decidirse por una solución determinada de cimiento (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

En las construcciones habaneras de la etapa que nos ocupa (siglo XVI al XIX) no se tenían en cuenta, ni se contaba con los medios necesarios para determinar la composición exacta de los terrenos, ni existía una amplia gama de soluciones de cimentación (figuras 2.33 y 2.34). A pesar de ello no es usual encontrar patologías estructurales en las edificaciones por fallas en los cimientos. Es también importante destacar que la mayor parte de las edificaciones coloniales habaneras son de poca altura, uno o dos niveles, además que estudios actuales han determinado que en la composición de los suelos predominan las rocas calcarenitas y calizas que le aportan cierta resistencia.

En la época colonial los trabajos en las cimentaciones se limitaban a excavar zanjas, generalmente de escasa profundidad hasta encontrar el estrato resistente y luego verter hormigones ciclópeos de argamasa de cal y arena, que en algunas ocasiones contenían además barro sin cocer, sobre estos hormigones se comenzaban a levantar directamente los muros, esto fundamentalmente en los casos de las edificaciones civiles. En las fortalezas militares y edificios religiosos, estructuras de mayor peso y envergadura, solían participar maestros de obra, arquitectos e ingenieros militares especializados que empleaban soluciones de

cimentación más robustas, como anchos muros de contención contruidos con sillares de la piedra caliza conchífera, tipo de piedra más utilizada en la construcción de la época.

Según estudios geotécnicos recientes realizados en distintos puntos del territorio de La Habana Vieja se ha podido constatar que el terreno en esta zona está constituido por formaciones de Vía Blanca, Peñalver y Capdevila. Por lo general el estrato resistente se encuentra a una profundidad media de 1,5 metros y el nivel freático oscila de -1,5 a -2 metros de profundidad de acuerdo a las estaciones del año. En los períodos lluviosos, desde las últimas semanas de mayo hasta principios de octubre, es cuando el nivel freático está más cercano a las cimentaciones de los edificios (Laguna López, 2013).

En sentido general las causas que originan la aparición de problemas en las cimentaciones son de varios tipos, que pueden englobarse en tres grupos: **defectos en la estructura de los cimientos**, **desconocimiento de la composición del suelo** y **alteración del suelo durante la vida útil del inmueble** (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

Dentro de cada grupo existen varios tipos de defectos que mencionaremos de manera general:

**Defectos en la estructura de los cimientos** puede deberse a:

- *cimentación insuficiente* (defecto que se produce cuando la sección de la cimentación es insuficiente por errores de cálculo);
- *previsión de asientos excesivos* (aparecen daños en la estructura por errores en el cálculo de los asientos permisibles);
- *mala calidad de los materiales y lavado de los hormigones* (los materiales escogidos son de baja calidad o la presencia excesiva de agua en el suelo provoca disgregación impidiendo que se obtengan resistencias adecuadas).

**Desconocimiento de la composición del suelo** puede deberse a:

- *estudio geotécnico* (inexistencia de un estudio detallado del suelo o fallos en la interpretación de los resultados de un estudio);
- *falso firme* (cimiento sobre un estrato aparentemente resistente pero que no es tal, puede provocar asientos diferenciales).
- *falta de homogeneidad* (en terrenos poco homogéneos donde no se tomen medidas para mejorar su compacidad).
- *terrenos agresivos* (terrenos con composición química agresiva que pueden afectar gravemente la estabilidad de las estructuras a largo plazo).

**Alteración del suelo durante la vida útil del inmueble** puede deberse a:

- *excavaciones junto al edificio* (alteraciones del terreno producidas por excavaciones realizadas en el entorno inmediato al edificio, particularmente peligrosas de tratarse de terrenos arcillosos o arenosos, las lesiones en el edificio serán mayores en las zonas más cercanas a la excavación);
- *variaciones del contenido de humedad en el suelo* (cambios de las características de los suelos que pueden ser provocados por cambios en el nivel freático, roturas o escapes de tuberías de agua subterráneas, ejecución de pozos de bombeo, riego excesivo del terreno o existencia de arbolado);
- *socavaciones o arrastres* (circulación no prevista de agua en suelos de fácil disgregación puede provocar asientos, estos pueden ser repentinos y de gran magnitud);
- *vibraciones y percusiones* (alteración del suelo por diversas causas como demoliciones, ejecución de pilotajes y funcionamiento de maquinaria diversa en el edificio o cerca de este).
- *Rellenos junto a cimentaciones superficiales* (si el suelo es compresible y la cimentación poco profunda, los rellenos que se ejecuten en zonas adyacentes pueden provocar asientos, desplomes o grietas).

Por último, se enuncian las principales patologías o fallos provocados por las cimentaciones en los edificios:

- *Asientos uniformes o diferenciales*
- *Levantamientos*
- *Desplomes;*
- *Giros;*
- *Inclinación de vigas, forjados o soleras;*
- *Cedimiento de soleras;*
- *Grietas o fisuras en muros;*
- *Grietas o fisuras en cerramientos no estructurales (fachadas o tabiquería).*

Estos tipos de lesiones, particularmente las grietas o fisuras, no siempre tienen su origen en los problemas de las cimentaciones. Es por ello que deberán valorarse mediante métodos rigurosos de análisis y medición de su evolución en el tiempo para poder llegar a determinados criterios de intervención, que siempre van a tener como principal objetivo eliminar las causas que las provocan, ya sean por fallos de las cimentaciones o de otra índole (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

La práctica de la restauración de edificios patrimoniales de la Habana Vieja y la experiencia adquirida por los profesionales que allí laboran permite afirmar que son muy pocos los casos de patologías graves por fallos de cimientos en estos edificios. Solo se ha podido documentar un estudio realizado en el año 2012 a la estructura del Templete, edificio emblemático del Centro Histórico edificado en el siglo XIX a la entrada de la Plaza de Armas, muy cercano al mar.



Figura 3.2\_ El Templete. Imagen exterior.

A continuación, se enuncian de manera general algunos de los principales resultados de este estudio. Se trata de una pequeña edificación de estilo neoclásico, de un nivel, construida con piedras calizas conchíferas en el año 1827. El estudio fue solicitado por la Oficina del Historiador a un grupo de Investigación integrado por especialistas del CIDEM<sup>2</sup> y la ENIA<sup>3</sup>, esta solicitud estuvo motivada por las lesiones que habían venido apareciendo en el edificio y que no se eliminaban tras sucesivas intervenciones.

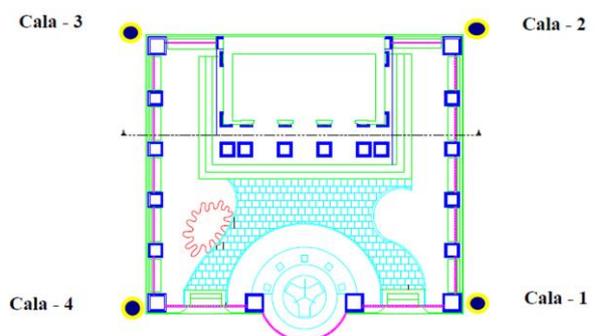
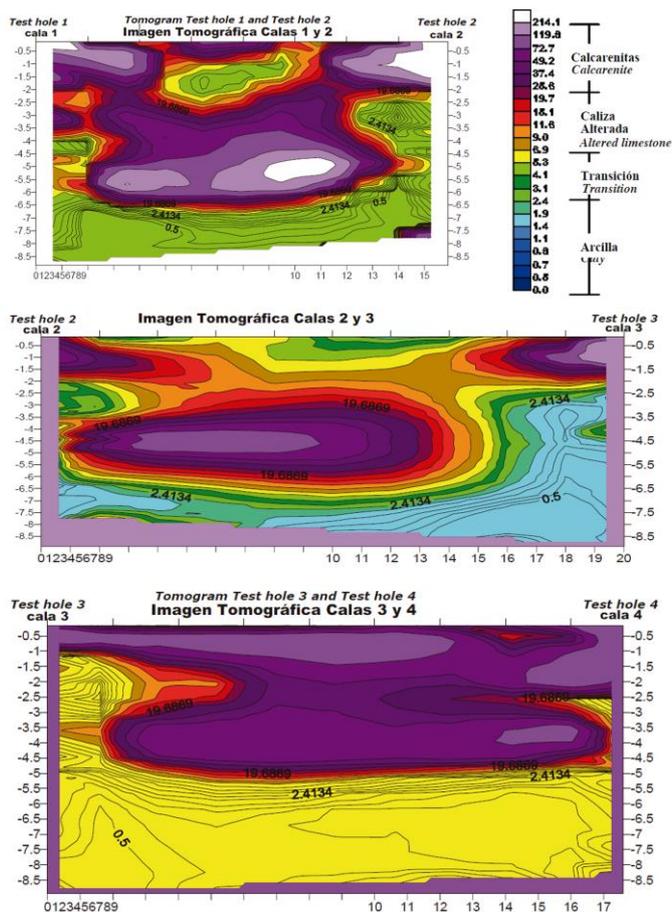


Figura 3.3\_ Ubicación de las perforaciones realizadas.

Las principales lesiones consistían en grietas verticales que iban desde la cubierta pasando por el frontón y las columnas de la fachada principal y que del mismo sentido en los muros de las fachadas laterales. Estas lesiones ya estaban provocando afectaciones importantes al patrimonio pictórico en el interior del edificio por la penetración del agua.

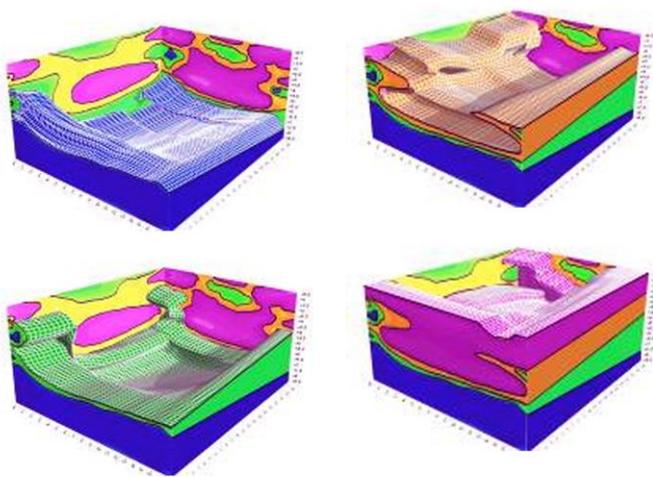
<sup>2</sup> CIDEM (Centro de Investigación y Desarrollo de las Estructuras y los Materiales). Centro de investigación adscrito a la Facultad de Construcciones de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.

<sup>3</sup> ENIA (Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas). Empresa adscrita al Ministerio de la Construcción (MICONS) de Cuba.



**Figura 3.4\_**

*Imágenes tomográficas de las perforaciones realizadas.*



**Figura 3.5\_**

*Representación tridimensional de los estratos de terreno debajo de la cimentación del Templete.*

La hipótesis planteada al inicio del estudio era que las causas de los problemas estaban asociadas a asentamientos diferenciales producto de las características del terreno en la zona o a la afectación producida por las raíces de la ceiba que crece al frente del edificio.

Para determinar las causas reales de las lesiones se empleó el “Procedimiento para el diagnóstico patológico de edificaciones patrimoniales de alta complejidad a través de técnicas computacionales” esta metodología combina las técnicas computacionales con otras herramientas de modelación matemática y el uso de la instrumentación. El proceso se realizó en cuatro etapas: inspección preliminar, estudios previos, diagnóstico patológico y propuestas de actuación.

En la etapa de estudios previos se aplicó una tomografía eléctrica, polo-polo al suelo para recrear tridimensionalmente la composición del terreno bajo el edificio, está fue la primera vez que se utilizó esta técnica en el país. Las perforaciones se realizaron con coronas de tungsteno y porta testigos simples, encamisándose hasta 7,4 metros de profundidad en cuatro puntos escogidos alrededor del edificio.

Los resultados del estudio del suelo comprobaron la existencia de una gran diversidad de estratos distribuidos de manera irregular, la presencia de un alto contenido de agua dada la cercanía del mar y que el manto freático estaba a muy poca profundidad. Estos análisis permitieron corroborar que efectivamente algunas de las lesiones presentes en el edificio estaban provocadas por asentamientos diferenciales por lo que se recomendó realizar inyecciones en el suelo para contener el progreso de estos asentamientos, en especial en la esquina suroeste donde se encuentra la mayor concentración de arcilla muy plástica (Chavez Hdez., Broche Lorenzo, & al., 2012).

Como se ha mencionado anteriormente este estudio ha sido realizado en una edificación de la primera mitad del siglo XIX que se encuentra ubicada a escasos metros del mar, es un caso aislado de aparición de patologías por fallos

estructurales en cimentaciones en el Centro Histórico de la Habana Vieja, donde las patologías fundamentales están asociadas al aporte de agua del terreno a los cimientos y de estos a los muros por capilaridad. No es común encontrar fallos estructurales, sino más bien modificaciones del tipo superficial (manchas de humedad, eflorescencias, pérdidas de material y mortero, etc.) así como crecimiento de líquenes y especies vegetales. Solo se ha querido mostrar un caso a manera de ejemplo que puede servir de base para estudios similares, además de aportar datos importantes acerca de la composición del suelo en esta área de estudio.

	Y (Kn/m <sup>3</sup> )	E (Mpa)	μ
Roca Calcareitas/ <i>Calcarenite</i>	19.8	210	0.3
Caliza/ <i>Limestone</i>	22	350	0.32
Suelo Residual/ <i>Residual soil</i>	18	40	0.26
Arcilla/ <i>Clay</i>	16	15	0.38

Tabla 3.1 \_ Propiedades de las rocas y del suelo analizado.

### 3.2.2 | Obras de fábrica

Para el análisis de las patologías de los muros hemos de referirnos a los materiales más usados en la conformación de estos elementos: la tierra y la piedra.

#### Tierra

Los muros construidos a base de tierra sufren como todos los componentes de los edificios el paso del tiempo, existen dos agentes fundamentales de deterioro: los derivados de uso del edificio y los que se derivan de la acción del medio ambiente (naturaleza) (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

A continuación, se explican brevemente los factores que inciden mayormente en la aparición de patologías en estas edificaciones. Entre los factores extrínsecos, agentes ambientales identificados y caracterizados por su acción degradadora de la fábrica térrea destacan: el agua, aire, temperatura, presencia de sales, contaminación atmosférica, fenómenos naturales, entre otros (Monteagudo Rodríguez, 2001).

**Agua:** Está considerada como el principal agente causante de la degradación de las estructuras. Tanto como agua de lluvia, vapor de agua o humedad relativa, como elemento exógeno su acción deteriorante es dual y muy similar en cuanto al daño que ocasiona tanto como fenómeno físico y como fenómeno químico.



Figura 3.6\_ Esquemas de interacción físicos o biológicos.

**Aire:** Como viento es considerado como un fenómeno muy destructivo por su acción física sobre los paramentos a los que erosiona y destruye por el arrastre de partículas sólidas y abrasivas como las arenas y otros minerales. Favorece, además, la penetración del agua de lluvia en los intersticios del material superficial que en función de la higroscopicidad y el tamaño de los poros penetrará más o menos profundamente en las estructuras.

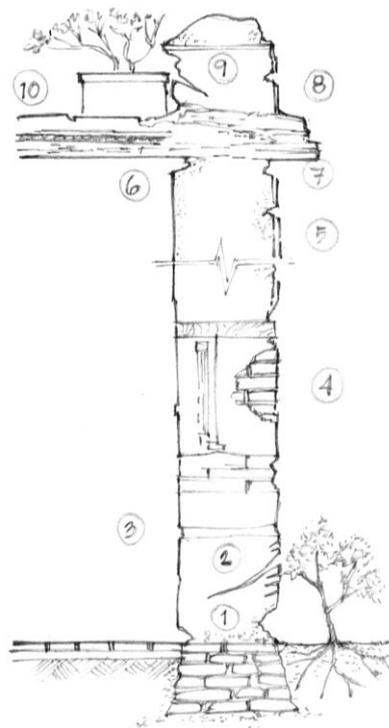
**Temperatura:** Las variaciones térmicas bruscas en combinación con otros factores como el vapor de agua, la humedad relativa y el índice de ventilación son causantes de patologías sobre todo causadas por humedades y algunas de tipo estructural.

**Orientación y soleamiento:** Factores asociados a la localización y ubicación de las construcciones, están determinados por el régimen de lluvia, viento y sol que incidirán sobre sus paramentos y otros cierres, es por ello que suelen diseñarse elementos de protección cuando se interviene en estructuras patrimoniales muy expuestas con el fin de corregir los efectos de una ubicación desfavorable.

**Presencia de sales:** Contenidas en el material tanto por sus características y propiedades intrínsecas como por adición por factores externos, el agua con contenido elevado de sales se introduce en el material, al evaporarse, las sales disueltas cristalizan alterando la estabilidad de los elementos constructivos, sobre todo los muros.

**Contaminación atmosférica:** Se producen procesos de degradación originados en los paramentos y demás elementos componentes de las edificaciones, cuando la contaminación ambiental es persistente en el entorno inmediato al edificio.

**Fenómenos naturales:** En el caso de Cuba, por su posición geográfica y su condición de isla, estos fenómenos son muy usuales (fuertes tormentas, ciclones, inundaciones, etc.) por lo que deben tomarse en consideración y deberán asumirse medidas de protección en todas las etapas de la vida útil de las edificaciones.



**Figura 3.7\_**

*Desórdenes típicos de patologías por humedad:*

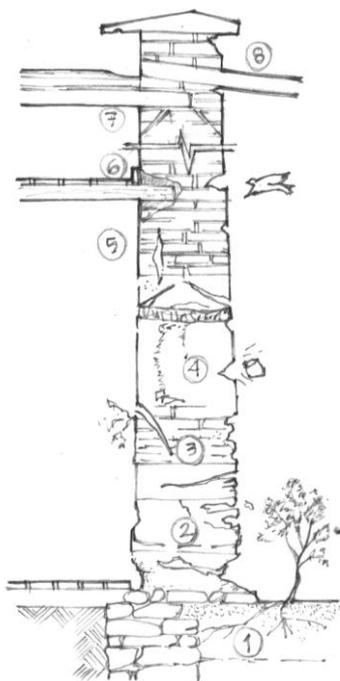
- 1\_ Ascensión capilar.
- 2\_ Disgregación del soporte del basamento.
- 3\_ Fisuras y grietas por retracción.
- 4\_ Degradación localizada en aberturas.
- 5\_ Fisuras y grietas por cambios de temperatura y humedad.
- 6\_ Disgregación en parte superior por humedades de condensación.
- 7\_ Penetración de agua en canalizaciones mal colocadas.
- 8\_ Pretiles mal protegidos.
- 9\_ Filtraciones en cubiertas.

Por otra parte, están los factores patógenos externos clasificados según su origen en agentes biológicos, mecánicos o antrópicos.

**Agentes biológicos:** La biodegradación causada por insectos (abejas, termitas), animales (aves, roedores y domésticos) y plantas (inferiores y superiores) es considerada como la causa de múltiples patologías en las edificaciones. El Centro Histórico de La Habana Vieja no está exento de esta problemática donde sobre todo existen afectaciones significativas ocasionadas por las palomas en las fachadas de los edificios, las excretas de estas aves, junto a las de perros y gatos domésticos afectan además considerablemente las cubiertas planas transitables, las plantas parásitas son un problema a tener en cuenta sobre todo en las edificaciones con muros de tierra.

**Factores mecánicos:** Entiéndanse por estos las fisuras (micro y macro), desplomes, aplastamientos o asentamientos, incendios, hundimiento y pulverizaciones. Los orígenes de estos desórdenes estructurales pueden generalizarse en cinco aspectos: defectos del material, roturas mecánicas accidentales, fallos en el estrato de apoyo, mala concepción y diseño de las soluciones estructurales y constructivas y problemas y errores de ejecución en obra.

**Acción antrópica:** Incidencia de las acciones de los seres humanos sobre la conservación del patrimonio edificado, agrupadas en tres dimensiones el conjunto de acciones antrópicas directas sobre el patrimonio: diseño y planificación; producción y construcción y uso y explotación.



**Figura 3.8\_**

*Desórdenes típicos de patologías estructurales:*

- 1\_ Fallo por asentamiento y variaciones del estrato.
- 2\_ Basamento expuesto a accidentes, ataques de plagas, plantas, etc.
- 3\_ Deficiente ejecución ocasiona mala respuesta estructural.
- 4\_ Fallos en las aberturas ocasionan fisuras verticales, inclinadas, cizallamiento en las estructuras, etc.
- 5\_ Fisuras y grietas y abombamientos en bloques mal aparejados.
- 6\_ Penetración insuficiente del sistema de carga horizontal.
- 7\_ Deficiente solución del apoyo de los sistemas de techo.
- 8\_ Desprendimientos de la estructura por deficientes soluciones de evacuación de agua en muro y techo.

## **Piedra**

En el caso de la piedra natural los deterioros y daños estarán directamente relacionados con la composición y estructura de la roca y los agentes agresores. Los edificios construidos con piedra están expuestos a problemas de degradación del material como consecuencia de una variedad de acciones físicas naturales que degradan las superficies pétreas. Existe la idea errónea de que la piedra es un material eterno que tiene funciones resistentes y estéticas a la vez, lo cierto es que cuando inicia el proceso de deterioro lo primero en perderse es precisamente la función estética en los casos cuando la piedra queda vista y de llegar a empeorar puede también llegar a perderse la función resistente por una pérdida progresiva de la cohesión del material o la reducción de su masa (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

Según el Dr. Arq. Carlos Mecha Olmos, para determinar los procesos de alteración de las piedras debe conocerse de antemano su composición química, la estructura de la roca, su resistencia mecánica, su dureza superficial y su porosidad (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998). En el caso de la piedra utilizada en los edificios más emblemáticos de la arquitectura colonial cubana, se parte del conocimiento general de que se trata de un tipo de piedra natural sedimentaria, de tipo caliza, compuesta por cristales pequeños que se encuentran unidos por una matriz que presenta restos fósiles en su estratificación. Este tipo de piedra se conoce como conchífera por presentar fragmentos de conchas calcáreas fácilmente reconocibles en su formación.



**Figura 3.9\_**  
*Piedra conchífera cubana. Presencia notable de conchas calcáreas en su composición.*

Con ensayos de laboratorio como el difractómetro de polvo se ha podido conocer la composición detallada de este tipo de piedras. La mayor parte en la estructura la ocupa el carbonato cálcico o calcita, con pequeñas cantidades de arcilla y cuarzo. También se hallaron restos de foraminíferos (protistas ameboides marinos) y otros restos calcáreos formando conchas. Se determinó finalmente que el tipo de roca predominante es del tipo calcarenita, un tipo de piedra muy propensa al deterioro por la acción de agentes químicos, físico-mecánicos, biológicos y microbiológicos (Arencibia Iglesias, Romero Sáez, & Fernández Muñoz, 2015).

Vale destacar que los constructores criollos conocían muy bien este tipo de piedra, su porosidad y sus limitaciones para ser tallada y lograr acabados perfectos, es por ello, como se ha comentado en apartados anteriores todos los muros de piedra en los edificios de la etapa colonial habanera estaban revocados con morteros de cal y arena, que los protegían de los agentes externos, además de propiciar superficies y ángulos bien acabados. Al eliminarse la capa de mortero que protegía estos paramentos se han propiciado la aparición de deterioros en las piedras, hasta el momento superficiales, pero que de no tratarse de manera adecuada pudieran llegar a afectar la capacidad resistente de estas estructuras.

En cuanto a las patologías más frecuentes y agentes agresores de las estructuras pétreas se encuentra (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998):

- *el agua* (de cantera, de condensación, capilar o de lluvia);
- *los gases* (atmosféricos, de origen orgánico);
- *sales solubles* (en el elemento constructivo, en el terreno o en el aire);
- *agentes físicos* (viento, temperatura, cristalización e hidratación de sales, acción del hielo<sup>4</sup>);
- *químicas* (disolución e hidrólisis, oxidación y reducción<sup>5</sup>);
- *biológicas* (procesos biofísicos y bioquímicos).

A continuación se explican brevemente las acciones de estos agentes agresores sobre las superficies pétreas:

**Agua:** Es indispensable para que se produzcan la mayor parte de reacciones químicas que alteran la piedra, al reaccionar con gases y sales solubles es causante de daños considerables. El origen del agua en el material puede ser de cantera (la roca contiene agua en el momento de su extracción), de condensación

<sup>4</sup> No se analiza el hielo como agente agresor, pues en el clima cubano no es un elemento a considerar.

<sup>5</sup> No se tiene en cuenta este efecto pues las rocas cubanas no presentan un contenido considerable de hierro como para provocar patologías por oxidación y reducción.

(deposito en la susuperficie y poros de la piedra del vapor de agua); capilar (asciende por los capilares del material procedente del terreno, siempre contiene sales); de lluvia (contiene determinados iones provenientes de la atmósfera, casi siempre con presencia de  $\text{CO}_2$ ).

**Gases:** Se encuentran generalmente en el aire contaminado por la combustión de automóviles, humo de industrias, etc., y en menor medida en la acción biológica de hongos y bacterias. El gas más dañino es el  $\text{SO}_2$  que puede llegar a reaccionar con partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire formando el compuesto  $\text{SO}_4\text{H}_2$ . En el caso de reacciones  $\text{SO}_4\text{H}_2$  –piedra, en especial en rocas calizas como es el caso de las rocas habaneras, los componentes cálcicos se convierten en yeso aumentando el volumen hasta un 32%.

**Sales solubles:** Sus efectos son los más frecuentes en superficies pétreas, diluidas en agua se encuentran generalmente sulfatos y cloruros de sodio, potasio y calcio y carbonatos de sodio y potasio. Se introducen en las estructuras por la aportación de agua en estado líquido, cristalizan, se hidratan, se disuelven y así sucesivamente hasta provocar la aparición de patologías en las estructuras pétreas. En el caso de la Habana la principal causa de aportación de sales a la piedra es la ascensión capilar de humedad contenida en el terreno, aunque también son aportadas por el aire, por ser una zona muy cercana al mar y con una fuerte presencia de contaminantes atmosféricos, también pueden presentarse como residuo de intervenciones con productos de limpieza, consolidación o biocidas inadecuados.

Algunas disoluciones de sales (hidróxido férrico, de aluminio, de magnesio) forman una costra superficial en la piedra (pátina) que le sirve de protección; sin embargo, los sulfatos, cloruros y nitratos originan graves daños a las rocas.

**Viento:** Tiene una acción mecánica, sirve de medio para el transporte de partículas sólidas que erosionan las superficies pétreas, su acción influye de manera significativa en los edificios de la Habana Vieja que debido a su ubicación geográfica es un área muy propensa a la ocurrencia de fuertes tormentas, ciclones tropicales y otros fenómenos atmosféricos similares, que favorecen por la velocidad de los vientos la cristalización de las sales, ya que aumenta la velocidad de evaporación del agua capilar y se elimina el agua superficial.

**Acciones térmicas:** Dilataciones y contracciones en el material producto de los cambios de temperatura, fenómeno muy frecuente en climas cálido-húmedos como el que existe en Cuba. En casos extremos se pueden producir grietas o fisuras en la piedra por las diferencias térmicas marcadas entre zonas soleadas y sombreadas, o entre las capas superficiales y profundas, esto se debe a la gran inercia y conductividad térmica.

**Cristalización e hidratación de sales solubles:** A este fenómeno ya hemos hecho referencia anteriormente, el principal problema viene asociado a los efectos de la contaminación atmosférica a partir de la sulfatación, el  $\text{SO}_2$  resultante de las combustiones pasa a  $\text{SO}_4\text{H}_2$  (ácido sulfúrico)

**Disolución e hidrólisis:** El agua en conjunto con otros compuestos químicos presentes en la atmósfera puede provocar la disolución de partículas de algunas piedras. Debido a la composición heterogénea de gran parte de los materiales pétreos, cuando el agua penetra se comienzan a disolver las partículas más solubles, quedando salientes y oquedades en la piedra que pueden provocar pérdidas de cohesión y estabilidad. Cuando el agua contiene  $\text{CO}_2$  se puede formar ácido carbónico cuya acción puede convertir el carbonato cálcico (insoluble) en bicarbonato cálcico (soluble), lo que traería consigo el debilitamiento de la piedra. Otra patología muy usual es que el bicarbonato cálcico emigre a las superficies pétreas vuelve a pasar a carbonato y produce eflorescencias. Las reacciones químicas anteriormente mencionadas deben tenerse muy en cuenta en el caso específico de las edificaciones coloniales habaneras, pues como se ha comentado con anterioridad tienen un alto contenido de carbonato cálcico en su composición.

**Procesos biofísicos y bioquímicos:** Estos procesos tienen una incidencia muy negativa en el caso de las edificaciones del Centro Histórico de la Habana. Los edificios con muros de piedra a vista son muy propensos al crecimiento de plantas parásitas debido al clima (muy lluvioso) y a las características de la piedra caliza habanera (muy porosa), los efectos nocivos de las plantas vienen dados por el crecimiento de sus raíces en el interior de los elementos pétreos. La acción química de desprendimiento de CO<sub>2</sub> de las plantas a lo que se suma el aporte de agua son factores desencadenantes de múltiples patologías en los materiales pétreos que pueden llegar a ser considerables.

Otros agentes biológicos muy nocivos, en el caso de las edificaciones habaneras, son las palomas, sus excrementos son en extremo corrosivos, contienen nitratos, azufre y algo ácido fosfórico. En los últimos años ha aumentado la cantidad de estas aves que merodean la Zona Priorizada de este casco histórico y no existen estrategias para mitigar los efectos negativos que provocan en las estructuras patrimoniales.

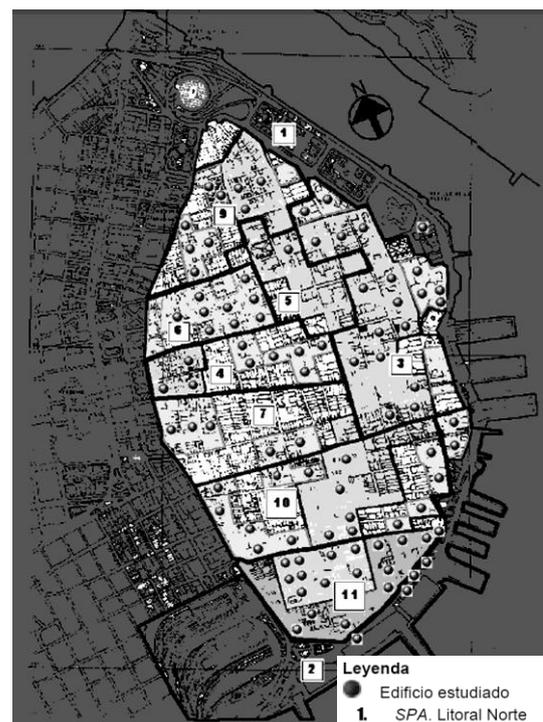
Finalmente se deben mencionar los musgos, hongos y líquenes que abundan en estos edificios, sobre todo en las zonas bajas de los paramentos y en partes aledañas a las cubiertas y bajantes pluviales en mal estado constructivo. Aunque tienen un efecto menos dañino que las plantas de mayor porte, son indicativos de un aporte excesivo de agua a la piedra y ante su aparición deben tomar medidas para eliminar las causas que los originaron (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

### Patologías más frecuentes

Según la tesis doctoral de la Arq. Idamnis Monteagudo: *“Caracterización estructural y evaluación técnica constructiva de mamposterías y tapias de tierra de los siglos XVII, XVIII y XIX. Estudio en la Habana de Intramuros”* los factores fundamentales que ocasionan las patologías en estas edificaciones son en primer lugar los agentes ambientales (aire, agua, temperatura, orientación y soleamiento), luego vienen los factores antrópicos (acción humana), después factores mecánicos por fallos de otros elementos estructurales del edificio, fundamentalmente forjados y cubiertas y finalmente los factores biológicos (plantas parásitas superiores y microorganismos) (Monteagudo Rodríguez, 2001).

Para la realización de este estudio se dividieron las obras de fábrica en fachadas, cierres interiores y medianerías y se estudiaron a profundidad 63 edificios históricos distribuidos en toda el área del Centro Histórico de la Habana Vieja (figura 3.10), a través de una inspección detallada y una clasificación por tipologías constructivas predominantes basados en los elementos estructurales, verticales y horizontales (tabla 3.2); se determinaron además las dimensiones constructivas medias de estas edificaciones (tabla 3.3).

Se escogieron edificaciones con características tipológicas y constructivas que respondían a los intereses del estudio en cada uno de los Sectores de Protección Ambiental (SPA) de la Habana Vieja, y con estos se conformó la Población de Muestra (PM).



**Figura 3.10\_**  
*Plano de ubicación de los edificios con tipologías constructivas térreas empleados en el estudio*

- Leyenda**
- Edificio estudiado
  - 1. SPA. Litoral Norte
  - 2. SPA. Litoral Sur
  - 3. SPA. Catedral - Plaza Vieja
  - 4. SPA. Lamparilla - Amargura
  - 5. SPA. Centro Financiero
  - 6. SPA. Obispo - O'Reilly
  - 7. SPA. Calle Muralla
  - 9. SPA. El Ángel
  - 10. SPA. Belén
  - 11. SPA. San Isidro

Como resultado de este estudio se conoce que predominan las técnicas constructivas del tipo tapia de tierra apisonada, la mampostería ordinaria (mampuesto) y los muros mixtos con combinación de ambas técnicas. Se comprobó además que los anchos de muros oscilan entre 60 y 100 centímetros de espesor, siendo los de mayor espesor los de tapias (más antiguos) y los de menor espesor los de mampuestos.

Gracias a esta investigación se conoce que las principales alteraciones en estos edificios son de tipo no estructural, son en su gran mayoría modificaciones superficiales (costra, suciedad, manchas de humedad, eflorescencias, decoloración, desprendimiento de pintura) y pérdidas de material (erosión, disgregación desprendimiento del material del muro o del revestimiento, abofado), etc.

De los tipos de muros analizados, son las fachadas las más afectadas por la acción de los agentes atmosféricos, biofísicos y bioquímicos, mientras que los muros medianeros están afectados por patologías provocadas por la acción antrópica (Monteagudo Rodríguez, 2001).

<i>Tipologías predominantes</i>	<i>% que representa de la PM</i>	<i>Cantidad de edificios estudiados en el nivel IV del análisis tipológico</i>
1. <i>Tapial / Armadura + Viga y Tablazón</i>	5%	3
2. <i>Tapial / Viga y tablazón</i>	5%	3
3. <i>Mampuesto / Viga y tablazón</i>	47%	30
4. <i>Tapial + Mamp. / Viga y tablazón</i>	14%	9

**Tabla 3.2** \_ *Tipologías constructivas predominantes en los edificios de la Habana Vieja (siglos XVII al XIX).*

<i>Dimensiones constructivas medidas en las tipologías predominantes (valores promedio)</i>					
<i>Tipologías</i>	<i>Puntal (mts.)</i>	<i>Ancho muro (mts)</i>	<i>Esbeltez (<math>\lambda_G</math>) del muro</i>	<i>Relación entre sup. Vano / sup. Lleno del muro</i>	<i>Distancia entre apoyos (mts)</i>
1. <i>Tapial / Armadura + Viga y Tablazón</i>	5.50	1.00	5.5	0.2	4.70
2. <i>Tapial / Viga y tablazón</i>	5.00	0.60	8.0	0.3	5.40
3. <i>Mampuesto / Viga y tablazón</i>	4.60	0.60	8.7	0.8	4.40
4. <i>Tapial + Mamp. / Viga y tablazón</i>	4.80	0.70	7.6	0.5	4.40

**Tabla 3.3** \_ *Valores promedio de dimensiones constructivas en las tipologías constructivas predominantes en los edificios de la Habana Vieja (siglos XVII al XIX).*

Por otro lado al analizar las patologías más frecuentes en fábricas pétreas se han consultado los resultados de estudios realizados en los muros del Templete y en los restos del antiguo Arsenal de la Habana, además de la inspección visual y los experiencias adquiridas en varios años de trabajo conservación de este tipo tipología constructiva. Los resultados de estos trabajos son muy importantes pues arrojan resultados que permiten conocer la composición y los procesos de deterioro de la piedra utilizada para construir emblemáticas edificaciones habaneras como la Catedral de la Habana, el Convento de San Francisco, el Palacio del Segundo Cabo y el de los Capitanes Generales, solo por mencionar algunas .

En los muros de piedra vista habaneros predominan las patologías asociadas a las modificaciones superficiales del material, pues como ya se ha mencionado con anterioridad a principios del siglo XX se les retiró la capa de mortero de cal y arena que las protegía y con las que fueron concebidas en sus orígenes, lo que ha acelerado los procesos de deterioro de estos soportes, dada su composición y porosidad, es por ello que se hace necesario establecer estrategias para detener el deterioro de estos inmuebles en aras de preservar este invaluable patrimonio arquitectónico (Arencibia Iglesias, Romero Sáez, & Fernández Muñoz, 2015).

Hasta el momento los deterioros presentes no comprometen la estructura de los edificios, son más bien patologías que deterioran la estética de estos inmuebles. Predominan la manchas de humedad, costras negras y erosión superficial por la acción del agua, el viento y los gases contaminantes. Proliferan las plantas parásitas superiores, en muchos de estos edificios, las labores de eliminación periódica de estas especie vegetales se realizan de forma manual y sin el empleo de biocidas por lo que al poco tiempo las plantas crecen nuevamente, el continuo arranque de las raíces que crecen entre las juntas de sillares fundamentalmente, va deteriorando estos soportes de modo paulatino y provocan la aparición de lesiones como erosión superficial, desagregación de la piedra, pérdida del material de juntas entre sillares y en algunos casos fisuras, grietas o fracturas del material pétreo (ver figuras 3.16 a 3.18 y anexo 2.1.1).

Según un estudio realizado por Alina Cuza Pérez y Roberto Rodríguez Roque se han repotado 36 especies de las plantas superiores que crecen en los edificios habaneros, pertenecientes a 24 familias botánicas, las más frecuentes pertenecen al género *Ficus* (jagüey, álamo, laurel), aunque también abundan bastante la *Pteris vitatta* (helecho muro), *Pilea microphylla* (frescura), *Bidens pilosa* (romerillo blanco) y *Bryophyllum pinnatum* (siempre viva) (Alina & Rodríguez Roque, 2017) (figuras 3.13 a 3.15).

Los daños provocados por el excremento de las palomas es otro factor importante a considerar, las poblaciones de estas aves cada vez son mayores, y al parecer la voluntad del gobierno local es la de propiciar el crecimiento de la población de estas aves en lugar de erradicarlas.

Otros procesos patológicos muy generalizados están relacionados con los procesos bioquímicos y biofísicos. Proliferación de líquenes, hongos y musgos sobre todo en los planos bajos de los muros por el aporte de agua del terreno por ascensión capilar. En muchos casos hallamos lienzos completos de fachadas cubiertos de líquenes producto a la gran humedad contenida en la piedra y a que son muros que permanecen en sombra la mayor parte del día, a esto va sumado en la mayoría de los casos el abandono de algunas de estas estructuras como es el caso del Arsenal o de los restos la Antigua Muralla.



**Figura 3.11** (izquierda)\_ *Ficus* crecido en la contraescarpa del Castillo de la Real Fuerza.

**Figura 3.12** (derecha)\_ *Bryophyllum pinnatum* (siempre viva).



**Figura 3.13** (izquierda)\_ *Pilea microphylla* (frescura).

**Figura 3.14** (derecha)\_ *Bidens pilosa* (romerillo blanco).



**Figura 3.15**\_ *Pteris vitatta* (helecho muro)



**Figuras 3.16 | 3.17 | 3.18** (de izquierda a derecha) \_

*Crecimiento de plantas superiores en la Iglesia de Paula y en el Convento de San Francisco, trabajos verticales para retirar plantas de la fachada de la Catedral, respectivamente.*

### 3.2.3 | Estructuras de madera

En este apartado se abordan de manera general las principales patologías que se presentan en los elementos estructurales de madera atendiendo a las características específicas que impone la zona de estudio: Centro Histórico de la Habana Vieja, los tipos de maderas utilizadas en la construcción de estos elementos y los factores desencadenantes de los procesos de deterioro.

Los agentes que alteran la madera se clasifican en dos grupos: los abióticos o fisicoquímicos y los bióticos o biológicos (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998). A continuación, se explican brevemente los tipos de agentes de alteración y los daños que producen:

#### **Agentes abióticos**

**Factores de crecimiento:** Estos son defectos de la madera en su proceso de crecimiento que deberán tenerse en cuenta a la hora de elegirla para ser colocada en obra pues pueden desencadenar una serie de degradaciones que pueden llegar a ser importantes. Algunos de los daños o defectos son: fibras torcidas, verrugas y lupias, curvatura del tronco, nudos, fendas, acebolladuras, entre otras. Es raro encontrar elementos de madera con defectos en el crecimiento en las edificaciones habaneras, los constructores criollos llegaron a tener una experiencia y maestría tal que conocían perfectamente las maderas cubanas y escogían casi siempre de manera acertada cada pieza antes de ser cortada y colocada, es por ello que los daños provocados por estos defectos no son comunes en estos edificios.

**Factores climáticos:** Son del tipo físico-químico como la radiación solar, el viento, las precipitaciones, la humedad relativa, entre otros, provocan decoloraciones, fendas, debilitamiento o merma de la resistencia mecánica, envejecimiento, etc.

**Fuego:** Su acción es muy devastadora, los elementos estructurales de madera se comienzan a carbonizar y van perdiendo sección de manera paulatina hasta que se produce el fallo por merma de su capacidad resistente. Serán más combustibles los elementos que menor densidad y contenido de humedad tengan. Vale destacar que el comportamiento de la madera ante el fuego es mucho mejor que el del acero, al tener bajos coeficientes de dilatación, de conductividad térmica y gracias al efecto que se produce cuando se está quemando, se crea una capa exterior carbonizada que protege el núcleo interior al menos por un tiempo, las estructuras permanecen en pie mientras existe una sección suficiente para resistir las cargas.

En las edificaciones coloniales habaneras la mayor parte de los forjados están sobredimensionados, y al ser la velocidad de combustión de la madera de 4 a 5 cm por hora, brindan niveles adecuados de protección. Otro punto a favor de las estructuras de madera es que los gases producto de su combustión no son nocivos para los humanos.

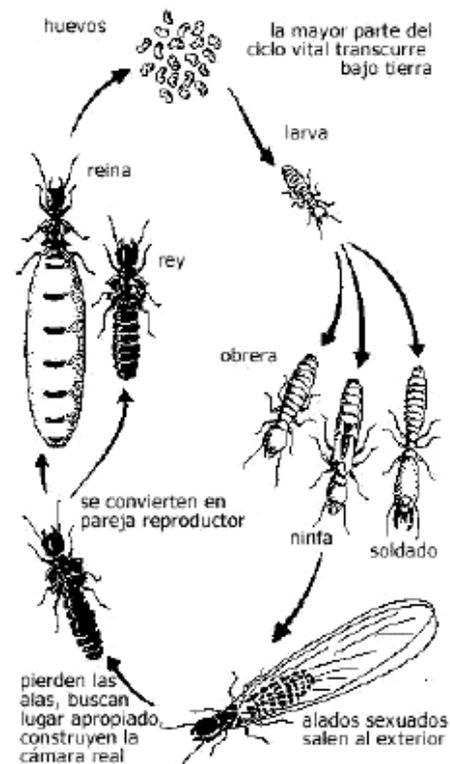
**Uso mecánico:** El uso de estos elementos va produciendo desgastes por rozamiento, fatiga, deformaciones, pérdida de resistencia que pueden provocar la aparición de flechas excesivas (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

### Agentes bióticos

**Bacterias:** La acción de estos microorganismos en los elementos estructurales de madera se considera poco importante en sentido general, solo se producen ligeras alteraciones de las propiedades de estos elementos sin llegar a afectar la integridad de los mismos.

**Insectos xilófagos:** El ataque de insectos es una causa deteriorante muy importante a tener en cuenta en el caso de los elementos estructurales de madera. En el caso de Cuba los insectos que dañan a las maderas son tres grupos (Carreras Rivery, 2014):

- **Isóptera (termitas):** En Cuba hay dos grupos, los que atacan a los elementos de madera húmeda (bienes inmuebles) que se identifican por los cordones o túneles aéreos que suben por las paredes (figuras 3.19 a 3.22). El segundo grupo ataca a la madera seca (bienes muebles) y es fácilmente identificable por la



Figuras de arriba hacia abajo\_ Termitas subterráneas.

Figura 3.19\_ Conducto o túnel aéreo en muro.

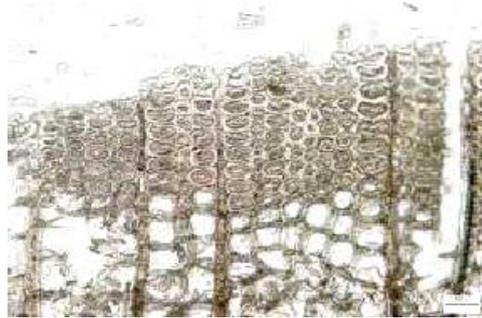
Figura 3.20\_ Detalle de conducto de termitas.

Figura 3.21\_ Imagen de termitas.

Figura 3.22\_ Distintos tipos de termitas.

presencia de un polvillo acumulado alrededor de las piezas atacadas.

- *Coleóptera (escarabajos)*: Hay dentro de este grupo varios órdenes que afectan las maderas cubanas, pero en sentido general tienen una incidencia mucho menor que las termitas.
- *Himenóptera (avispa, abejas, hormigas)*: Estos atacan los elementos estructurales habaneros, aunque son más fáciles de detectar y combatir y no proliferan en edificios que están en uso, se encuentran sobre todo en algunas estructuras o parte de estas que no se usan habitualmente o permanecen cerradas largo períodos de tiempo, pero quedando huecos o intersticios que permitan la entrada de estos insectos. En el caso de las avispa solo manchan las superficies de los elementos de madera, por otra parte, las abejas y las hormigas carpinteras si son capaces de causar grandes estragos en la madera.



**Figura 3.23\_ Pudrición blanca** (imagen microscópica y macroscópica).

**Hongos:** Estos organismos biológicos primitivos no son capaces de sintetizar los nutrientes que necesitan para sobrevivir por lo que parasitan a otros organismos que los tienen. De las maderas toman la celulosa y la lignina, las descomponen en sustancias más fácilmente digeribles. Los hongos tienen un cuerpo vegetativo formado por un conjunto de hilillos denominados *hifas*, estas se entrelazan formando una especie de fieltro denominado *micelio*.

Estos organismos crecen a la sombra en maderas húmedas, el ataque se produce por la penetración de las hifas a través de las cavidades celulares del tejido leñoso desprendiendo enzimas que degradan los constituyentes químicos de la madera. Las maderas de albura son más propensas a ser atacadas por hongos que las de duramen. Por lo general las maderas utilizadas en las construcciones habaneras (ácana, cedro, caoba, etc.) son muy resistentes a los ataques de hongos, aunque cuando el aporte de agua a estos elementos es considerable durante un largo período de tiempo sufren un debilitamiento que los hacen propensos al ataque de este tipo de organismos.



**Figura 3.24\_ Pudrición parda** (viga afectada y detalle).

## Hongos cromógenos o manchadores

Los hongos cromógenos pertenecen a los grupos de *deuteromicetos* atacan fundamentalmente a las maderas de albura sin afectar significativamente las paredes celulares ni su resistencia mecánica, pueden penetrar más o menos en estos elementos produciendo cambios de coloración del tipo superficial, por lo general provocan en muchos casos el aumento de la permeabilidad de la madera favoreciendo el ataque de otras especies de hongos más dañinos. En Cuba los más frecuentes son los hongos del género *Ceratostyxis* que provocan manchas azules en las maderas, pero como ya se ha mencionado no afectan significativamente estos elementos y son fáciles de eliminar mediante secado y ventilación (Carreras Rivero, 2014).

Especie maderable	Familia botánica
<i>Andira cubensis</i>	Fabaceae
<i>Bucida</i> sp.	Combretaceae
<i>Calophyllum antillanum</i>	Clusiaceae
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpinaceae
<i>Dipterocarpus</i> sp.	Dipterocarpaceae
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Magnoliaceae
<i>Lysiloma sabicu</i>	Mimosaceae
<i>Manilkara valenzuelana</i>	Sapotaceae
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae
<i>Pinus</i> sp.	Pinaceae
<i>Swietenia mahagoni</i>	Meliaceae
<i>Talipariti elatum</i>	Malvaceae
<i>Taxus</i> sp.	Taxaceae
<i>Zanthoxylum elephantiasis</i>	Rutaceae

**Tabla 3.4\_ Especies maderables utilizadas en los edificios de la Habana durante los siglos del XVI al XIX.**

Especie	Época de construcción de los inmuebles en que aparece	Tipo de elemento constructivo en que se utilizó
<i>Andira cubensis</i> (yaba)	Siglo XVI *	Elementos estructurales
<i>Bucida</i> sp. (júcaro)	Siglo XVII, XVII	Elementos estructurales y ornamentales en exteriores
<i>Cedrela odorata</i> (Cedro)	Siglos XVI-XIX	Elementos estructurales, ornamentales y de carpintería
<i>Calophyllum antillanum</i> (ocuje)	Siglo XVI, XVIII	Carpintería, elementos estructurales de piso y calle
<i>Hymenaea courbaril</i> (caguairán)	Siglo XVIII	Elementos estructurales, calle
<i>Dipterocarpus</i> sp. (yang)	Siglo XVIII	Carpintería
<i>Liriodendron tulipifera</i> (tulipán)	Siglo XVIII	Carpintería
<i>Lysiloma sabicu</i> (sabicu)	Siglos XVI-XVIII	Carpintería, elementos estructurales de piso y escalera, elementos ornamentales
<i>Manilkara valenzuelana</i> (ácana)	Siglos XVI-XVIII	Elementos estructurales, ornamentales y de carpintería
<i>Pinus</i> spp. (pino)	Segunda mitad del siglo XVIII-XIX	Carpintería, elementos estructurales
<i>Sideroxylon foetidissimum</i> (jocuma)	Siglo XVI	Elementos estructurales
<i>Swietenia mahagoni</i> (caoba)	Siglo XVII-XVIII	Carpintería, escaleras, elementos ornamentales
<i>Talipariti elatum</i> (majagua)	Siglo XVI *	Elementos ornamentales
<i>Taxus</i> sp. (tejo, yew)	Siglo XVIII	Carpintería
<i>Zanthoxylum elephantiasis</i> (bayúa)	Siglo XVIII	Carpintería

**Tabla 3.5\_ Maderas usadas en las construcciones habaneras del siglo XVI al XIX.**

**Hongos de pudrición:** Estos tipos de hongos descompositores producen esporas que originan nuevas colonias en otros sitios con condiciones propicias, son mucho más dañinos y producen lo que se conoce como pudriciones blanca y parda. Los hongos del género *Basidiomicetes* son los más dañinos en este sentido.

La pudrición blanca, también llamada corrosiva, fibrosa o deslignificante, se produce por la descomposición de la pared celular de la madera con pérdida de hemicelulosas y de lignina. Es un caso bastante peligroso de pudrición que se produce en maderas con contenidos muy elevados de humedad (elementos en contacto con el terreno, sótanos, etc.). La madera se comienza a reblandecer desde la superficie y hacia el interior convirtiéndose en un complejo celulósico más o menos blanquecino, fibroso en ocasiones y sin ningún tipo de resistencia (figura 3.23).

Por otro lado, está la pudrición parda o cúbica, los hongos absorben la celulosa descomponiéndola mediante un proceso de hidrólisis, los elementos atacados presentan una coloración parda oscura debido a las sustancias que permanecen en la madera luego de la descomposición (taninos y lignina). Esta pudrición también ataca a la madera húmeda que pierde su resistencia debido a la contracción longitudinal y el fraccionamiento cúbico típico de este tipo de patología (figura 3.24).

## Maderas cubanas

Según estudios realizados por Cuza Pérez, Carreras Riveri, & Saralegui Boza, las maderas que fueron usadas para construir las edificaciones coloniales cubanas provienen de 11 especies maderables pertenecientes a 9 familias botánicas (tabla 3.4)

El cedro americano (*Cedrela odorata*) y el ácana (*Manilkara valenzuelana*) fueron los árboles más empleados para las construcciones habaneras del siglo XVI al XVIII, no solo en los elementos estructurales sino también en los ornamentales y en la carpintería. Importantes edificios aún conservan elementos de madera originales que dan fe de la gran calidad, algunos de estos edificios son la Casa Prat Puig y el Convento de Santa Teresa de Jesús. El cedro sigue utilizándose en el siglo XIX y hasta la actualidad, es una madera de muy buena calidad y durabilidad.

En tercera posición se encuentra la caoba (*Swietenia mahagoni*) identificada fundamentalmente en los elementos de carpintería de las edificaciones de los siglos XVII y XVIII. Aproximadamente un 80 % de las maderas utilizadas en la construcción de estos inmuebles son cubanas, se cree que el otro 20 % provienen de la reutilización del lastre de los navíos españoles (Cuza Pérez, Carreras Riveri, & Saralegui Boza, 2005)(tabla 3.5).



*Forjado del edificio de la calle San Ignacio No. 360*

**Figura 3.25** (arriba) \_

*Lesiones por humedad excesiva y tablazón deteriorada en la unión con el muro.*

**Figura 3.26** (abajo) \_ *Viga fracturada transversal y longitudinalmente por cargas excesivas.*

## Patologías más frecuentes

Se puede afirmar que las patologías más frecuentes en elementos estructurales de madera de las edificaciones coloniales habaneras de los siglos XVI al XIX son causadas en su gran mayoría por el aporte de agua, el ataque de insectos xilófagos y el fallo estructural por el aumento de las solicitaciones por cambios de uso o modificaciones antrópicas indebidas. En la construcción de estas edificaciones no se tenían en cuenta medidas de protección de la madera ante la humedad y el ataque de agentes biológicos.

Como se ha mencionado anteriormente las maderas utilizadas en la construcción de estas edificaciones son de altísima calidad, no obstante, el aporte considerable de agua a lo largo del tiempo provoca el debilitamiento de estos elementos, favorece el ataque de insectos xilófagos, el crecimiento de líquenes, hongos y otras especies vegetales, pudrición en las cabezas de vigas, otras modificaciones superficiales y pueden llegar a provocar fallos del tipo estructural.

Luego de la humedad y los agentes bióticos el tercer factor deteriorante es el hombre, es muy común hallar en estas edificaciones modificaciones interiores de envergadura: construcción de nuevos tabiques interiores, mezzanines o entresijos a una altura intermedia reduciendo a la mitad los altos puntales originales, aberturas de nuevos vanos, estas y otras acciones realizadas sin asesoría técnica varían la forma usual de trabajo de estas estructuras y le aportan pesos considerables lo que provoca la aparición de flechas excesivas en las vigas y en algunos casos el fallo estructural de algunas. A esto se suman las

modificaciones indebidas, en la mayoría de los casos mal ejecutadas, de instalaciones hidrosanitarias que muchas veces presentan salideros, contribuyendo de esta forma a un aporte extra de humedad a los forjados.

A modo de resumen se puede decir que los elementos estructurales de madera, que según estudios recientes tienen una vida útil de 60 a 100 años, dependiendo el tipo de madera utilizada y de su ubicación en los edificios (Portero Ricol, 2008), han estado sometidos en las construcciones habaneras a explotaciones prolongadas de 2 a 4 siglos, esto unido a la falta generalizada de mantenimiento, al medio ambiente agresivo, las modificaciones antrópicas y el ataque de agentes bióticos ha provocado la pérdida de muchos de estos elementos y la aparición de múltiples patologías en los que aún se conservan, es por ello de vital importancia establecer criterios de actuación y planes de mantenimiento con el objetivo de garantizar la preservación de estas estructuras patrimoniales.

### 3.2.3| Estructuras metálicas

En la arquitectura colonial cubana se comienzan a emplear elementos estructurales de hierro de manera generalizada a partir del siglo XIX, barras de sección cuadrada que soportan las estructuras de algunos balcones (Pérez Drago, 2008) es por ello que solo se analizarán las patologías relacionados con los procesos de oxidación y corrosión, muy frecuentes en metales férreos (figuras 3.27 y 3.28).

#### Oxidación y corrosión

Por ser normalmente simultáneas o sucesivas (en materiales férreos) no dejan de ser fácilmente diferenciables tanto en proceso químico como en resultados. En ambos casos son procesos químicos donde interviene el medio circundante y la constitución metalúrgica del elemento.

#### Oxidación

Se produce cuando la superficie del metal reacciona con el oxígeno del aire que lo rodea formándose una capa de óxido superficial del metal en cuestión. Es esencia es un proceso de recuperación del estado natural de dicho metal. Los metales no se encuentran en la naturaleza en estado puro excepto los preciosos: oro, platino.

Es su estado natural se hallan combinados en diversas formas químicas entre las que abundan los óxidos, por lo que tienden a recuperar las moléculas de oxígeno que pierden durante los procesos de fundición. Por lo general la capa de óxido en muchos metales es una capa compacta y resistente que constituye una protección para el resto del metal. Esta protección evita que se sigan oxidando, excepto en el caso del hierro y la mayoría de sus aleaciones donde la capa de



**Figura 3.27 (arriba) \_**  
Balcón corrido con estructura de barras de hierro. Antigua Casa de las Hermanas Cárdenas | Actual Centro de Desarrollo de las Artes Visuales.

**Figura 3.28 (abajo) \_**  
Balcón aislado de barras de hierro. Casa de Asia. Calle de los Mercaderes No. 111.

oxidación es frágil y porosa y facilita la acumulación de agua y suciedad lo que favorece y da paso a la corrosión.

### **Corrosión**

Es un proceso de degradación electroquímico, que se produce al formarse una pila electroquímica en la que el metal actúa de ánodo (más negativo) perdiendo partículas que con electricidad negativa se desplazan hacia el cátodo (más positivo). En la creación de esta pila electroquímica es necesaria la existencia de un fluido conductor (electrolito) que por lo general es el agua, que se potencia cuando existe presencia de sales contaminantes que facilitan la transmisión de electrones (Monjo Carrió, Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos, 1997).

A modo de resumen se puede afirmar que la patología más preocupante en los elementos metálicos con contenido férreo, es la corrosión, proceso espontáneo que se produce por la tendencia que tienen estos materiales de retornar a su estado original, de donde han sido rescatados mediante procesos tecnológicos.

Hay ciertas características generales que comparten todos los elementos metálicos: superficie lisa uniforme, gran resistencia y durabilidad, conductividad térmica y eléctrica, reflejan la luz, elasticidad, peso específico alto, estructura cristalina, reaccionan con los agentes químicos, maleabilidad (capacidad de poder trabajarse para obtener casi cualquier tipo de forma, se puedan intervenir por presión cuando están en estado sólido o con moldes cuando se licuan por calentamiento) y es posible fundirlos por lo que pueden reaprovecharse para elaborar nuevos objetos, propiedad ésta muy valorada tras el descubrimiento de la fundición (extracción del metal calentando el mineral), que data de mediados del quinto milenio a.C.

Es por tanto recomendable alcanzar con un tratamiento de protección, la preservación posterior de los elementos estructurales, aspecto este muy importante, ya que con ello se garantiza su conservación contra la acción de los componentes agresivos del medio ambiente, impidiendo o retardando el desarrollo de nuevos procesos de deterioro que puedan provocar pérdidas importantes de sección resistente y conllevar al colapso de estas estructuras (Díaz & González, 2015).

## **3.3 | Patologías más frecuentes en las edificaciones. Fachadas y cubiertas.**

### **3.3.1 | Fachadas**

La conservación de las fachadas de los edificios representa un problema de vital importancia, la imagen externa e individualidad de la arquitectura de cada inmueble es inseparable del diseño de estas envolventes que sirven como barrera protectora ante los efectos degradadores de agentes diversos, que pueden ser de origen físico, químico o biológico, además a esto se suma la contaminación provocada por la evolución tecnológica y social del hombre.

El origen de las causas de los procesos de deterioro de las fachadas está asociado a factores de diversa índole en su mayoría de carácter externo y que por lo general provocan diferentes patologías en los edificios dependiendo de su diseño, de los materiales que los constituyen, etc. Estos factores pueden dividirse en sociales, de tipo técnico y acciones físico-químicas, biológicas y mecánicas (Aldoma & Farré, 1989).

**Factores sociales:** Asociados a la acción humana y varían de acuerdo a cada sociedad en específico. En el caso de la Habana Vieja las indisciplinas sociales es uno de los factores más importantes de este tipo a tener en cuenta, existe un porcentaje alto de la población local que no respeta ni cuida el patrimonio, abundan las modificaciones indebidas, apertura de vanos, grafitis, etc. Otro factor a considerar son las

intervenciones de restauración inadecuadas con utilización de materiales o técnicas desacertadas y las modificaciones indebidas de los elementos constructivos originales de los edificios.

**Factores del tipo técnico:** Tienen que ver con los defectos de diseño y ejecución de las fachadas. Los de diseños están asociados a la elección equivocada de los materiales o a los errores de proyecto y los de ejecución están relacionados con descuidos, falta de control, deficiencias en los procesos constructivos, etc. (Aldoma & Farré, 1989). En el caso de los edificios coloniales habaneros este tipo de factores no suelen entrar en las consideraciones puesto que las fachadas construidas durante el período analizado cuentan con diseños y materiales adecuados y están bien ejecutadas.

**Factores físico-químicos:** Se dividen en factores extrínsecos (acción de los agentes externos como el agua, la humedad relativa, las sales solubles, los gases, el viento, etc.) estos factores ya fueron abordados anteriormente (ver apartado 3.2), afectan de distinta manera cada uno de los soportes ya sean obras de fábrica, elementos de madera, metálicos, etc.; y por otra parte los factores intrínsecos (relacionados con la estructura, composición y calidad de los materiales empleados).

**Factores biológicos:** Relacionados con la acción agresiva de los agentes bióticos y sus residuos en los materiales que componen las fachadas. Según los autores Aldoma y Farré, 1989, se pueden dividir en tres grupos:

**Organismos que producen un recubrimiento superficial** (hongos, líquenes, musgos, plantas superiores, etc.): Atacan fundamentalmente las obras de fábrica térreas o pétreas, siendo las plantas superiores las que pueden llegar a causar los mayores estragos en las fachadas, si no se eliminan a tiempo, pues sus raíces pueden provocar fisuras, grietas o rupturas, destruir bajantes pluviales, etc., además de favorecer el aporte de agua a los muros propiciando la aparición de otras patologías. Los hongos, musgos y líquenes actúan como una esponja también favoreciendo la retención de agua y excretando algunas sustancias corrosivas.



**Figura 3.29\_** Fachada de la Calle Cuba No. 519.  
Múltiples lesiones de tipo superficial y  
modificaciones antrópicas.



**Figura 3.30\_** Fachada de la Calle Lamparilla esquina  
a Habana. Deterioro avanzado, múltiples lesiones,  
pero aun sin riesgo de fallo estructural.

**Organismos que aportan residuos contaminantes** (en el caso de la Habana Vieja, las palomas son los principales organismos en esta clasificación): Las excretas de estas aves son particularmente corrosivas para las obras de fábrica y para los elementos metálicos.

**Microorganismos:** Las bacterias son los más presentes y sus efectos están dados por la acción de las sustancias que provienen de su metabolismo. Las formas más dañinas son las que pueden transformar los compuestos químicos reducidos de azufre en ácido sulfúrico y las que transforman el nitrógeno contenido en la atmósfera y disuelto en el agua y lo convierten en compuestos de nitratos que disuelven los componentes de algunos soportes. Finalmente hay que mencionar a las bacterias que transforman los residuos orgánicos en sustancias corrosivas que atacan a los elementos metálicos.

**Factores mecánicos:** Estos tienen que ver con las condiciones de carga excesivas de los edificios por cambios de uso, los movimientos de las estructuras por acciones externas o por deformaciones de sus elementos estructurales, los asentamientos de las cimentaciones, etc. (Aldoma & Farré, 1989).

### ***Patologías más frecuentes***

En el caso de las edificaciones coloniales habaneras los procesos patológicos más frecuentes en fachadas están asociados con el aporte de agua a estas estructuras, ya sea por ascensión capilar proveniente del terreno, pues como se ha dicho con anterioridad el manto freático en esta zona se encuentra a muy poca profundidad, otros factores importantes de aporte de agua a los paramentos de fachada son las filtraciones producto a problemas en las cubiertas o fisuras y grietas en los muros, estos últimos tienen mucho que ver con la antigüedad de estos edificios y la falta generalizada de un mantenimiento constructivo periódico (ver figuras 3.29 y 3.30 y anexo 2.2.1) .

El resto de los factores que se han abordado anteriormente en los apartados de patologías en elementos estructurales (obras de fábrica, de madera y metales) son también causantes de patologías en las fachadas algunos de estos son: el viento, las sales solubles, los gases contaminantes, los agentes bióticos, las acciones antrópicas, etc.

En resumen puede afirmarse que producto a los años de explotación de estas estructuras, la falta de mantenimiento, los fenómenos climatológicos, la acción de seres vivos, las modificaciones inadecuadas, entre otros factores han conllevado a que existan actualmente un gran porcentaje de fachadas del Centro Histórico de la Habana Vieja con presencia de problemas patológicos de todo tipo, desde modificaciones superficiales (eflorescencias, costras, suciedad, manchas de humedad, desprendimiento de pinturas, etc.), eliminación o pérdida de material (erosión, desagregación, pérdidas de material o de mortero, etc.), rupturas (fisuras, grietas, desplomes, etc.), crecimiento de hongos, líquenes y plantas superiores, deterioro en elementos de carpintería y oxidación y/o corrosión en elementos metálicos. Es por ello que es de interés del presente trabajo abordar aspectos relacionados con la propuesta de acciones para resolver estos procesos de deterioro avanzado y establecer planes de mantenimiento preventivo.

### ***3.3.2 | Cubiertas***

Se puede afirmar que las cubiertas de los edificios son elementos fundamentales para lograr garantizar la protección de todo lo que se encuentra en su interior, garantizando por supuesto en primer lugar la satisfacción de las necesidades humanas, la realización correcta de las funciones determinadas para las cuales haya sido diseñado el inmueble y la preservación de las estructuras.

Actualmente en el Centro Histórico de la Habana Vieja estos elementos son los más afectados por la falta de estanqueidad, los usos y modificaciones indebidas, el deterioro propio de la antigüedad y la falta casi

absoluta de mantenimiento, por consiguiente al no cumplir las cubiertas su función primaria de impermeabilizar el edificio proliferan las patologías asociadas a las filtraciones en las estructuras producto de las precipitaciones tan frecuentes en el clima del archipiélago cubano (Portero Ricol, Recomendaciones para la conservación de los sistemas constructivos de entrepisos y cubiertas que se desarrollaron desde el siglo XVII hasta el XIX en las edificaciones de viviendas del Centro Histórico de la Habana, 2000).

Las cubiertas son elementos que pueden ser resueltos con una variedad de soluciones constructivas, como ya se ha mencionado en apartados anteriores en las construcciones habaneras del período analizado existen dos variantes fundamentales de terminación o cobertura: las tejas criollas y el sistema de enrajonado y soladura.

Independientemente del tipo de cubierta de que se trate existe varios componentes fundamentales que son comunes: la base estructural, el soporte de la cobertura y la cobertura. Además, existen otros componentes de tipo complementario: el sistema higrotérmico y el sistema de evacuación. Conociendo las características de cada uno de estos elementos podremos saber cómo es su comportamiento y los procesos de deterioro que los afectan (Monjo Carrio, Adell Argilés, del Aguila García, & al, 1999).

A los elementos de base estructural y de soporte de la cobertura de las cubiertas coloniales habaneras ya se ha hecho referencia en apartados anteriores por lo que se abordarán en el presente acápite solo las características y patologías en el resto de los componentes:

**Coberturas:** Su función fundamental es la de garantizar la estanqueidad de los edificios, su protección ante la acción de los agentes atmosféricos. Existen gran variedad de soluciones que han ido evolucionando a la par del desarrollo tecnológico de la sociedad y en dependencia de las condiciones específicas; climáticas, culturales, sociales, etc., de cada región del planeta.

Existen dos tipos de coberturas: las discontinuas (tejas, fibrocementos, losas de barro, pizarras, etc.), en este grupo se incluyen las soluciones de las edificaciones coloniales habaneras del período analizado. Por otra parte, están las coberturas continuas (membranas soldadas) (Monjo Carrio, Adell Argilés, del Aguila García, & al, 1999).

**Sistemas higrotérmicos:** Se refieren a los elementos de aislamiento térmico que se colocan bajo las coberturas para lograr temperaturas adecuadas en los locales bajo cubierta. En el caso de las edificaciones del casco histórico de La Habana se puede afirmar que el enrajonado en las cubiertas planas juega un papel fundamental en este sentido pues ayuda a proporcionar niveles adecuados de aislamiento térmico.

**Sistemas de evacuación:** Son aquellos encargados de canalizar las aguas pluviales hasta la red de saneamiento. En la Habana Vieja las soluciones de evacuación de aguas pluviales fundamentales son por caída libre o a través de un sistema de canales y bajantes pluviales, en los casos de cubiertas con coberturas de tejas criollas. En cubiertas planas con sistema de enrajonado y soladura se extiende el enrajonado y se colocan las losas de barro con pendientes suaves que conducen el agua hacia los bajantes pluviales, que por lo general están empotrados en los muros, aunque también pueden encontrarse casos donde se encuentren expuestos en patio o patinejos, no es usual encontrar bajantes expuestos en fachadas.

### ***Patologías más frecuentes y sus causas***

Como se ha mencionado anteriormente los efectos de los agentes atmosféricos son de las causas principales de aparición de patologías en los edificios, las cubiertas no están ajenas a esta afectación de hecho, son las encargadas principales de resguardar las estructuras ante las agresiones del medio. En el caso de La Habana, las variantes climatológicas a tener en cuenta son: precipitaciones, humedad, temperatura, viento y radiación solar (Portero Ricol, Las cubiertas ¿cubren?, 2008).

Además, hay que mencionar los agentes biológicos y las modificaciones antrópicas, estos últimos ya han sido abordados anteriormente; no obstante, se debe acotar en este caso que, en las cubiertas habaneras además de la acción agresiva de hongos, musgos, líquenes y plantas superiores, destaca la degradación causada por las excretas de animales, no solo las palomas, sino también aves de cría como gallinas y patos y animales domésticos (perros y gatos). Estos agentes agresores deterioran sobre todo las cubiertas planas, que en Cuba se utilizan de manera inadecuada por parte de la población local, los usos son variados: tendaderos de ropa, criaderos de aves (palomas, gallinas, patos), espacios de reunión social y juegos infantiles, por solo mencionar algunos. Todas estas actividades agreden los materiales de cobertura ocasionando patologías que pueden llegar a ser serias y que ocasionan la pérdida total o parcial de estanqueidad en estos elementos afectando posteriormente al resto de los componentes de las cubiertas y al edificio en su conjunto.

A continuación, se ofrecen datos de la influencia de los agentes agresores atmosféricos en el caso específico en las cubiertas habaneras de acuerdo a estudios realizados por la autora Portero Ricol, A. E.:

**Precipitaciones:** En el caso de Cuba son las lluvias, en otros contextos tendrían que tenerse en cuenta otros tipos de precipitaciones como el agua nieve, el granizo y la nieve. Los períodos lluviosos de mayor intensidad en Cuba están concentrados entre los meses de mayo y octubre. Al momento de diseñar los sistemas de evacuación de las cubiertas es imprescindible conocer los valores medios de precipitaciones para calcular el volumen de agua que será necesario canalizar. Las lluvias pueden llegar a ser intensas en los casos de eventos meteorológicos como ciclones tropicales, tormentas, frentes fríos, etc.

**Humedad:** La que nos ocupa es la humedad relativa, que es la relación entre la humedad contenida en un volumen específico de aire y el máximo contenido de humedad posible a esa temperatura. El aire en la Habana puede llegar a estar en ocasiones saturado de humedad<sup>6</sup>. Los valores medios en La Habana oscilan entre 30 y 50 % al mediodía y entre 90 y 100% en la madrugada.

<sup>6</sup> Se entiende por saturación del aire cuando la humedad relativa es del 100%, es decir que determinado volumen de aire tiene todo el vapor de agua que puede soportar.



**Figura 3.31\_** Crecimiento vegetal en cubierta inclinada con cobertura de tejas criollas. Tacón No. 4.



**Figura 3.32 (arriba)\_** Deterioros en cobertura de losas de barro en cubierta plana del edificio de Obrapia No. 510.

**Figura 3.33 (abajo)\_** Deterioros en cobertura y rupturas por crecimiento vegetal en cubierta plana. Iglesia de Paula.

**Temperatura:** Este factor es muy importante pues las variaciones de temperatura muy bruscas pueden ocasionar daños severos en los materiales de cubiertas que no sean suficientemente resistentes a estos cambios. En Cuba los valores medios de temperatura diaria, entre máximas y mínimas, varían en 14 ° C aproximadamente. Otro factor importante a considerar es la incidencia de la radiación solar sobre las cubiertas que puede provocar aumentos considerables de temperatura en cortos períodos de tiempo. En Cuba las temperaturas medias oscilan entre 20 y 32° en dependencia de los meses del año, siendo los meses más calurosos los de julio y agosto.

**Viento:** Es un parámetro muy variable e inestable, en La Habana es un factor importante a considerar pues es frecuente la ocurrencia de fenómenos atmosféricos con vientos de gran intensidad. Las edificaciones más cercanas al mar son las más afectadas por los vientos, la influencia de estos varía en función de la forma y altura de los edificios. La configuración urbana también es decisiva, pues modifica las direcciones e intensidades de los vientos.

La Habana Vieja por su conformación de trama urbana compacta es un ejemplo de este fenómeno. Los vientos en Cuba son de componente *Este*, sobre todo de noviembre a abril (temporada invernal) en los meses restantes giran más al *Sudeste*.

**Radiación solar:** Por la posición del archipiélago cubano, una latitud muy próxima al Trópico de Cáncer, la incidencia de los rayos solares es muy intensa durante todo el año. La radiación dura de 11 a 13 horas diarias, siendo más intensa en zonas costeras como es el caso de la Habana Vieja.

Producto de la vejez de las cubiertas de las edificaciones de La Habana Vieja y de la falta de mantenimiento es común encontrar variedad de patologías en estos elementos. Algunas de estas son erosión o fracturas en losas de barro o tejas criollas, pérdida de material en juntas, roturas y obstrucciones en canales y bajantes pluviales, crecimiento de líquenes y plantas superiores, manchas de humedad, eflorescencias, fisuras y grietas, estas patologías que se ocasionan inicialmente en las coberturas comprometen la estanqueidad de las cubiertas y dan lugar a problemas que pueden llegar a ser de envergadura en el resto de los elementos de los edificios (ver figuras 3.31 a la 3.33 y anexo 2.2.2).

Es indiscutible que las cubiertas de los edificios constituyen uno de los elementos más importantes para el correcto funcionamiento de estos. En el caso específico de las edificaciones coloniales habaneras los procesos de deterioro se deben además a la agresión de los agentes atmosféricos y biológicos mencionados con anterioridad, a la antigüedad, a las formas incorrectas de explotación y la falta de mantenimiento fundamentalmente, es por ello que se deben establecer estrategias para conservar y restaurar estos elementos y posteriormente se debe tomar conciencia y hacer un uso adecuado de ellos y realizar acciones periódicas para mantenerlos.

# CAPÍTULO IV

## CASO DE ESTUDIO. CRITERIOS DE ACTUACIÓN



ARQ. AARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ

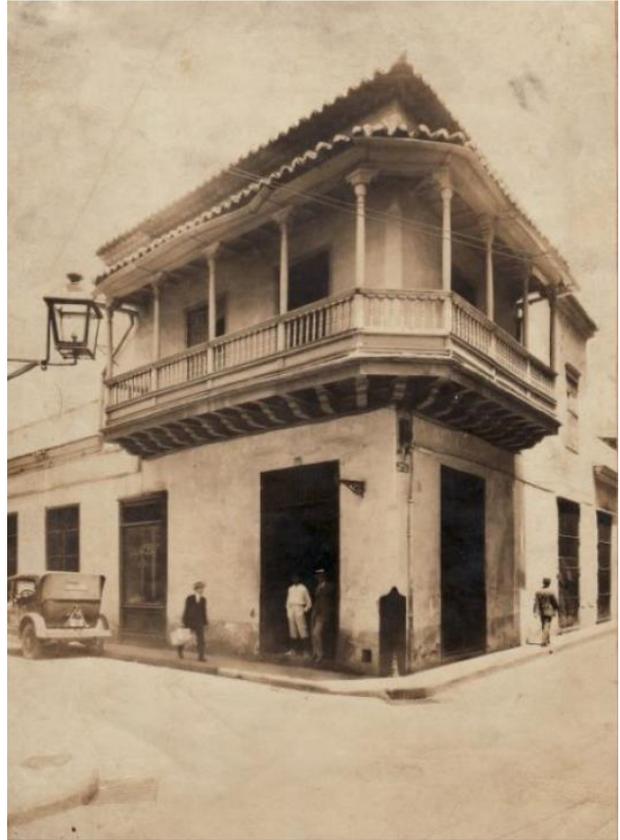
SEPTIEMBRE | 2017

## Capítulo IV. CASO DE ESTUDIO. CRITERIOS DE ACTUACIÓN

### 4.1 | Caracterización técnico-constructiva del caso de estudio

Se ha seleccionado una casa importante del siglo XVII para realizar un análisis que permita establecer pautas de actuación que se puedan generalizar al resto de los edificios del casco antiguo de la Habana construidos con materiales y técnicas similares al caso analizado, es por ello que se escoge un destacado ejemplar de edificación colonial cubana.

Se trata de un maravilloso ejemplo de casa burguesa, arquetipo de la arquitectura prebarroca cubana, muy importante y reconocida actualmente por los profesionales que estudian el patrimonio arquitectónico local debido a que fue descrita por el ilustre profesor Francisco Prat Puig en su obra cumbre “El prebarroco en Cuba: Una escuela criolla de arquitectura morisca”, de hecho, quedó inmortalizada en esta obra ya que su fachada sirve de portada al libro. Esta casa a partir de su inclusión en el libro, anteriormente mencionado, es conocida sobre todo en el ámbito de los profesionales relacionados con la conservación del patrimonio arquitectónico habanero como *Casa Prat Puig*. Está ubicada en el número 159 de la calle Brasil (antiguamente conocida como del Teniente Rey) esquina a Aguiar, pertenece al tipo de casa de planta baja con cuarto esquinero en el piso superior, es la única de estas casas que conservó su balcón de madera original hasta finales del siglo XX (Rodríguez Marcano, 2013).



**Figura 4.1** \_ *Casa Prat Puig en las primeras décadas del siglo XX.*

Tiene todas las características del tipo casa-tienda del siglo XVII, pero con determinadas particularidades que la hacen única. Posee una portada de acceso por la calle Brasil con una profusa decoración en los capiteles de las pilastras y en la cornisa del entablamento construida con sillares de piedra caliza.

El zaguán tiene un salón contiguo que se presume haya servido como oficina o despacho. El patio tiene una galería sostenida por pies derechos ochavados. A la entrada luego de pasar el zaguán y a su derecha, en un extremo de la galería, está ubicada la escalera de acceso a los dos locales del piso superior (Weiss J. E., 1968).

El cuarto esquinero con un balcón de madera, el elemento más destacado de esta fachada, incluso más vistoso que la portada, se extiende por ambas calles y tiene un chafalán en la esquina, es el único elemento de este tipo preservado del siglo XVII hasta finales del siglo XX, período durante el cual estuvo a punto de perderse en su totalidad. El balcón que encontramos hoy día es una reconstrucción con algunos elementos que se pudieron recuperar y el resto son reproducciones con un diseño idéntico a los originales. La estructura de este balcón es totalmente de madera, vigas empotradas en los muros sobre ménsulas talladas y con tablas tapando el frente (tapabocas), los pies derechos son esbeltos y columniformes, un elemento que denota la antigüedad de este balcón es la baranda compuestas por balaustres torneados

simétricos, pero cuyo torneado denota cierta tosquedad en contraposición a la mayor elaboración en los diseños, la esbeltez y asimetría de los balaustres del siglo XVIII.

El balcón está coronado con un tejadillo o sobradillo que tiene la particularidad de contar con un falso techo horizontal que oculta el encuentro en ángulo inclinado de las vigas de soporte con el muro y le provee un aspecto de obra más acabada. Las puertas que comunican este balcón con el salón esquinero son de cuarterones, anchas y bajas como era usual en este siglo.



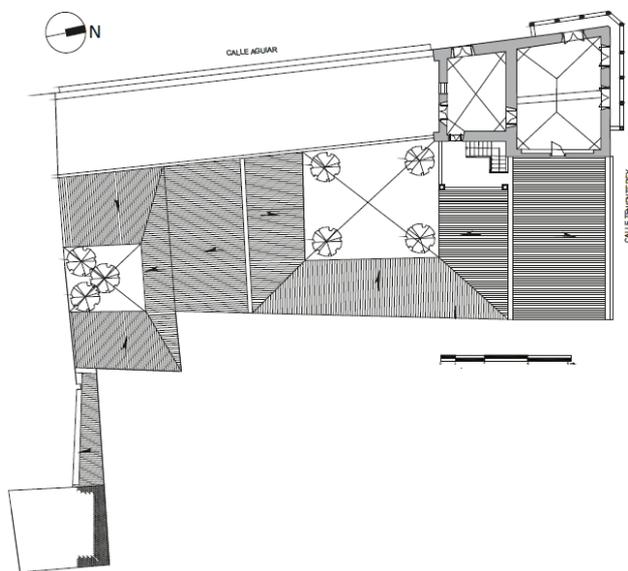
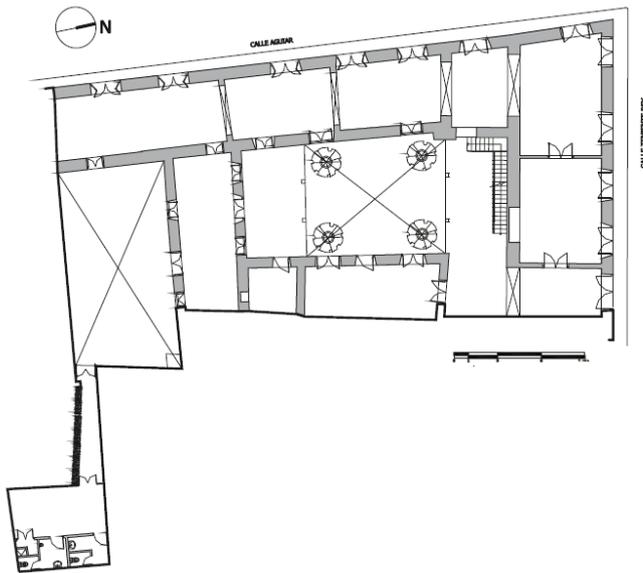
Figura 4.2\_ Casa Prat Puig en el año 2007.

Otros elementos destacados de esta casa son los techos de alfarjes de madera que cubren el cuarto esquinero y su habitación contigua, únicos aposentos de importancia, el primero cuenta con un techo de cuatro faldones y harneruelo con doble estribado (parhilera), con tirantes pareados en el centro y cuadrales en las esquinas, todos apoyados en ménsulas, que también se encuentran en las esquinas sencillas y dobles en el centro de los lados cortos, pero estas últimas solo tienen función decorativa. El alfarje de la habitación pequeña, es similar (par y nabo), pero de menores dimensiones, sin tirantes ni harneruelo. La decoración de estos alfarjes es sencilla, se limita al estriado de los pares y la moldura “abilletada” que corre por encima de las soleras y entre tirantes y ménsulas.

El patio tiene dos galerías transversales sostenidas por pies derechos ochavados de madera, la comunicación entre el patio y el traspatio se produce a través de una habitación larga y estrecha. A la calle Aguiar da a un local de amplias dimensiones logrado a partir del empleo de grandes arcos transversales de medio punto de ladrillos, este local se comunica con el exterior a través de cinco sendas puertas clavadas, de dos hojas con postigos, mientras que en el interior solo una daba acceso, por lo que Weiss presenta la hipótesis, muy acertada de que el uso de esta estancia era comercial. Al extremo contrario a este local, luego de pasar el patio encontramos otro de menores dimensiones, que se presume tendría función de aposento para la servidumbre (ver planos generales de la casa\_ anexo 3.2).

Los revoques saltados encontrados durante la restauración de la casa, así como las investigaciones arqueológicas realizadas confirman las conjeturas del profesor Prat Puig en cuanto a las técnicas y materiales con las que fueron construidos los muros de la casa. En las esquinas, y espaciados convenientemente a lo largo de los muros exteriores se construían rafas o cadenas conformadas por sillares o ladrillos, en las caras externas e internas, dispuestos en hiladas irregulares y unidos entre sí con barro, el espacio entre piedras se rellenaba con barro impuro y cascajo, los espacios entre rafas se construían mediante la técnica de tapial y luego las hiladas de tapial se reforzaban con dos o tres hiladas de ladrillos. Los vanos eran fortalecidos de igual manera con ladrillos o sillares en sus jambas, a modo de dintel se colocaba un tronco grueso de madera conocido como *timba*. Los sillares o ladrillos estaban unidos con mortero de cal y arena. Como ya se ha dicho anteriormente en la parte superior de los muros se colocaban gruesas vigas de madera (soleras) sobre las que descansaban las estructuras de madera de los forjados (alfarjes) logrando de esta forma la distribución uniforme de las cargas de estas estructuras hacia los muros.

Los muros internos están contruidos con mampostería de piedras medianas o pequeñas unidas con mortero de poca cal y mucha tierra (mampuestos), también se utilizaba de manera intercalada la técnica del tapial. Los arcos están contruidos con ladrillos y todos los revoques y enlucidos son de morteros de cal y arena.

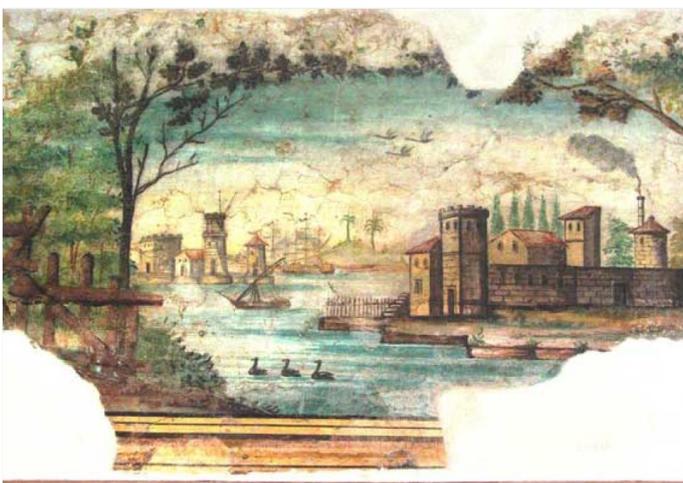


**Figura 4.3 (arriba)** \_ Planta baja actual. Casa Prat Puig.

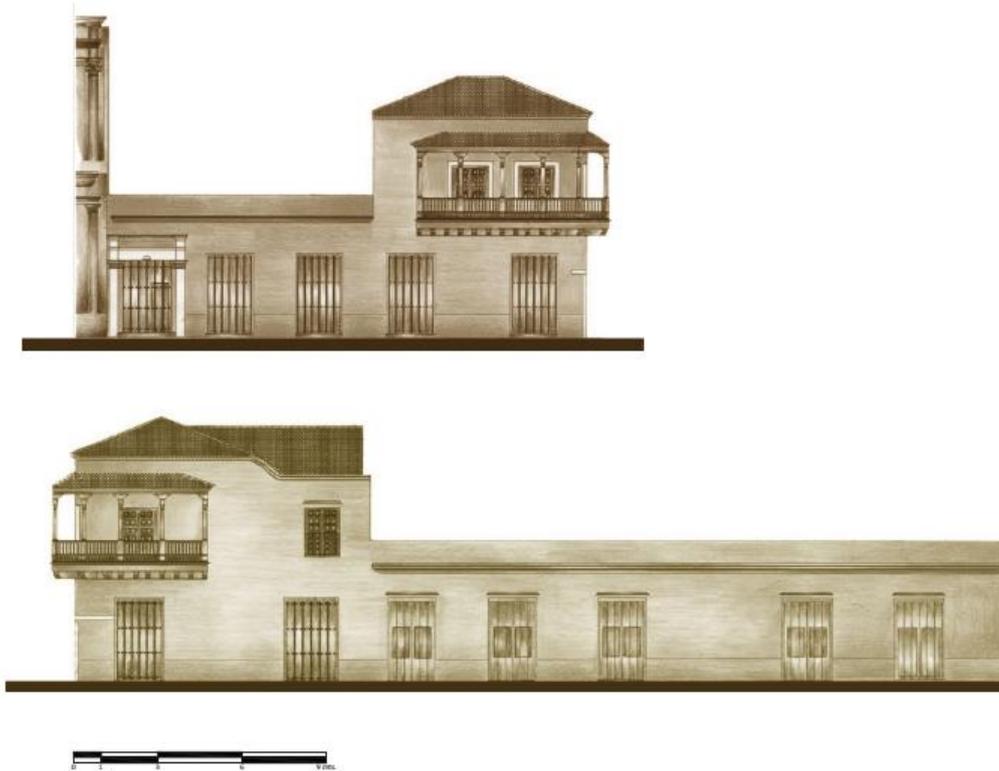
**Figura 4.4 (abajo)** \_ Planta alta actual. Casa Prat Puig.

En el caso de la fachada el enlucido original era pigmentado, es decir el color iba incluido en la capa de terminación de mortero por lo que no se deben aplicar pinturas en estos paramentos, los muros interiores si estaban pintados con cal.

Otros elementos destacados que llegan hasta nuestros días de esta casa son las pinturas murales, con un acertado estudio de colores, materiales y técnicas, especialmente en los enlucidos, se ha logrado rescatar gran parte de ellas. La de mayores dimensiones se encontró en la galería posterior del patio y se retiró mediante la técnica del stacco, arranque de pintura mural con parte del revestimiento que la soporta. Esta pintura mural se encuentra en exhibición actualmente en otra de las importantes casas coloniales habaneras, la de la calle Obispo No. 117-119, que actualmente funciona como el Museo de la Pintura Mural (figura 4.5).



**Figura 4.5** \_ Pintura mural retirada mediante la técnica del stacco y exhibida en el Museo de la Pintura Mural.



*Fachadas de la Casa Prat Puig.*

**Figura 4.4** (arriba)\_ Alzado por la calle Aguiar.

**Figura 4.5** (abajo)\_ Alzado por la calle Compostela.

## 4.2 | Procesos de restauración. Resultados en el tiempo.

A partir del año 1999 comienza el proceso de restauración de esta emblemática casa, este proceso dura hasta el año 2007. La realización del proyecto estuvo a cargo de la Arquitecta Ayleen Robainas García como proyectista general y un equipo interdisciplinar conformado por ingenieros (civiles, hidráulicos, eléctricos, etc.), historiadores, arqueólogos, diseñadores, presupuestistas, etc. En el año 2006 se otorga el Premio de Restauración al Proyecto de la casa en el VI Salón de Arquitectura Cubana de Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción (UNAICC) (Rodríguez Marcano, 2013).

Esta casa, catalogada con Grado de Protección I, estuvo habitada en sus inicios por la familia Martínez Oropesa y luego por la Crucet Limendoux, mantuvo su función de vivienda con comercio hasta finales del siglo XIX, luego se adaptó a funciones enteramente comerciales. En el siglo XX sufre un período de intenso abandono y desidia utilizándose como ciudadela, comenzó a sufrir múltiples transformaciones por lo que llegó a la fecha de la restauración, año 1999, en un estado ruinoso (Oliva Suárez, 2014) (ver evolución de la casa\_ anexo 3.1).

El proyecto tuvo el objetivo primario de devolver la edificación a su imagen original mediante el respeto a sus valores históricos, arqueológicos, constructivos y arquitectónicos. Se trató de mantener su distribución espacial, solo adicionando algunos tabiques e instalaciones que permitieran su adaptación a los requerimientos actuales. Se rescataron todos los elementos originales aún utilizables como muros (sillares, mampuestos y tapial), elementos de madera (alfarjes, pies derechos, balcón, carpinterías), pinturas

murales y enlucidos, etc. Así mismo se reprodujeron los elementos faltantes con diseños idénticos a los originales. Solo es discutible el hecho de que no se planteó la diferenciación entre los elementos nuevos y los preexistentes por lo que la lectura del documento histórico se falsea, una persona que visite actualmente la casa es incapaz de reconocer la diferencia entre lo original y lo reproducido, lo que es cuestionable de acuerdo a las teorías actuales de la restauración.

El proyecto de recuperación de la casa fue minucioso en cuanto a investigaciones históricas y arqueológicas, así como en las soluciones constructivas y de instalaciones, no obstante al llevarlo a la práctica se realizaron múltiples modificaciones por diversas causas, entre las que destacan, la falta de recursos materiales que provocó la utilización de soluciones poco acertadas, incompatibilidades entre las distintas especialidades, escaso rigor técnico en la dirección de la obra, desvinculación y poca comunicación entre proyectistas y constructores. A esto se suma el hecho de que al concluir la restauración el edificio quedó cerrado, es decir no se le otorgó ningún uso específico, ni tampoco se estableció un plan de mantenimiento por lo que comenzó nuevamente el proceso de deterioro de esta casa.



**Figuras 4.6 y 4.7\_ Fachada de la Casa Prat Puig en la segunda mitad del siglo XX.**

### ***Acciones de restauración, rehabilitación y conservación realizadas.***

#### ***Cimentaciones. Obras de fábrica, revestimientos y pinturas.***

Al realizar las inspecciones preliminares en la casa no se apreciaron patologías que indicarán daños o fallos en las cimentaciones. No existían indicios de asentamientos, grietas u otro deterioro que pudiera indicar algún problema en el terreno bajo el edificio.

Si se encontraron patologías en las zonas bajas de los muros por modificaciones superficiales (manchas de humedad, eflorescencias, etc.) y desprendimientos de pintura, mortero y material constituyente de los muros por un evidente aporte de agua y sales solubles provenientes del terreno por remonte capilar.

Los problemas de patologías por humedades aún persisten en los muros de la casa pues durante la intervención no se ejecutó ninguna barrera antihumedad, por lo que la causa que da origen al deterioro sigue presente.

Según una tasación realizada en el año 1870 y los datos recopilados in situ se puede afirmar que los muros de la casa son de disímiles materiales: los de fachada son de sillares de piedra, en los interiores la mayor parte son de tapia y rafas de piedra, en la panda oeste son de mampuestos y existen algunos tabiques divisorios mixtos (mampuestos, tapia y ladrillos), y todo parece indicar que estos últimos fueron construidos en alguna reforma efectuada en la casa en el siglo XIX. (Lee, 1999).

Al comienzo del proceso de restauración se procedió a demoler todos los elementos impropios y luego a la consolidación de los muros y arcos, respetando y protegiendo las pinturas murales originales.

En las fachadas luego del picado de los revestimientos en mal estado se aplicaron capas de mortero y enlucido pigmentado. En la memoria descriptiva del proyecto se especifica claramente que los morteros a emplear se elaborarían in situ a base de cal (Lee, 1999). Es evidente que no existió un rigor en la dosificación de estos morteros pues en poco tiempo aparecieron patologías como desprendimientos más o menos superficiales. Además, en varios muros los deterioros indican el uso de cemento portland en los revocos utilizados para la restauración.

Se dejó vista parte del muro de sillares tanto por la fachada que da a la calle Brasil como la que da a la Aguiar, como testigos que muestran la estructura de estas fábricas.

En los interiores los morteros utilizados fueron también de cal y en la capa de enlucido se aplicó pigmento en cantidades muy pequeñas para lograr un color blanco sucio, atendiendo a las catas realizadas en los muros donde se hallaron restos de las pinturas originales.



**Figuras 4.8 | 4.9 y 4.10** \_ Fachadas de la Casa Prat Puig. Antes de comenzar la restauración, año 1999.

### *Elementos estructurales de madera*

El proyecto, en lo referido a estos elementos, se limitó a la realización de planos estructurales generales y de detalles de los alfarges de los cuartos del piso alto, el balcón con sus tejadillos, el de parhilara de la primera crujía, a los colgadizos con pendientes al patio y al resto de los forjados planos.

Gran parte de estas estructuras se habían perdido total o parcialmente y las soluciones que se utilizaron en cada caso fueron tomadas paulatinamente a través de la elaboración de informes técnicos detallados y planos. Solo se estableció como premisa inicial que no serían empleados refuerzos de perfiles metálicos,

hormigón armado o ningún otro material que no fuese madera con dimensiones similares a las originales en aras de respetar el carácter histórico del edificio (Lee, 1999).

Finalmente, solo se ejecutaron de manera correcta y respetuosa con el patrimonio, los techos inclinados de alfarjes, la estructura del balcón y los forjados planos.

Los faldones de las galerías del patio y los locales contiguos al zaguán fueron sustituidos por troncos de madera rolliza de pésima calidad y con largos menores que los de las vigas preexistentes por lo que fue necesario variar la pendiente de estas cubiertas a un agua, además de ser más cortas tenían una sección insuficiente y fueron secados de una manera inadecuada por lo que comenzaron a deformarse provocando otras patologías como fracturas de las tejas que a su vez provocaron filtraciones que comenzaron a deteriorar los muros.

Aunque inicialmente al menos en apariencia fueron solucionados de manera correcta los deterioros existentes en los alfarjes del cuarto esquinero y su habitación contigua, así como la estructura del balcón y su tejadillo, los vicios ocultos comenzaron a aparecer en poco tiempo lo que ha conllevado a tener que seguir interviniendo en la restauración de la casa.

Por otro lado, la escalera se había perdido completamente y gracias a la investigación histórica se pudo conocer como estaba construida y se reprodujo integralmente con maderas nuevas.

### Cubiertas

Todas las cubiertas de los techos inclinados eran de tejas criollas, las pocas que se encontraban aún colocadas en 1999 estaban en un estado pésimo por lo que tuvieron que ser sustituidas totalmente. En el interior del patio se repuso todo el sistema de canales y bajantes pluviales de cobre que se había perdido, el drenaje de los alfarjes de los cuartos del piso alto continuó siendo por caída libre y en las cubiertas planas se empleó el sistema de enrajonado y soladura de losas de barro cuadradas de 20 centímetros de lado colocadas a junta corrida (Lee, 1999). La evacuación de las aguas de estas cubiertas fue resuelta mediante bajantes pluviales de policloruro de vinilo empotrados en los muros



**Figura 4.11\_** Vista de las cubiertas de la Casa Prat Puig. Antes de la restauración, año 1999.



**Figura 4.12\_** Intervención desafortunada en los faldones de las galerías y el ala este de la Casa Prat Puig durante la restauración, año 2005.

La intervención en las cubiertas se realizó de manera adecuada, es decir en los elementos de cobertura y sistema higrotérmico; no obstante las afectaciones en los soportes de las coberturas y en las bases estructurales, así como la falta de mantenimiento condicionaron la pronta aparición de patologías en las coberturas como roturas de tejas criollas con todas lo que esto presupone, filtraciones que afectan la estructura de madera de los alfarjes, deterioro de muros, crecimientos de plantas superiores, etc.

### *Otros elementos (carpinterías, herrerías, pavimentos y pinturas murales)*

Las puertas, ventanas y rejas de la casa se habían perdido casi completamente por lo que luego de un profundo análisis histórico se reutilizaron los elementos originales aún servibles y se reprodujeron los faltantes atendiendo a los diseños encontrados en fotografías y otros documentos históricos.

Los pavimentos empleados fueron de losas de piedra (o isleñas como se les llama comúnmente) en espacios abiertos o semiabiertos de la casa (zaguán, patio, galerías, traspatio) y losas de barro cuadradas de barro de 20 centímetros de lado para los locales interiores.

Se realizaron catas en todos los muros de la casa y se encontraron muchos restos de pinturas murales, el más grande y de mayor valor encontrado en una galería del patio, como se mencionó anteriormente, fue extraído mediante la técnica del stacco y está expuesto en el Museo de la Pintura Mural, el resto de las pinturas halladas fueron restauradas y protegidas (Lee, 1999).

### *Resultados en el tiempo*

Luego de culminarse el proceso de restauración en el año 2007, la casa permanece cerrada en espera de ser empleada como dependencia de la Dirección de Patrimonio de la Oficina del Historiador, esto nunca ocurrió y luego de unos pocos años de abandono el edificio pasa a ser administrado por la Escuela Taller de la Habana, esto ocurre aproximadamente en el año 2009.

Los profesores de la Escuela Taller de La Habana, muchos de ellos ingenieros y arquitectos, asumen a



**Figuras 4.13 y 4.14\_** Intervención en las fachadas y el balcón de la Casa Prat Puig, 2005.



**Figura 4.15\_**  
Colocación de los tensores arriostrando la fachada. Dos por cada arco de medio punto, 2009.

partir de recibir el edificio, la tarea de tratar de solucionar los problemas que a solo 2 años y algunos meses de haberse culminado la restauración del inmueble ya habían aparecido, para ello hacen uso de sus conocimientos, de sus escasos recursos y del empleo como fuerza de trabajo de los alumnos de la escuela.

Algunos de los locales de la casa comienzan a emplearse con fines educativos (talleres de maquetación, de carpintería, de albañilería y de pintura mural), con las propias prácticas de los estudiantes se fue tratando de dar solución a algunos de los problemas que presentaba la casa.

Los especialistas estructurales (profesores de la escuela) dirigidos por el Ing. Pedro Rodríguez Sánchez detectaron una grieta considerable que atravesaba el edificio de arriba a abajo y al parecer estaba produciendo el desplome de la fachada que da a la calle Aguiar.

Determinaron que la causa posible de la aparición de esta grieta, era el empuje de uno de los arcos de medio punto existentes en la planta baja, es por ello que se colocaron 4 tensores de acero de 20 milímetros de diámetro, 2 por cada lado del arco, para contrarrestar su empuje.

Se comenzaron a realizar mediciones periódicas con micrómetro para las que se instalaron 3 puntos fijos a ambos lados de la grieta (figura 4.16), estos controles corroboraron que la grieta estaba sumamente activa. Se midió la magnitud del desplome del muro y se comprobó que en el punto más crítico el desplazamiento era de aproximadamente 8 centímetros. Es importante destacar que durante la colocación de uno de los tensores se descubrió el extremo de un antiguo tensor colocado durante el siglo XIX y que fue retirado lo que reafirma la teoría de que el arco debió estar arriostrado cuando se construyó y que la inexistencia de este tensor era el origen de las lesiones en el muro de fachada (Rodríguez Sánchez, 2010).

La colocación de los nuevos tensores ha detenido en buena medida el posible desplome del muro de fachada; no obstante lo cierto es que luego de mediciones que se han ido realizando desde el 2009 hasta la fecha se ha determinado que la grieta sigue activa aunque en menor medida, por lo que se presume que además del empuje del arco, otra causa



**Figura 4.16\_ Mediciones de las grietas en el muro de fachada que da a la calle Aguiar, 2009.**



**Figuras 4.17 y 4.18\_ Colocación de cimbra de madera en arco de medio punto para garantizar la seguridad de las labores de colocación de los tensores, 2009.**

posible puede ser el empuje del alfarje más pequeño (par y nabo) de la habitación contigua al salón esquinero que no tiene tirantes y que posiblemente con el deterioro de algunos de sus elementos componentes dada su antigüedad y la acción del agua, esté cediendo de manera continua. Este tema es de vital importancia para la preservación de esta edificación y aún es un asunto pendiente de resolver. De cualquier modo, los daños hasta el momento son reversibles, pero deberán atajarse a tiempo para evitar que se siga deteriorando esta casa e impedir así tener que invertir cuantiosos recursos nuevamente en otro largo proceso de restauración.

Muchos de los problemas detectados en los muros además de ser provocados por la presencia excesiva de humedad se deben al empleo indiscriminado de cemento portland en las dosificaciones de los morteros empleados, en la restitución de los recubrimientos dañados o faltantes, las lesiones van desde eflorescencias y manchas hasta fisuras, grietas, desprendimientos, etc.

Se comprobó que el balcón había descendido y estaba girando hacia afuera, por lo que se procede a apuntalarlo y se realiza una inspección de los elementos de apoyo del mismo descubriéndose que los canes y contracanes que soportan la estructura tenían una tabla intermedia de 4 cm de espesor que estaba totalmente podrida lo que estaba provocando el descenso y el giro de la estructura. Mediante gatos hidráulicos se sustituyó esta tabla y se llevó el balcón a su posición.

Por otra parte, el estado que tenía el faldón que cubre la galería anterior del patio, ya era grave en el 2010, los rollizos deformados comenzaron a cargar el falso techo (viguetas horizontales) que no estaba preparado para recibir esta carga, además de la presencia de termitas que habían debilitado la estructura, por lo que fue necesario apuntalarla. Los profesores de la Escuela Taller entonces se vieron obligados ante la imposibilidad de acceder a la madera necesaria para sustituir está cubierta, a desmontarla y sustituirla por otra de perfiles metálicos, con la justificación de que al quedar oculta con el falso techo no sería necesario rescatar la estructura con madera como era en sus inicios.

La nueva estructura recupera la pendiente original y descarga el falso techo, elemento no diseñado para recibir otras cargas que no fuesen las de su peso



**Figura 4.19\_** Reparación del balcón de la Casa Prat Puig, 2011.



**Figura 4.20\_** Intentos fallidos de sustitución de elementos podridos o pandeados en el alfarje del salón esquinero, 2011.



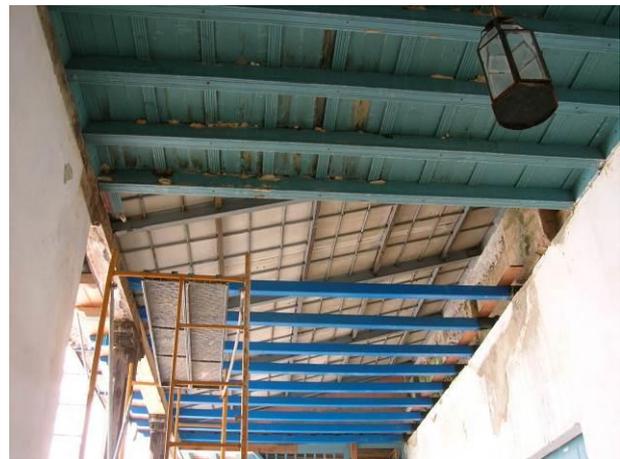
**Figura 4.21\_** Reparación de la segunda rama de la escalera, 2011.

propio. A modo de tablazón se colocaron encima de los perfiles metálicos, placas de cemento, luego láminas bituminosas y por último se colocaron las tejas curvas de barro (tejas criollas). Esta decisión ha sido cuestionada fuertemente por la dirección de la Oficina del Historiador de la Habana provocando mucha polémica, pero como constituyó una obra de emergencia permanece así hasta el día de hoy.

En este mismo estado, pero aún sin peligro de colapso se encuentran el faldón del ala este y la galería posterior de la casa, que aún están en espera de ser sustituidos.



En el caso de la armadura de pares del alfarje del salón esquinero, se comprobó que existieron muchos problemas de ensamblaje de las piezas durante la restauración de 1999-2007, en la que se realizaron prótesis de madera en los pares, ejecutadas de manera incorrecta, por lo que actualmente el techo funciona como un mecanismo, las múltiples uniones realizadas han creado articulaciones en las viguetas, que tendrían que ser continuas, por lo que al tratar de apuntalar una parte del techo para sustituir un elemento, el resto se mueve. Sería entonces necesario apuntalar esta estructura totalmente para intervenirla, y la Escuela Taller no ha contado con los recursos y el apoyo necesarios para realizar estas labores, por lo que su solución aún está pendiente.



**Figura 4.22 y 4.23\_** Intervención en la galería anterior, sustitución de faldón de troncos rollizos por otro de estructura metálica, 2011.

En el caso de la segunda rama de la escalera que da acceso al piso superior de la casa, fue necesario sustituirla por su pésimo estado, además fueron rectificadas los pasos que no tenían las dimensiones correctas de acuerdo al proyecto de restauración. En cuanto a las carpinterías, en su gran mayoría, las hojas de puertas y ventanas habían aumentado de volumen por la presencia de humedad, tenían presencia de termitas y algunos largueros y(o) peinazos estaban torcidos, por lo se sustituyeron las partes dañadas y se realizaron ajustes en las que presentaban buen estado; estas acciones solo se han realizado en parte de las carpinterías dañadas quedando aún muchas por reparar.

Otros de los problemas importantes encontrados ya en 2010 fueron (Rodríguez Sánchez, 2010):

- Desagregación en los muros que han provocado deterioros en las pinturas murales (temas pendientes de solución).
- La segunda rama de la escalera se encontraba en pésimo estado (esto ya fue solucionado por los alumnos y profesores de la Escuela Taller).
- Carpintería deteriorada, además de otros problemas en las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, entre otros (la mayor parte de estos problemas persisten).

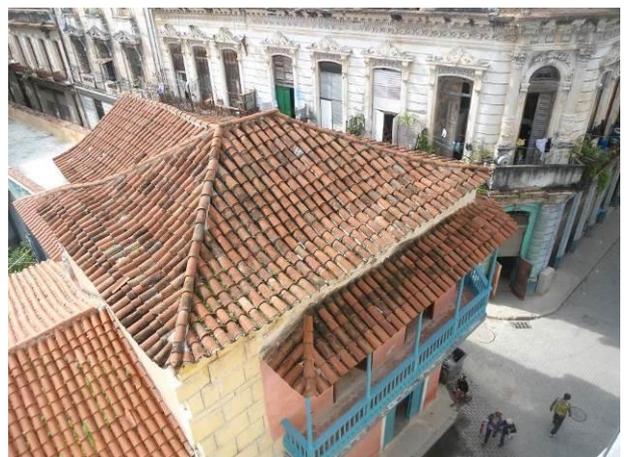
### *Determinación de algunas de las causas de las patologías*

Las principales causas de la aparición de las patologías anteriores y posteriores a la intervención del 1999-2007 se deben a la acción del agua (manchas de humedad y desprendimiento de revestimientos en los muros de planta baja), roturas de tejas criollas, crecimiento de plantas superiores, entre otros deterioros en las cubiertas, estos a su vez provocan filtraciones que deterioran paulatinamente las estructuras de madera de los techos y forjados y aportan humedad a los muros que los disgregan.

Estudios recientes ayudan a conocer los mecanismos involucrados en los procesos de alteración de los materiales en esta casa y brindan información vital acerca las causas de los procesos de deterioro. En los tiempos actuales resulta imprescindible la realización de estudios con el empleo de los avances tecnológicos, ya sea con toma de muestras para su posterior análisis de laboratorio o de ensayos aplicados con el uso de la instrumentación adecuada y toma de datos in situ.

En Cuba aún se tiene que trabajar mucho en la creación de conciencia acerca de la realización de este tipo de estudios para que en un futuro lo más cercano posible se conviertan en una práctica habitual en los procesos de conservación del patrimonio arquitectónico.

El estudio al que se hace referencia tuvo el objetivo de caracterizar la contaminación ambiental en la Casa Prat Puig, se basó en la medición de la velocidad de deposición de contaminantes cloruro y dióxido de azufre. Se emplearon tres métodos: el de la filtrasita (determinación de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>))<sup>7</sup>, el del paño seco (determinación de iones cloruro)<sup>8</sup> y el de la determinación del polvo sedimentable (determinación del polvo ambiental)<sup>9</sup>. Se hicieron mediciones periódicas a lo largo de un año y luego se calcularon valores medios mediante métodos estadísticos, como referencia se utilizó la norma ISO 9223<sup>10</sup>.



**Figuras 4.24 | 4.25 y 4.26\_**  
Estado actual de las cubiertas de la Casa Prat Puig

<sup>7</sup> NC 120108: 1982. Determinación del contenido de dióxido de azufre en la atmósfera.

<sup>8</sup> NC 120109: 1988. Determinación del contenido de cloruros en la atmósfera.

<sup>9</sup> Corvo F.E., 1985. Metodología de análisis de corrosión atmosférica del CENIC, La Habana.

<sup>10</sup> ISO 9223: 1992. Corrosion of metals and alloys. Classification of corrosivity of atmospheres. International Standard Organization.



**Figuras 4.27 y 4.28\_**

*Fachadas de la Casa Prat Puig, febrero de 2015. Antes de la última intervención del año 2016.*

Los valores promedio de contaminación obtenidos son  $45,96 \text{ mg/m}^2 \times \text{día}$  para el dióxido de azufre y  $38,08 \text{ mg/m}^2 \times \text{día}$  para los iones cloruro, estos valores permiten clasificar la agresividad del entorno de la casa según la norma anteriormente mencionada como media-alta. Las concentraciones más altas se obtuvieron entre los meses noviembre a abril que corresponden a la época seca del año y las más bajas de mayo a octubre (período lluvioso)

En cuanto al polvo ambiental y su higroscopicidad resultan bajos predominando la materia orgánica en el exterior del edificio.

Los principales factores contaminantes son: los gases de combustión de los vehículos, chimeneas de restaurantes y hoteles, aguas contaminadas de la bahía, acumulación de desechos generados por el hombre, roturas en los drenajes fecales, aerosol marino, entre otros lo que unido al clima tropical húmedo existente provocan altos índices de contaminación ambiental en la zona.

Luego de estas mediciones se enumeraron una serie de recomendaciones por parte de la autora del estudio basadas en su mayoría en la sustitución de materias primas y combustibles contaminantes en los procesos tecnológicos y(o) productivos, lo que deberá conllevar por consiguiente a una modificación radical de estos procesos, establecer medidas de control ambiental y más específicamente al caso que nos ocupa recomienda el uso de morteros monocapa de base cal<sup>11</sup> para la solución de las patologías presentes en los muros de la casa, señalando estos como los elementos más afectados (Salgado Ravelo, 2011).

### *Estado actual y expectativas futuras*

En fecha tan temprana como el año 2016 se destina otro presupuesto para la intervención en la casa por parte de la Dirección de Inversiones, dado su estado de deterioro generalizado a solo 9 años de haber sido restaurada de manera integral. En este propio año se acometen labores de restauración de la fachada, ya concluidos, con resultados bastante satisfactorios, estas acciones se realizaron atendiendo al reclamo de la dirección de la Oficina del Historiador, dado el estado lamentable en que se encontraba el edificio; no obstante la secuencia constructiva lógica obligaba a comenzar a restaurar desde las cubiertas, pues si solo se restauran las fachadas sin eliminar las causas que originan las lesiones se estaría desperdiciando tiempo y recursos.

<sup>11</sup> Fichas Técnicas: 604/3.99, MAPE-ANTIQUEMC, Mortero de color claro, deshumidificante sin cemento, para edificios históricos y 605/3.99, MAPE-ANTIQUUEFC, Mortero fino, de color claro sin cemento para edificios históricos.

Será imprescindible entonces solucionar los problemas de filtraciones de las cubiertas para garantizar la durabilidad del resto de los elementos de la casa. Estas serán las primeras tareas a acometer en la edificación: sustitución de tejas criollas partidas y(o) mal colocadas, desmonte de techos del ala este y galería posterior y construcción de los mismos con una correcta pendiente y con viguetas de madera dura de sección adecuada y con la longitud correcta que permita rectificar la pendiente original de los faldones, se recomienda utilizar la sección de 18 x 20 centímetros como era habitual en su época de construcción siempre y cuando se señale de alguna manera que las vigas colocadas no son las originales.

Rectificar los remates de las tejas criollas en unión con el muro medianero, limpieza, rectificación de juntas y sustitución de losas deterioradas de barro de 20 x 20 centímetros en las cubiertas planas, desobstrucción de bajantes pluviales empotrados, revisión, reparación y (o) desobstrucción de canales y bajantes pluviales de cobre expuestos (patio).

A la par de la realización de estas acciones de restauración se deberán consolidar los muros que presenten mal estado, empleando materiales compatibles con la composición de los mismos, haciendo énfasis en la prohibición de uso del cemento portland. Una vez que se culminen las labores en las estructuras fundamentales de la casa (forjados, cubiertas y fábricas) y que se compruebe que no existen filtraciones y que los sistemas de evacuación de aguas pluviales funcionan correctamente se procederá a restaurar el resto de los elementos del inmueble que presentan deterioros: puertas, ventanas, rejas, pavimentos, pinturas murales, etc.) (Hernández Dueñas & Mok Hernández, 2016).

Dado que las soluciones, materiales y técnicas con las que fue edificada esta casa, son similares a una gran parte de la arquitectura colonial del Centro Histórico de la Habana Vieja, del período analizado, se pueden establecer criterios de actuación que pueden ser útiles para intervenir en otros inmuebles similares, siempre siendo conscientes de que cada caso es particular y debe analizarse de manera individualizada, por lo que no se trata de copiar recetas miméticamente sino de tomar las experiencias positivas en la práctica de la restauración y aplicarlas al caso del edificio que se trate, teniendo en cuenta todas y cada una de las especificidades del cada edificio histórico.



**Figuras 4.29 | 4.30 | 4.31\_ Fachadas y balcón de la Casa Prat Puig luego de la intervención más reciente, año 2016.**



**Figura 4.31 a**  
*Fachada de la casa Prat Puig vista  
por la calle del Teniente Rey*

## 4.3 | Criterios de actuación. Elementos estructurales.

### 4.3.1 | Cimentaciones

Como se ha mencionado con anterioridad las lesiones por fallos en las cimentaciones no son comunes en las edificaciones coloniales habaneras; no obstante, los profesionales dedicados a la conservación deben conocer las secuencias y métodos de actuación correctos en el caso de que se produzcan fallos estructurales de este tipo.

Lo primero será realizar una inspección detallada del edificio localizando y midiendo todas las fisuras y grietas detectadas. Se deben tomar notas de las fechas y datos recogidos durante estas inspecciones, en caso de ser necesario se deberán realizar croquis o reflejar en los planos del edificio, las formas y dimensiones estas fisuras o grietas.

Con el objetivo de conocer la evolución de la apertura de las grietas conviene colocar encima de estas una capa uniforme de yeso de unos pocos milímetros, aunque lo ideal sería la colocación de *extensímetros*, que brindan una medición exacta. La rotura del yeso o la variación de apertura en los *extensímetros* brindarán información acerca de si se trata de grietas estabilizadas o no y del nivel, el avance y el peligro de los deterioros.

Por otro lado, se deberá medir el posible desplome de las estructuras verticales (muros y columnas) y(o) la inclinación de las estructuras horizontales (vigas, forjados, etc.). Estas mediciones deben registrarse minuciosamente y realizarse de manera periódica para conocer el avance del deterioro y poder tomar determinaciones a tiempo. Lo más usual sería en casos de grietas activas y(o) desplomes significativos proceder al apuntalamiento parcial o total de la estructura del edificio (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

Luego de haber corroborado que existen grietas o desplomes provocados por posibles fallos en la cimentación del inmueble se procede a realizar una inspección directa de estos elementos. Este tipo de reconocimiento es factible en el caso de las cimentaciones de la mayoría de las edificaciones civiles habaneras, puesto que la profundidad de las zapatas es relativamente escasa, por lo que se pueden realizar calas o pozos en puntos notables hasta alcanzar los apoyos con el terreno, conviene apear estas zapatas y acodarlar los macizos descubiertos durante las excavaciones para garantizar la seguridad de la estructura. Esta primera inspección brinda información importante acerca del estado de conservación de las cimentaciones, sus dimensiones, aporta además alguna información acerca de la composición del suelo y los niveles de humedad presentes.

Cuando los cimientos tienen gran profundidad como puede ser el caso de las grandes fortalezas militares o algunas edificaciones religiosas habaneras el reconocimiento directo se complica y se hace más costoso, por lo que será más factible la realización de estudios geotécnicos que nos permiten conocer de manera certera la composición de los diferentes estratos que conforman el suelo y la resistencia de cada uno.

Se deberán además buscar posibles fugas en tuberías de agua o desagües e inspeccionar los alrededores en busca de posibles excavaciones u obras cercanas.

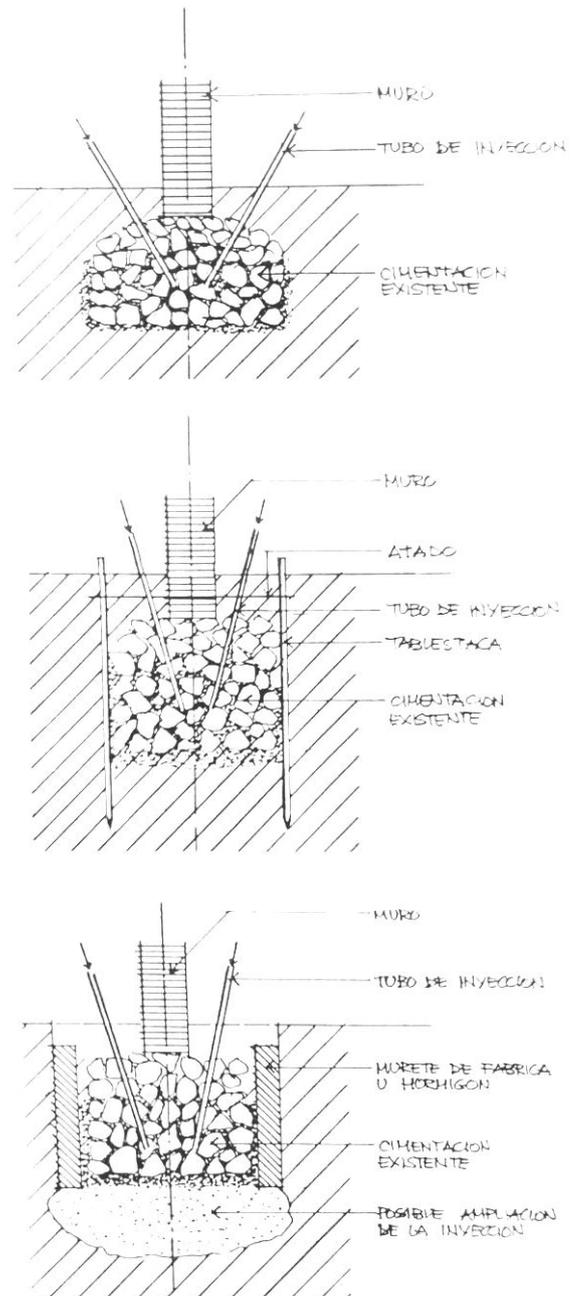
Luego de que se confirme que las causas de la aparición de las patologías están dadas por algún fallo en las cimentaciones se debe escoger la solución que más convenga según el caso específico de que se trate. En todo momento se deberán tomar todas las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de los trabajos, los apeos y acodalamientos deben revisarse de manera sistemática, tanto su puesta en carga como su descarga debe ir acompañada de un seguimiento riguroso y de una medición de los efectos que pueden llegar a provocar en las grietas o desplomes que presenta el edificio.

Debe tomarse en consideración que la realización de labores en las cimentaciones de edificios existentes es sumamente compleja y la determinación de acometerlas debe estar muy bien justificada y se realizará siempre luego de haber realizado todos los estudios previos que corroboran que las patologías provienen de fallos en los cimientos o alteraciones del suelo.

Existe muchas y variadas soluciones para reforzar cimentaciones en mal estado y para el mejoramiento de suelos, elegir la correcta dependerá en gran medida de la experiencia y el tino del proyectista. En cualquier caso, de los que se trata es de encontrar una solución sencilla que garantice la seguridad del edificio, que elimine las causas que originaron las lesiones y haciendo énfasis en la seguridad de la ejecución.

## Refuerzos o recalces

Existen muchas variantes y tipos de recalces de cimentaciones. No es objetivo del presente trabajo explicarlos todos, solo se hará referencia a algunas soluciones típicas en cimentaciones de poca profundidad, pues como ya se ha dicho son las más usuales en las edificaciones analizadas del Centro Histórico de la Habana Vieja.



**Figuras 4.32 | 4.33 y 4.34 (de arriba hacia abajo) \_**  
Tipos de recalce o refuerzos.

- Por inyección con lechada o mortero de cemento.
- Por inyección confinada con barrera de tablestacas.
- Por inyección confinada entre muretes.

Los recalces o refuerzos superficiales son principalmente de tres tipos (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998):

- *Tipo I* (cuando el área de apoyo es suficiente pero la cimentación se encuentra en mal estado o fue ejecutada de manera incorrecta).
- *Tipo II* (cuando la cimentación fue ejecutada de manera correcta y está en buen estado, pero el área de apoyo es insuficiente).
- *Tipo III* (cuando no es factible la reparación de la cimentación existente y es necesario construir una nueva. En algunos casos puede emplearse la cimentación existente como parte de la nueva solución o esta puede ser eliminada por completo).

A continuación, se explican brevemente algunas soluciones de recalce en cimentaciones superficiales:

- *Refuerzo mediante inyección:* Se trata de la inyección a presión de lechada o mortero de cemento, con el objetivo de mejorar la resistencia en cimentaciones débiles. Es usual su utilización en cimentaciones de edificios antiguos, como es el caso de los analizados, donde se puede dar el caso que existan cimientos ciclópeos de argamasa de cal y arena degradados con espacios comunicados que permitan la penetración fácil de la lechada o mortero (figura 4.32).

La inyección debe comenzarse desde el fondo y el contorno de la cimentación preexistente, esperar que fragüe esta primera capa y luego proceder a continuar inyectando de abajo hacia arriba.

- *Refuerzo mediante inyección confinada en barreras de tablestacas:* Se usa fundamentalmente en zapatas aisladas y en terrenos con mucha capacidad de absorción o permeabilidad. Es una solución más costosa, basada en la hincada de tablestacas rodeando el cimiento con lo que se garantiza su correcto refuerzo y el control del volumen de material inyectado (figura 4.33).

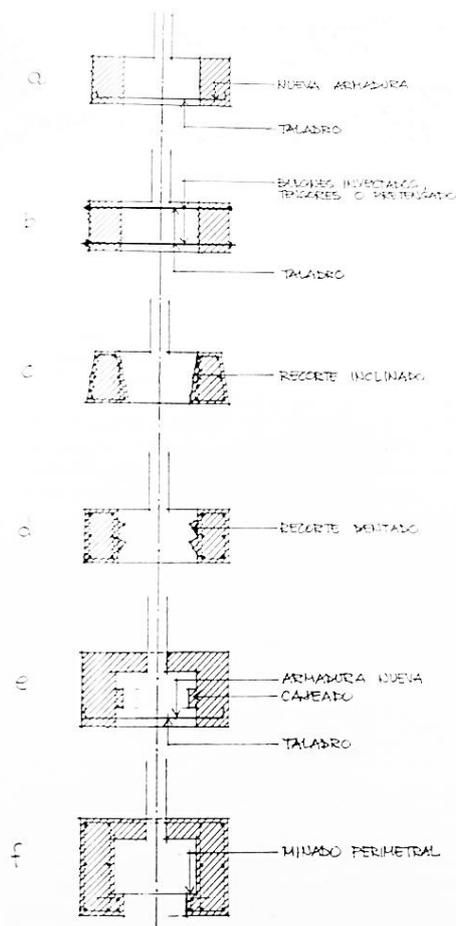


Figura 4.35\_

Formas de reforzar una cimentación por el contorno.

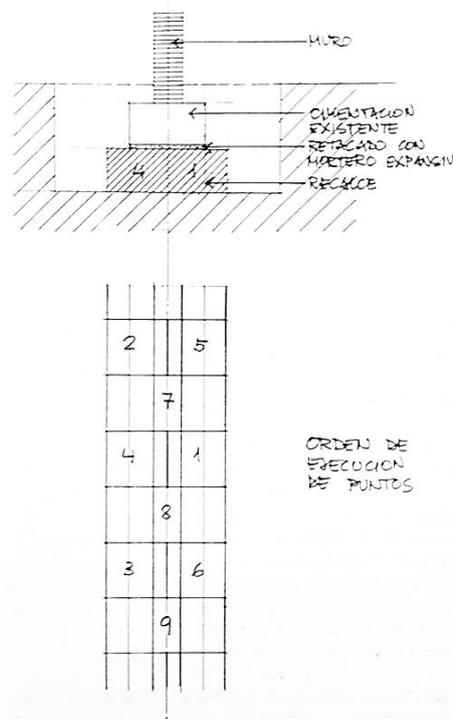


Figura 4.36\_

Ampliación de cimentación corrida por debajo.

- *Refuerzo mediante inyección confinada entre muretes:* En esta solución se construyen muros de albañilería (ladrillos o bloques de hormigón) alrededor de los cimientos a reforzar para evitar que se escape la lechada o mortero de cal que se inyecte. Esta solución es más barata que la de tablestacas, pero tiene el riesgo de que se disgreguen los cimientos antiguos durante la operación de construcción de los muretes (figura 4.34).
- *Ampliación de la cimentación por el contorno:* Se trata de aumentar la superficie de apoyo de la cimentación preexistente aumentando el contorno de la misma. Puede mantenerse el mismo canto de la cimentación antigua (figura 4.35 del a hasta el d) o aumentarse el canto por encima (figura 4.35 e; f). El hormigón nuevo debe quedar unido al viejo y debe tener una resistencia similar, para que ambas piezas funcionen en conjunto. En los casos en que no se pueda asegurar el trabajo conjunto de ambas piezas se deberán colocar refuerzos de barras ya sean de acero o fibra de vidrio, etc.
- *Ampliación de la cimentación por debajo:* Se trata de construir una nueva zapata debajo de la existente (figura 4.36) que garantice que la cimentación resista la carga real que está actuando o que se planea que va actuar. Esta solución es más sencilla de ejecutar en zapatas corridas que en las aisladas y ofrece además una ejecución más factible que la ampliación por contorno. Debe velarse no obstante por que se realice por puntos, es decir en fases sucesivas o bataches y se descargue mediante apeos la cimentación existente para evitar posibles desplomes.
- *Mejora del terreno:* En esta solución se busca mejorar las características del suelo debajo de la cimentación existente creando un elemento estructural resistente entre la cimentación y el terreno, que logre una mejor distribución de las cargas en un área mayor. Se realiza mediante la inyección a presión de fluidos (lechada de cemento, resinas, etc.) que al endurecer mejoran las propiedades del terreno. Estas inyecciones pueden realizarse de manera abierta, es decir sin confinar el espacio en el que se pretende actuar o confinando por medio de tablestacas.

En los casos de que no sean factibles ninguna de las variantes mencionadas anteriormente se deberá construir una nueva cimentación. Las soluciones más frecuentes son las *sustituciones de zapatas aisladas o corridas o por punteado*, las dos primeras como sus nombres indican se refieren a la construcción de nuevas zapatas que asuman las cargas que no pueden resistir las antiguas cimentaciones. En el caso de las zapatas aisladas la sustitución es compleja pues deberá demolerse totalmente la zapata antigua con todos los requisitos de seguridad que esto requiere, con una ejecución rigurosa de los apeos, por otro lado, la sustitución de zapatas corridas es más sencilla pudiéndose actuar por puntos sin necesidad de efectuar descargas totales si los muros sobre las zapatas están en buen estado y no tienen demasiados vanos.

En cuanto a la *sustitución por punteado* consiste en la construcción de una cimentación nueva en los laterales o el perímetro de la preexistente, mediante el uso de hormigón armado o puentes de acero. No se requiere que la cimentación antigua colabore con el reparto de cargas, pues estas serán asumidas por las nuevas piezas. El cálculo de este tipo de solución es más complejo, pero se considera una variante más segura en su ejecución pues se mantiene la cimentación existente.

En algunos casos es necesaria la adopción de otras soluciones de recalce profundo para cimentaciones superficiales como son los casos de los (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998):

- *Refuerzos profundos en pozos* (método manual que consiste en la excavación de pozos de 1 a 2 metros de ancho y de profundidad variable que se ejecuta por puntos, entibando los pozos y luego construyendo los muros de recalce, esta solución no es factible cuando hay presencia de gran cantidad de agua en el terreno).

- *Refuerzo profundo con pilotes o micropilotes* (estos recalces son necesarios cuando el estrato resistente está a una gran profundidad y cuando es necesario atravesar para llegar al firme algunos estratos débiles y(o) con presencia de agua. Este método es válido para zapatas aisladas y corridas y se recomienda el uso de pilotes excavados con herramienta helicoidal, las excavaciones pueden ser verticales y(o) inclinadas. Los micropilotes generalmente tienen diámetros variables de 100 a 300 milímetros y pueden ser hormigonados por gravedad o a presión, su resistencia puede variar según el tipo de 10 a 100 toneladas.

Como se ha comentado en capítulos anteriores, en la mayor parte de los edificios coloniales habaneros, se trata de cimentaciones de 1 a 2,5 metros de profundidad y de hasta 2 metros de anchura compuestas por hormigones ciclópeos de cal y arena, que en muchos casos contienen además barro sin cocer. Dado que las estructuras que soportan son anchos muros de 0,60 a 1 metro de espesor, las zapatas son corridas por lo que se deduce que los recalces superficiales, explicados anteriormente, serían los más factibles para ser empleados en estos edificios.

No obstante, como también se ha mencionado antes no se trata de establecer fórmulas únicas, cada caso en específico requerirá un estudio pormenorizado y una solución particular que será consecuencia directa de los resultados que arrojen las inspecciones y estudios que se realicen in situ.

#### 4.3.2 | Obras de fábrica

Para establecer algunos criterios de intervención en las obras de fábrica hemos de referirnos, tal y como se ha hecho en el capítulo anterior, a los materiales más usados en la conformación de estos elementos: la tierra y la piedra.

##### Tierra

Antes de elegir las técnicas de intervención y los materiales a emplear para la solución de las patologías en muros de tierra se deberá realizar un diagnóstico completo que permita definir las causas que están ocasionando la aparición de estos procesos patológicos, además se debe realizar un seguimiento de la evolución de los mismos. Sin conocer al detalle la causa que provoca la patología seremos incapaces de poder solucionarla. Para realizar diagnósticos correctos será en muchos casos necesaria la realización de ensayos in situ o en laboratorios especializados luego de la extracción de muestras (ver anexo 3.5).

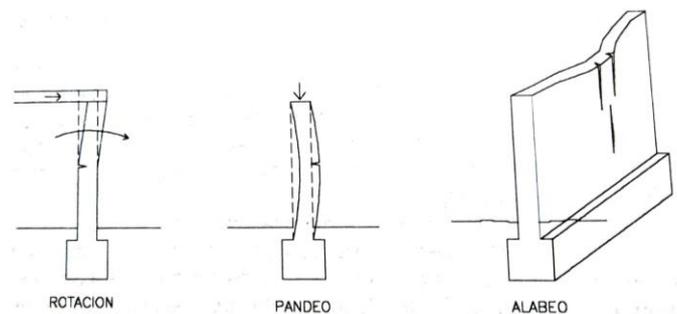


Figura 4.37\_ Deformaciones típicas en obras de fábricas.

##### Solución de patologías estructurales

Las obras de fábrica (muros) de tierra, muy utilizadas como ya se ha dicho anteriormente en las edificaciones coloniales habaneras, reciben sobre todo cargas verticales y horizontales por arrostramiento. Teniendo en cuenta su condición de hiperestatismo pueden sufrir dos

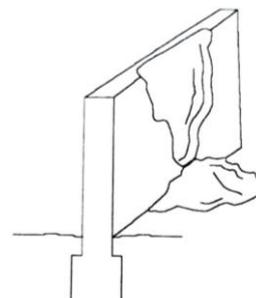


Figura 4.38\_ Rotura por desmoronamiento.

tipos de lesiones: **deformaciones** (desplomes y alabeos) y **roturas** (fisuras, grietas y desmoronamientos) (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

En los casos de *deformaciones o roturas* en las obras de fábrica de tierra (tapial, ladrillos, adobe) y también en muros de mampuestos se deben considerar dos tipos fundamentales de refuerzo: los *cosidos* y los *zunchados*.

**Zunchados:** En dependencia de las fuerzas que están actuando en las obras de fábrica y la magnitud de las lesiones: *deformaciones y(o) roturas* se decidirá qué tipo de zunchado aplicar, esta técnica está fundamentada en la colocación de un refuerzo lineal en el borde superior de los muros o en algún punto intermedio, dependiendo de las cargas a contrarrestar, estos zunchos pueden ser metálicos, de madera o de hormigón. Pueden quedar vistos o embebidos en el interior de los muros.

**Cosidos:** Se trata de coser las grietas mediante la inserción en los muros de barras de acero inoxidable, fibras de vidrio, carbono, poliéster o poliamida. Esta técnica puede llegar a cambiar la forma de trabajo mecánico en muros de fábrica, que en esencia trabajan transmitiendo cargas verticales, las barras introducidas durante el cosido trabajaran a tracción cohesionando los elementos que han quedado sueltos en las fábricas y pueden llegar a deformar la línea de trabajo a compresión en dependencia de la forma en que se coloquen los refuerzos (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

En cada caso se deberá estudiar y escoger la variante correcta de acuerdo a la composición del muro. Mientras más pequeños sean los elementos componentes de los muros, más difíciles de ejecutar serán los cosidos, siendo los muros de tapia los más complejos de coser. Los morteros a emplear en los cosidos deben ser inertes con las fábricas, se recomienda la utilización de la cal en conjunto con consolidantes de resinas vinílicas (Llopis, 2017).

Estos tipos de intervenciones deberán valorarse antes de proceder a su ejecución, si resultan muy complejas o costosas quizás convendría emplear algún tipo de solución más adecuada y respetuosa con los edificios históricos como es el caso de la sustitución total o parcial de las obras de fábrica por otras nuevas utilizando técnicas y materiales similares, en cualquier

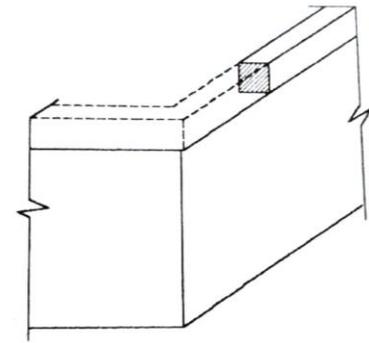


Figura 4.39\_ Esquema de zunchado en coronación.

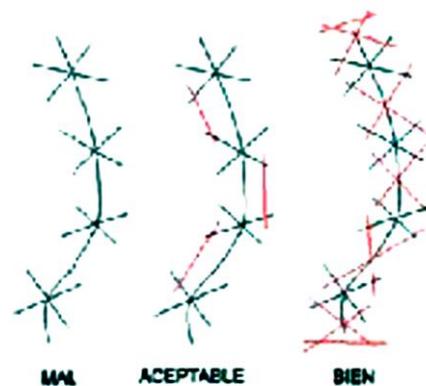


Figura 4.40\_ Imágenes de cosidos de grietas. Esquemas de modo correctos de ejecución.

caso lo que debe evitarse es la introducción de elementos de refuerzo demasiado vistosos que compitan con las estructuras preexistentes o la sustitución de las obras de fábrica por muros contruidos con técnicas actuales que desvirtúen la esencia de las construcciones antiguas.

Luego de la eliminación de las causas que originaron las lesiones en las obras de fábrica: deformaciones y(o) roturas se puede proceder a reparar la lesiones en sí con toda seguridad de que no volverán a aparecer.

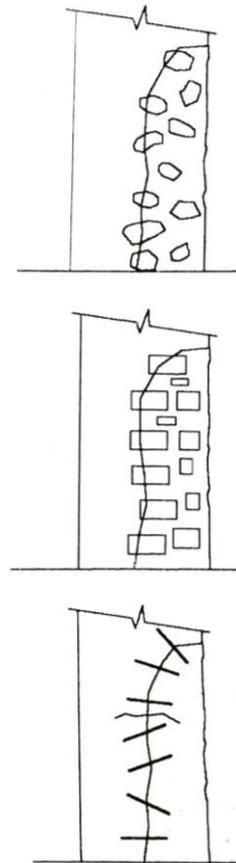
### **Solución de patologías ocasionadas por la acción del agua**

El agua, es el elemento más importante que provoca la aparición de lesiones en las obras de fábrica de tierra dada la gran capacidad de absorción de estos elementos y su propensión al desmoronamiento y el reblandecimiento.

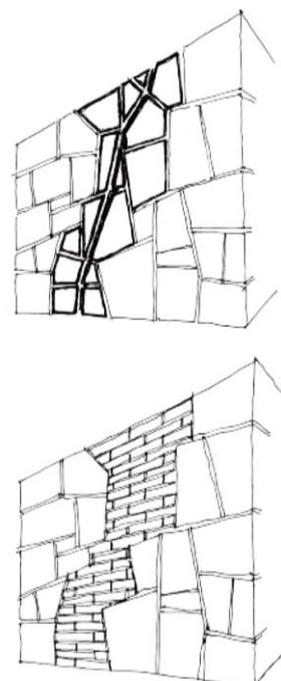
Las principales causas de aparición de patologías están dadas por la ascensión capilar de agua proveniente del terreno, ante este problema conviene crear barreras capilares impermeables, a este tipo de solución hemos de referirnos más adelante en el apartado 4.4.1 / Fachadas.

En casos de aporte de agua por filtración desde exterior se deberán aplicar revestimientos formulados a base de cal, a los que conviene ayudar con la aplicación de protección extra por medio de pinturas minerales o lechadas de cal al 10%. Pueden aplicarse también tratamientos de hidrofugación superficial a base de silicatos o xilóxanos.

Cuando se trate de pérdida de material superficial en los muros por erosión bastará con aplicar morteros de cal y áridos compatibles con la fábrica de que se trate y con las dosificaciones adecuadas. Pero si las pérdidas de masa en los muros son importantes se deberá proceder al saneado de la zona erosionada y luego rellenar los faltantes con morteros de cal y mezcla de tierra, mampostería de relleno, pudiendo emplearse pedazos de ladrillos o piedras o incluso el cosido con mallas y varillas de acero inoxidable o fibras de vidrio, poliéster, carbono, etc. (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).



**Figura 4.41** (de arriba abajo) \_ Reparación de desmoronamiento. Relleno atado con:  
\_ Mampostería  
\_ Ladrillos  
\_ Varillas inertes



**Figura 4.42**\_ Reintegración de partes faltantes en obras de fábricas.

## Piedra

En las edificaciones coloniales habaneras construidas con sillares de piedra las principales patologías son hasta el momento de tipo superficial, en su mayoría. Como ya se ha mencionado en el capítulo anterior, los deterioros presentes no comprometen la estructura de los edificios. Predominan las manchas de humedad, costras negras y erosión superficial por la acción del agua, el viento y los gases contaminantes. Proliferan las plantas parásitas superiores cuyas raíces crecen entre las juntas de sillares fundamentalmente, estas van deteriorando los soportes de modo paulatino y provocan la aparición de lesiones como erosión superficial, desagregación de la piedra, pérdida del material de juntas entre sillares y en algunos casos fisuras, grietas o fracturas del material pétreo.

Uno de los tratamientos a aplicar en estos elementos es la *consolidación*, con esta técnica se busca lograr la cohesión de los soportes pétreos, mejorar su resistencia mecánica. La *consolidación* consiste en la aplicación de productos que permitan el enlace entre los elementos sanos de las piedras y las partículas sueltas o deterioradas. Se debe garantizar que los productos aplicados penetren en el interior de la piedra para evitar que solo se consolide la capa superficial de estos elementos, el consolidante una vez haya penetrado en el interior de los materiales pétreos debe pasar de estado fluido a sólido produciéndose el enlace de las partículas en la piedra y disminuyendo la porosidad abierta.

Existen gran variedad de productos consolidantes, para elegir el correcto se deberá tomar en consideración que no cambien de color al solidificar, que no aporten sales solubles que puedan producir otras patologías en las piedras, y no que no modifiquen de manera significativa las propiedades de estos elementos, sobre todo su permeabilidad al vapor de agua.

Este tipo de tratamiento debe utilizarse en casos donde existan daños en la piedra que hayan sobrepasado las capas superficiales y que comprometan la capacidad portante de estos elementos, en el caso de las edificaciones habaneras se deberán considerar, dado su estado actual, tratamientos de protección superficial. Antes de aplicar estos tratamientos se deberán limpiar estas superficies con técnicas adecuadas, estas serán abordadas en el apartado 4.4.1 | *Fachadas*.

En cuanto a los procedimientos de protección de la piedra, tienen como objetivo su salvaguardia superficial y la disminución de los efectos de los agentes agresores, por lo general consiste en la aplicación de productos químicos que las hagan hidrorrepelentes. Deben escogerse productos transparentes que no varíen el aspecto de la piedra.

Los productos de protección o consolidación superficial pueden ser *inorgánicos*, *orgánicos* u *organosilícicos* (semiinorgánicos) y actúan consolidando e hidrofugando la superficie pétreo (Soriano Cubells, 2012).

- **Inorgánicos:** Están compuestos por minerales inorgánicos de una naturaleza similar a la piedra, son frágiles atendiendo a sus propiedades mecánicas y poco penetrantes, solo rellenan los huecos con tamaños entre 50 y 100 micras; no obstante, ofrecen una protección duradera por su resistencia a los efectos de la intemperie.

Al ser aplicados reaccionan con la piedra produciendo compuestos insolubles en agua, son capaces de consolidar superficies pétreas poco coherentes. Son muy recomendados para ser aplicados en rocas calizas, particularmente las de color blanco. El principal inconveniente de estos compuestos es su coloración blanquecina y que solo pueden aplicarse en piedras muy porosas, pues cuando la porosidad de la piedra es poca no se llega a producir completamente el proceso de carbonatación (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

Los compuestos activos más comunes de los productos comerciales de consolidación inorgánicos son: los hidróxidos de calcio y de bario, el bicarbonato de calcio, aluminato de potasio, fluorsilicatos, silicato de potasio, sulfato de aluminio y ácido fosfórico (Soriano Cubells, 2012).

- **Órganicos:** Tienen una composición diferente a la piedra. Luego de ser aplicados forman una capa adhesiva hidrofugante que cubre la piedra y reviste los capilares y conductos porosos. Si se quiere aplicar tratamientos de limpieza a las superficies pétreas que impliquen el uso de agua no deberán realizarse preconsolidaciones con compuestos orgánicos pues son muy hidrofóbicos.

Estos compuestos tienen una naturaleza y un comportamiento muy distintos a las piedras, esto hace que tengan algunos inconvenientes como por ejemplo, una durabilidad mucho más limitada que los compuestos inorgánicos, ante la exposición a los rayos UV pueden cambiar de color, permiten la transferencia de humedad al interior de la piedra pues solo crean una capa adhesiva superficial pero no colmatan los poros.

Estos compuestos son muy adhesivos y viscosos y pueden penetrar más que los inorgánicos si se emplean los disolventes adecuados (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

Los compuestos activos más comunes de los productos comerciales de consolidación orgánicos son: metacrilato+etilmetilmetacrilato, metacrilato+etilacrilato, polimetilmetacrilato, poli-n-butilmetacrilato, derivados del bisfenol A, butanodioldiglicidil éter, alifáticos polifuncionales, resinas epoxídicas, poliuretano, poliestireno, etc. (Soriano Cubells, 2012).

- **Organosilícicos:** Son compuestos de naturaleza semiinorgánica, basados en el *silicio*. Su composición química se asemeja a los compuestos orgánicos basados en el *carbono*. Estos elementos en presencia del agua se hidrolizan formando sílice que reacciona estableciendo enlaces electrostáticos con el retículo polar de los minerales o mezclándose con grupos de oxidrilo de estos minerales que componen las piedras, consiguiendo de esta forma un efecto de protección y consolidación (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

Existen compuestos organosilícicos de composición química muy sencilla y otros muy complejos, pero en sentido general su uso es muy recomendable ya que son fáciles de aplicar, no colmatan los poros o fisuras en la piedra, permiten la difusión del vapor de agua a la vez que son impermeables al agua líquida, no presuponen modificaciones de la apariencia superficial de la piedra (cambios de color o brillo), tienen buena penetración, no producen productos químicos secundarios dañinos, son estables ante los agentes químicos y las radiaciones UV y su aplicación es reversible.

Los compuestos activos más comunes de los productos comerciales de consolidación organosilícicos son: alquil-silanos, alcoxi-silanos, polilquil-alcoxi-silanos, polisiloxanos. (Soriano Cubells, 2012).

A modo de resumen se debe acotar de que aunque al parecer, dadas las características de los productos de protección y consolidación de los materiales pétreos, son los compuestos organosilícicos, los más factibles para ser aplicados en las edificaciones habaneras, por todas las ventajas que ofrecen, lo correcto será realizar pruebas in situ y en laboratorios especializados antes de decidirse a aplicar alguna de estas soluciones.

Los resultados de la aplicación de cualquiera de estas formulaciones variará de acuerdo a múltiples, como son las características concretas de la piedra de que se trata, del edificio en particular, de las condiciones climáticas del área donde esté enclavada la estructura y de los agentes agresores principales que inciden en la edificación.

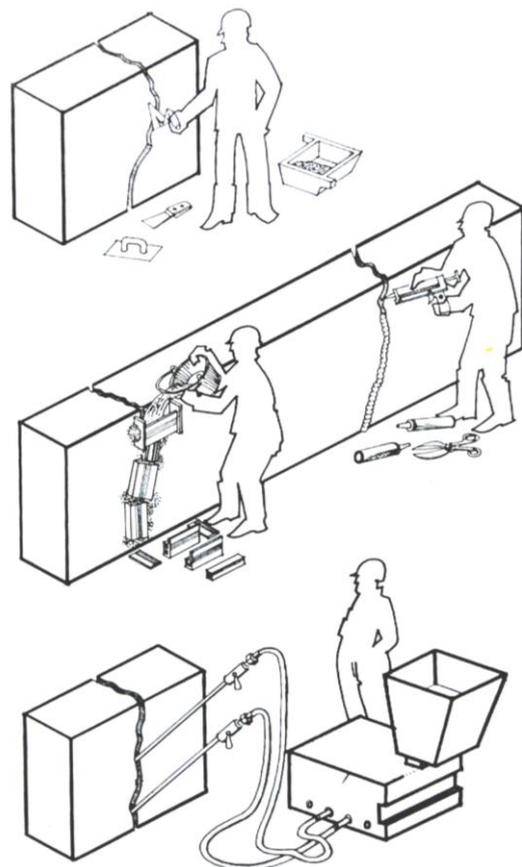
Previo a la aplicación de un producto determinado se deben extraer muestras con vistas a medir en un laboratorio especializado las reacciones provocadas en la piedra: cambios de color, porosidad, penetración capilar, impermeabilidad al agua líquida, permeabilidad al vapor de agua, etc. Además se deberán realizar ensayos de envejecimiento acelerado y simular la acción de agentes de alteración y sus posibles efectos deteriorantes.

### **Técnicas básicas empleadas en la reparación de obras de fábrica**

A continuación se abordan brevemente algunas de la técnicas usuales empleadas en la reparación de muros de fábrica según al autor Ripollés Díaz, F. (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998), se hace mayor énfasis en las que se consideran más apropiadas para ser usadas en las edificaciones habaneras.

**Relleno y grapado de fisuras o grietas:** Luego de haber resuelto las causas que han originado las fisuras se puede proceder a rellenarlas. El grado de calidad de esta técnica depende de la profundidad con que se realice, puede adoptarse la solución de solo tapar las fisuras superficialmente (*sellados superficiales*) o proceder a rellenar todos los vacíos internos en el muro mediante las operaciones de *rellenos en profundidad*.

- **Sellados superficiales:** Se trata de sellar las fracturas con un material sellante a nivel superficial, se debe proceder antes al picado de los bordes de las fisuras para aumentar la superficie de adherencia del material sellante. Existen tres tipos de sellantes: los **rígidos** (generalmente morteros de cal y arena (en muros antiguos), que pueden llevar aditivos para minimizar la retracción. Estos sellantes suelen ser aplicados con paleta o cuchara de albañil); los **semielásticos** (suelen ser morteros también de cal y arena, pero con alguna resina epoxídica o bien alguna solución caucho natural o sintético. Se aplican generalmente con espátula, dada su viscosidad); los **elásticos** (generalmente siliconas que se aplican con pistola estándar de silicona compuesta por pistón, cartucho y boquilla). Tener en cuenta antes de realizar cualquier sellado que se deberán elegir correctamente los sellantes más idóneos que sean compatibles con los muros a reparar, en el caso de las edificaciones coloniales habaneras se prohíbe la utilización de cemento portland.
- **Rellenos en profundidad:** Al igual que en los sellados superficiales se deben picar los bordes de las fisuras a sellar. Los sellantes serán de los mismos tipos que en el caso anterior: rígidos, semielásticos y elásticos. Si la amplitud de las grietas lo permiten se pueden rellenar por gravedad mediante la utilización de sencillos bebederos, pero si se



**Figura 4.43\_ Formas de relleno de fisuras y grietas.**

quiere lograr una penetración más eficaz y la cubrición y macizado de todo el interior del muro deberá aplicarse la inyección a presión.

- **Grapado de fisuras o grietas:** Se trata de la unión de las partes fracturadas en los muros mediante grapas metálicas, esta operación es conocida como grapado, lañado, cosido, zurcido, etc. Se insertan las grapas en los muros en sentido transversal a las fisuras a intervalos regulares con pocas distancia entre unas y otras, se deben realizar cajuelas en los muros dentro las que irán insertadas las grapas que luego se fijarán con morteros de agarre compatibles con los muros a reparar.

El inconveniente de está técnica está dado por la inserción en los muros de elementos metálicos que son propensos a sufrir procesos de corrosión con el consiguiente aumento de volumen y pueden ocasionar daños más graves que los iniciales. Es por esto que es recomendables utilizar grapas de acero inoxidable o realizar cosidos con barras de fibras de vidrio, carbono, poliéster o poliamida.

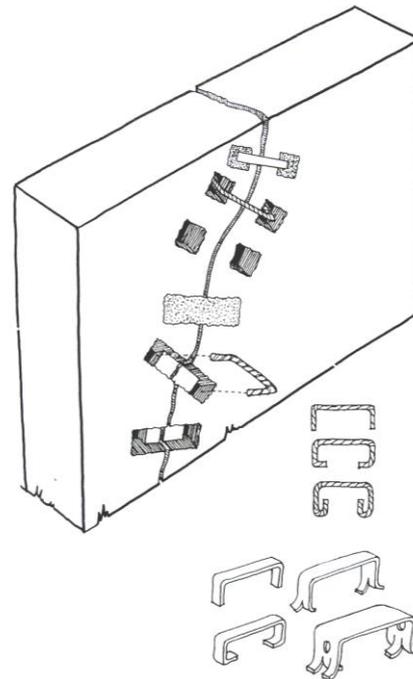


Figura 4.44\_ Grapado de fisuras o grietas.

**Sujeción a elementos firmes:** Técnica empleada cuando existen amplios paños de muros con deformaciones (desplomes o alabeos) y consiste en la introducción de elementos constructivos adicionales que detengan los movimientos de las fábricas y transmitan los esfuerzos actuantes hacia otros elementos constructivos.

Los elementos auxiliares pueden trabajar a tracción: tirantes (tensores) ó a compresión: codales y tornapuntas.

- **Tensores:** Los tirantes son barras o tubos de acero que trabajan a tracción, su tipo y dimensiones se deberán definir por medio del cálculo estructural. Las uniones de las cabezas de los tirantes a los muros deberán realizarse mediante piezas de reparto (placa, perfil u otra pieza especial) a las cuales se fija el tensor mediante soldadura, con clavijas-cuñas pasante o con tuercas o contratueras, este último es el modo de fijación más frecuente y fácil de realizar.

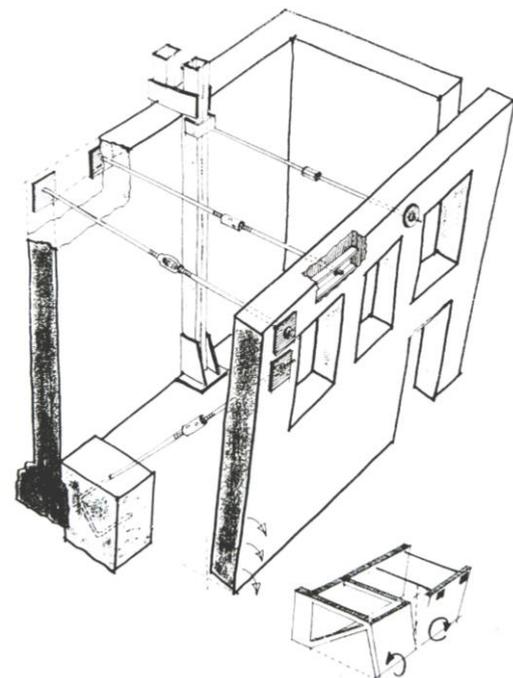


Figura 4.45\_ Sujeción a elementos firmes: tensores, codales y tornapuntas

Los tensores deben ponerse en carga mediante el acortamiento de su longitud para lo cual deben contar con algún aditamento roscado que permita la realización de esta operación. El tensado deberá realizarse poco a poco y bajo la supervisión y control de profesionales capacitados, de existir varios tirantes, estos deben ser puestos en carga simultáneamente.

- **Codales y tornapuntas** (jabalcones): Son barras de acero o de hormigón armado horizontales o inclinadas que trabajan a compresión, su dimensión será definida por cálculo estructural. Estos elementos se colocan en los puntos donde se concentran las mayores deformaciones y se puede decir que constituyen un especie de apeos permanentes.

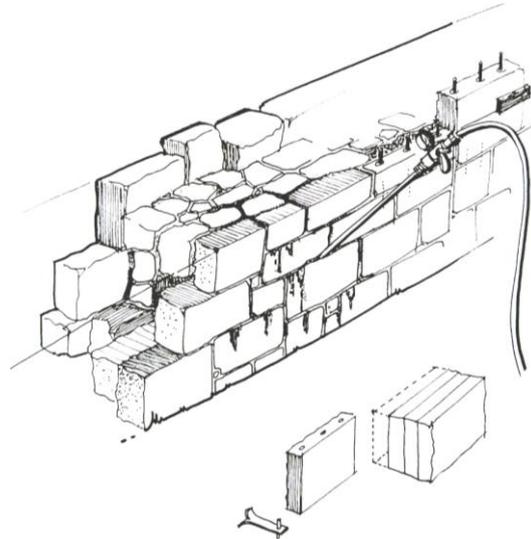


Figura 4.46\_ Solidarización mediante inyecciones.

La fijación de estos elementos es más sencilla que la de los tensores pues en el caso de los de hormigón armado no hacen falta elementos de reparto, las cabezas de las barras de refuerzo pueden descansar libremente en las caras de los muros, en los de acero, se fijan sus extremos a unas reducidas placas de anclaje. En estos elementos el peso del muro los mantiene en su posición y entran en carga inmediatamente gracias a esto. En cuanto al apoyo en el arranque de estos elementos puede ser variado desde dados de hormigón, muros de fábrica, soportes auxiliares, etc.

Además de las técnicas explicadas anteriormente existen otras muchas y variadas como los *aplacados de piedra* (sustitución de elementos deteriorados de piedra por otros de constitución similar en muros de piedra vistos); *retaqueado con cerámica* (reparación aplicada a muros de ladrillos vistos en mal estado que consiste en sustituir los frentes de los ladrillos deteriorados por otros ladrillos de menor espesor fijados mediante diferentes técnicas); *solidarización por inyecciones* (a esta técnica ya se ha hecho referencia anteriormente, se trata de lograr la cohesión en los muros por medio de la inyección de lechadas o fluidos (figura 4.46)); *solidarización interna con medios auxiliares* (generalmente se trata de la colocación de bulones de acero de altas prestaciones en el interior de los muros con problemas de cohesión).

En casos extremos se pueden aplicar otras soluciones como la *agregación de estructuras* nuevas a los muros deteriorados, estas nuevas estructuras pueden ser pilares, dinteles y(o) pórticos, de perfiles de acero u hormigón armado, este tipo de intervención no se considera recomendable en los edificios patrimoniales de la Habana Vieja pues incorporan nuevos elementos estructurales que desvirtúan la imagen de estos inmuebles, por lo que solo deberán utilizarse solo en casos extremos cuando se hayan agotado el resto de las posibilidades y siempre tratando de enmascarar lo mejor posible estos refuerzos.

La aplicación de cualquiera de las técnicas de intervención mencionada anteriormente debe valorarse de manera que se respeten las obras de fábrica de los edificios patrimoniales habaneros, los métodos empleados deben ser lo menos agresivos posibles. En caso de tener que insertar nuevos elementos estructurales, estos deben quedar lo más ocultos posible. Los morteros, lechadas o fluidos a emplear deben ser compatibles con los materiales constitutivos de estas fábricas, evitar el uso de cemento, en sentido general se recomienda el empleo de la cal como aglomerante y de ser posible, se deben realizar las preparaciones de los morteros y lechadas en la obra con materiales tradicionales.

En los casos de que exista la necesidad de utilizar morteros o productos premezclados industriales deberán realizarse pruebas técnicas in situ o en laboratorio para conocer las formas en que se comportan estos materiales al ser aplicados en los muros de estas edificaciones atendiendo a sus materiales componentes y a los agentes de alteración que actúan en el caso específico de la Habana Vieja. En Cuba se realizan estudios a los materiales no tradicionales y se emiten documentos que avalan su idoneidad técnica<sup>12</sup> (ver anexo 3.4).

### 4.3.3 | Estructuras de madera

Las maderas empleadas en la construcción de las edificaciones coloniales habaneras entre los siglos XVI y XIX eran de altísima calidad: cedro, caoba, ácana, están entre los árboles más utilizados. Como se ha mencionado en el capítulo anterior, el aporte considerable de agua a lo largo del tiempo ha provocado el debilitamiento de estos elementos, esto se ha visto favorecido además por el ataque de insectos xilófagos, el crecimiento de líquenes, hongos y otras especies vegetales, que provocan pudrición en las cabezas de vigas, la aparición de otros deterioros como modificaciones superficiales y pueden llegar a provocar fallos del tipo estructural.

En este apartado del trabajo se pretenden abordar aspectos relacionados con la aplicación de tratamientos protectores en las maderas para hacerlas resistentes ante la humedad y el ataque de agentes bióticos, etc. Además, se tratarán temas relacionados con las técnicas de rehabilitación de estructuras construidas con este material.

#### **Diagnosis**

El primer paso antes de escoger los métodos de intervención en elementos estructurales de madera es el diagnóstico detallado de los problemas existentes. Es muy usual encontrar deterioros en algunos puntos o localizaciones específicas de estos elementos, en las edificaciones coloniales habaneras algunas de las más importantes son: los apoyos de las vigas, los dinteles, los elementos cercanos a grietas o fisuras existentes fachadas, las bases estructurales de las cubiertas y las tablas que cubren las vigas en los forjados de viga y tablazón y en los techos inclinados, etc.

Se deberá proceder a realizar una inspección visual de estos elementos con el objetivo de localizar las señales que indiquen deterioros, algunas de estas pueden ser: presencia de orificios que revelen las salidas de los insectos xilófagos o presencia de túneles aéreos o conductos de termitas subterráneas en muros, manchas con distintas coloraciones (más oscuras o más claras), desprendimientos de pinturas, fuerte olor a humedad, grietas transversales en la dirección de las fibras (posible pudrición), problemas en la alineación de los elementos, etc. (Palaia Pérez, 1995).

Luego de la inspección organoléptica se deberá proceder a realizar análisis in situ y a extraer muestras para que sean analizadas en laboratorios especializados. Existen métodos de análisis *no destructivos* y *destructivos*. Algunos de estos son (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998):

- *No destructivos*: Pruebas de carga (extensómetros, flexímetros, deformómetros); medidas modulométricas, esclerométricas y de humedad (xilohigrómetro); resistógrafo; termografía; ultrasonido; radiología, etc. (ver anexo 3.5).

---

<sup>12</sup> Documentos de Idoneidad Técnica para productos y sistemas de construcción no tradicionales (DITEC). Emitidos por el Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción perteneciente al Ministerio de la Construcción de la República de Cuba.

- **Destructivos:** Tomas de muestras in situ para su análisis en laboratorios especializados, para esto se recomienda el uso de barrenas huecas rotativas y cabezas de diamante. Algunos de los análisis a las muestras extraídas son: mediciones de pesos específicos, índice de porosidad y contenido de humedad, densidades real y aparente, resistencia mecánica (a compresión, flexión y tracción), coeficiente de dilatación térmica y módulo de elasticidad.

De los resultados de estos análisis dependerán las decisiones a tomar en cuanto a la conservación total, parcial o nula de las estructuras de madera en dependencia de su estado de conservación y su capacidad portante.

### **Protección**

En el caso específico de las edificaciones habaneras del período analizado, la principal causa desencadenante de patologías en elementos estructurales de madera, es el agua, es por ello que será el primer paso, antes de acometer cualquier proceso de restauración eliminar las causas que provocan el aporte de humedad a estos elementos.

En las maderas secas y con estados de conservación aceptable se recomienda aplicar tratamientos químicos para evitar la proliferación de agentes bióticos (insectos xilófagos, hongos, etc.). Actualmente existen en el mercado una gran variedad de productos hipotóxicos, inocuos al hombre, los animales domésticos y las plantas. Los productos que se decida aplicar deberán tener ciertas características que los hagan adecuados para ser usados en edificios patrimoniales. Algunas de estas son: que sean de fácil penetración, de toxicidad limitada, estables con garantía de durabilidad mínima de 10 años, resistentes al agua y a los agentes atmosféricos, inocuos a la madera y el resto de los materiales de construcción e inhibidores del fuego (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).

Estas sustancias protectoras se clasifican en: *naturales* (derivados del alquitrán (creosotas). Son estables, biocidas y no agreden a las fábricas ni a los metales, pero tienen los inconvenientes de tener malos olores y de aportar a la madera una coloración negruzca); *hidrosolubles* (mezclas de sales biocidas y agua amoniacada. Su durabilidad es escasa a la intemperie por su hidrosolubilidad) y los *orgánicos oleaginosos* (compuestos de materias orgánicas activas y disolventes, ambos derivados del petróleo).

En cuanto al grado de protección que aportan se clasifican en (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998):

- **Impregnadores:** Penetran de 2 a 3 centímetros, tratamiento a fondo, su aplicación es por inyección a presión o en autoclave (al vacío). Cumplen la función de protección, pero no de acabado. Ejemplo de impregnadores: *Vacsolizado* y *Xylamon*.
- **Imprimadores:** Penetran solo 2 o 3 milímetros, tratamiento intermedio, biocida y antihumedad, su aplicación es por inmersión, vertido o brocha. Cumplen la función de protección, pero no de acabado. Ejemplo de imprimador: *Cuprinol*.
- **De acabado:** Estos se aplican encima de los impregnadores o imprimantes, por lo que no penetran en las maderas, tratamiento superficial, se aplican con brocha o pincel, solo tienen función impermeable y decorativa. Ejemplos: *Barnices de resina sintética*.
- **Lasures:** Se presentan como unos de los productos más completos. Existen lasures de capa fina (10 micras) muy penetrantes en las maderas y lasures de capa gruesa (40 ó 50 micras) que penetran menos pero que aportan una mayor protección superficial. Los tratamientos que aportan son superficiales, biocidas, hidrófobos. Los lasures son además transpirables y muy resistentes a las

radiaciones UV. Se aplican con brocha o pincel, tienen función de protección y decorativa a la vez, con acabados mate, satinados o brillantes. Ejemplo de lasur: *Xyladecor*.

Al escoger uno de los productos mencionados anteriormente se deberán valorar múltiples factores que van desde el conocimiento del tipo de madera a proteger, los agentes agresores más frecuentes que las atacan dado el sitio específico donde estén ubicadas, etc. Al igual que todos los productos y materiales de construcción no tradicionales deberán pasar por los controles técnicos necesarios hasta obtener el DITEC que los avala como soluciones idóneas para ser empleadas en las edificaciones cubanas.

Luego del agua, en la Habana Vieja, se consideran a las termitas subterráneas como el agente principal causante del deterioro de las estructuras lignarias. Según el Dr. Ir. A. Dutrecq, el tratamiento correcto a emplear para combatir estos insectos en las edificaciones de la Habana Vieja será mediante **técnica de barrera y aplicación de insecticidas** en la madera (Dutrecq, 2006).

**Técnica de barrera:** Consiste en la aplicación de sustancias insecticidas en el suelo, y en las paredes a través de la aplicación de diferentes variantes como las que se mencionan a continuación:

- **Zanja en el suelo:** Paralela al muro y espaciada a una distancia menor o igual a 40 centímetros, las dimensiones de la zanja serán también de 40 centímetros, tanto de ancho como de profundidad. Luego de extraer el relleno del interior de la zanja se inyectará insecticida a razón de 5 lts. /m<sup>2</sup> de superficie, aplicados en los bordes y el fondo de la zanja, el relleno extraído también deberá impregnarse de insecticida a razón 30 lts. /m<sup>3</sup>.
- **Pulverización en superficie:** Está técnica se utiliza generalmente para tratar suelos de gravas o partículas sueltas alrededor de las cimentaciones del edificio. Consiste en pulverizar insecticidas a razón de 5 lts. /m<sup>2</sup> de superficie tratada.
- **Líneas de inyección en el suelo y en las paredes:** Estas líneas de inyección se realizarán luego del análisis específico del edificio, sus materiales componentes, su ubicación, colindancias, etc. con el objetivo de lograr abarcar todas las zonas con posibilidad de ser atacadas por termitas subterráneas. Cada proyecto de aplicación de barreras antitermitas será un caso particular con soluciones diferentes y el objetivo será impedir el paso de estos insectos creando barreras lo más homogéneas posible.

Por otro lado, en elementos que ya han sido atacados por las termitas se procederá a la **aplicación de insecticidas**, primero se deberá sondear los elementos afectados para conocer la localización de los ataques, luego se retirarán las partes dañadas, las superficies deben estar libres de pinturas, por último, se procederá a aplicar los insecticidas por pulverización a razón de 350 ml/m<sup>2</sup> o inyección de 15 a 30 bares de presión. La presión de las inyecciones dependerá de la dureza de la madera y debe ser controlada rigurosamente para evitar su estallido (Dutrecq, 2006).

### **Técnicas de restauración**

En las estructuras de madera de las edificaciones patrimoniales (forjados, techos, balcones y pies derechos, fundamentalmente de las edificaciones habaneras) se debe tratar de evitar la sustitución de piezas de manera indiscriminada en aras de mantener los elementos originales de los edificios. Existen variadas técnicas de reparación mediante sustituciones parciales o refuerzos de los elementos deteriorados.

El deterioro de las cabezas de las vigas de madera cerca de los apoyos es muy habitual en las edificaciones históricas, las habaneras no son una excepción, esto se debe a que estos elementos siempre se encuentran empotrados en los muros de fábrica, esta solución impide a la madera ventilar por la testa, lo que unido a la presencia de humedad y el ataque de insectos xilófagos y otros organismos provocan la aparición de diferentes patologías.

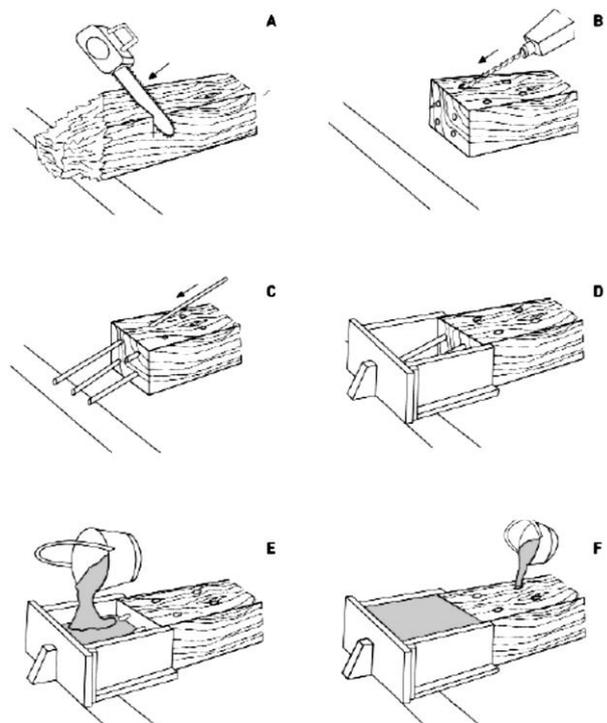
Para reparar las cabezas de las vigas deterioradas existen varios métodos. Son de interés particular para este trabajo los que incluyen sustituciones a partir de la utilización de piezas nuevas de madera, elementos de fijación inertes (resinas epóxicas, varillas de refuerzo de fibras de vidrio, carbono, etc.) que no se expresen al exterior, es decir que permitan que los elementos restaurados preserven su imagen. Existen también muchas otras variantes de refuerzo y sustitución de elementos estructurales de madera mediante la utilización de perfiles metálicos; pero en aras de tener siempre como premisa el respeto a las edificaciones patrimoniales no se consideran este tipo de solución como adecuadas, a no ser que no exista otra posibilidad de actuación.

A continuación, se muestran algunas soluciones que se consideran factibles para ser aplicadas en las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja:

**Sistema beta:** Consiste en la reparación, luego de su apeo, de las cabezas de vigas de madera deterioradas a partir de su reconstrucción con un relleno de mortero fluido bicomponente a base de resina epoxi una armadura de barras fibra de vidrio (Monfort Lleonart J. , 2015) (figura 4.48).



**Figura 4.47\_** Viga con alto nivel de deterioro por la acción de la humedad.



**Figura 4.48\_** Proceso de ejecución del Sistema Beta.

**A\_** Inicialmente se procede a la eliminación de la cabeza dañada. Es recomendable realizar los cortes oblicuos tanto inclinados como verticales para contrarrestar los esfuerzos cortantes.

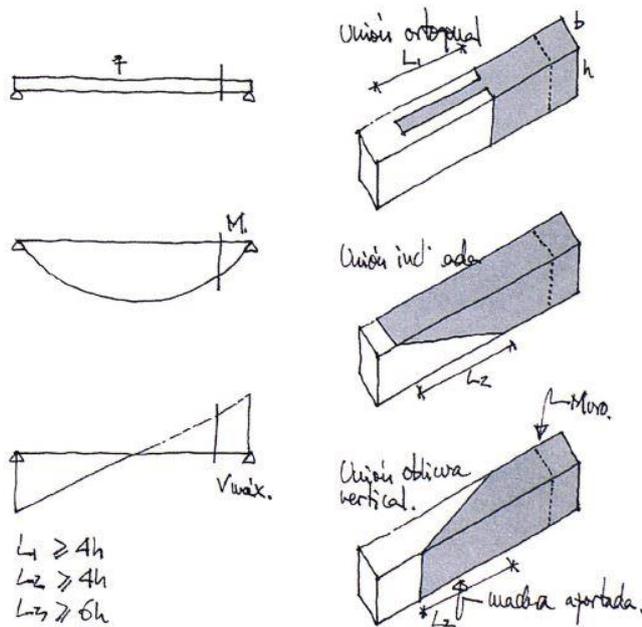
**B\_** Se realizan los taladros en la madera sana para la colocar las barras de refuerzo. El ángulo recomendado de inclinación de los taladros deberá ser de 20 a 30°.

**C\_** Se insertan las varillas de fibra de vidrio en los orificios.

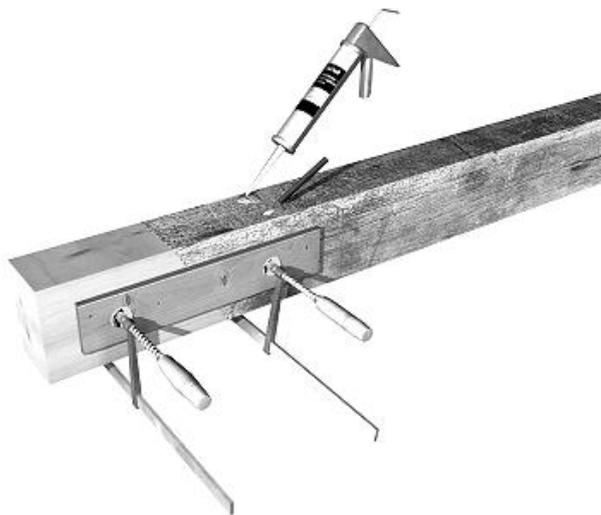
**D\_** Encofrado con tabloncillos de madera de la zona a rellenar con la formulación.

**E\_** Vertido de mortero fluido bicomponente a base de resina epoxi.

**F\_** Por último, se rellenan las holguras que quedan entre las barras de conexión y la madera con una formulación epoxi más fluida.



**Figura 4.49\_** Esquemas de los tipos de uniones adecuados para las prótesis en cabeza de vigas de madera biapoyadas, deterioradas en los extremos.



**Figura 4.50\_** Unión de prótesis de madera nueva a la viga preexistente.

**Prótesis de madera fijada a través de planos de encolado:** Consiste en la sustitución de las cabezas de vigas deterioradas en los extremos por prótesis de madera nueva con características resistentes similares a las preexistentes y fijadas a través de planos de encolado con resinas y con armaduras ya sea de varillas de fibra de vidrio, clavijas de madera u otro tipo de anclaje inerte idóneo para la unión de estos elementos.

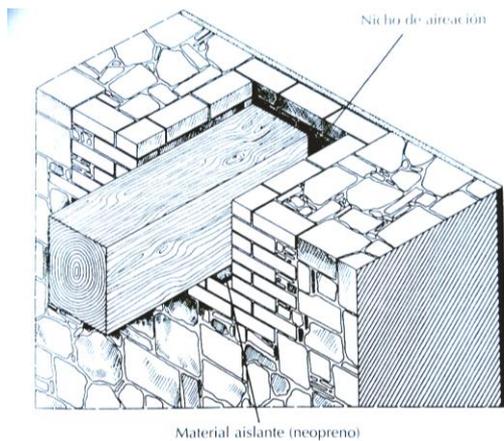
Desde el punto de vista estructural en las vigas biapoyadas se producen momentos máximos en el centro de la luz y estos momentos flectores se van reduciendo hasta cero en el apoyo, es por ello que es factible emplear soluciones de uniones encoladas desde el punto de vista mecánico. Por otro lado, los esfuerzos cortantes son máximos en los apoyos; sin embargo, los planos de encolado son capaces de soportar estos esfuerzos ya que tienen resistencias a los cortantes superiores a las de la madera.

En definitiva, podemos resumir que estas zonas de las vigas son poco solicitadas y se ha comprobado que la zona crítica de todas las uniones encoladas son las que están sometidas a esfuerzos de tracción, es por todo esto que se deben diseñar los planos de encolado para que trabajen a cortante y que pueden trabajar además correctamente a compresión, pero deberá evitarse a toda costa que trabajen a tracción.

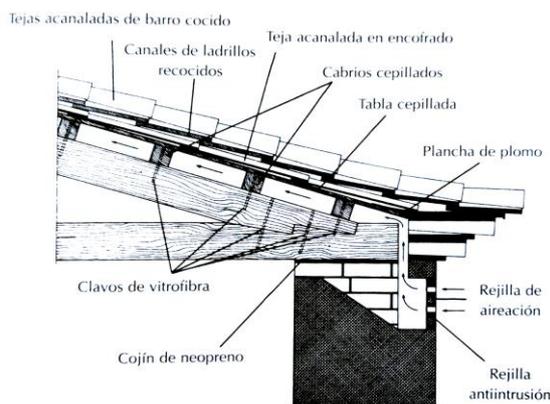
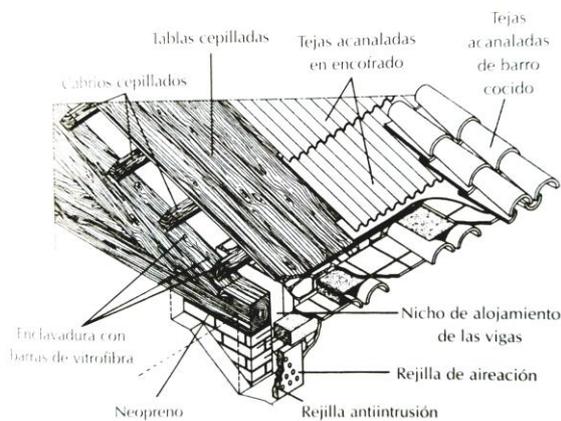
Las uniones adecuadas para este tipo de reparaciones desde el punto de vista mecánico son tanto las uniones ortogonales de uno, dos, tres o más planos de encolado, y las uniones oblicuas tanto inclinadas como verticales.

No deben usarse las uniones ortogonales de planos de encolado longitudinales horizontales; esto es debido a que dichas uniones presentan un plano de encolado a testa en zona de tracción, que reduce la resistencia de la unión de manera drástica.

Las uniones ortogonales deberán cumplir que las sumas de las longitudes de cada uno de los planos de encolado sean superiores a 8 veces la dimensión de la escuadría de madera en el plano horizontal  $b$ . La unión oblicua vertical necesita que la longitud de la unión cumpla con la relación de pendiente 1:6 y la unión oblicua inclinada necesita una longitud que cumpla con la relación 1:4, siempre que se incluyan



**Figura 4.51\_ Cabeza de viga de madera en nicho de aireación.**



**Figura 4.52 y 4.53\_ Esquemas de como restaurar correctamente los techos inclinados para garantizar la conservación de la madera.**

elementos de fijación (anclajes, tornillos, clavos, clavijas de madera) en zona de tracción que atraviesen el plano de encolado y soporten la componente de tracción que se produce en la parte inferior del plano.

Cualquiera de estas uniones podrá ser empleada ya que devuelven al elemento su capacidad resistente, la elección de cual emplear en cada caso dependerá de la problemática real del elemento a reparar: accesibilidad, posibilidad de trabajo en vertical o en horizontal, la posibilidad de desmonte o las dificultades que pueda presentar el trabajo en altura (Landa Esparza, 2010).

Existen otros métodos de reparación cabezas de vigas mediante la sustitución con prótesis de madera reforzadas con varillas inertes y resinas epoxi mediante el acceso lateral o superior (TR System) y reparaciones con pletinas metálicas embebidas en el centro de las vigas (quedan ocultas). Las sustituciones de partes deterioradas con madera nueva, resinas epoxi y refuerzo de varillas inertes en elementos estructurales de madera, no solo son aplicables a las cabezas de las vigas, sino que pueden emplearse también en soportes (pies derechos), en zonas deterioradas de cualquiera de los elementos que componen los alfarjes, etc. (ver anexo 3.6).

### **Otras consideraciones importantes**

Es importante en el caso de intervenciones en las estructuras de madera procurar que se produzca un aislamiento entre estas y las obras de fábrica. Se deberán ampliar los nichos donde quedarán apoyadas las cabezas de las vigas de manera que queden 5 centímetros alrededor de estos elementos que permitan una mayor transpiración y eviten la acumulación de humedad. Las paredes de estos nichos deberán construirse con ladrillos y en la base de apoyo de la viga se deberá colocar un material aislante (neopreno, por ejemplo, figura 4.51).

Convendría además dejar algún tipo de comunicación entre los nichos de las vigas y exterior en casos de que las cabezas penetren en los muros más de 50 centímetros. Estas comunicaciones con el exterior deberán llevar una especie de rejilla que permita a la madera respirar, pero que impida el acceso de pequeños animales al interior de los nichos.

Este tipo de intervención deberá realizarse con diferentes variantes tanto en forjados y techos planos como en los inclinados. Las enclavaduras de los elementos reparados de madera deberán procurarse realizarlas con clavos de fibra de vidrio, ya que el metal ocasiona patologías por efecto de aumento de volumen cuando se corroe (figuras 4.52 y 4.53).

Encima de las tablas en techos inclinados conviene colocar láminas bituminosas o plásticas para evitar las filtraciones de agua de lluvia.

#### 4.3.4 | Estructuras metálicas

Como se ha mencionado en el capítulo anterior en las edificaciones habaneras del siglo XIX se comienzan a emplear elementos estructurales de hierro, barras de sección cuadrada que soportan las estructuras de algunos balcones, donde las patologías más frecuentes están relacionadas con los procesos de oxidación y corrosión.

Las estrategias de rehabilitación a seguir en caso de corrosión de estas estructuras son las siguientes: limpieza del área con presencia de corrosión para conocer la magnitud de los daños, esta limpieza se debe realizar mediante chorro de arena, aunque también puede hacerse manualmente sobre todo en elementos de pequeñas dimensiones como en el caso de los edificios analizados.

En casos de daños notables, que supongan riesgos de fallo estructural se deben apuntalar estos elementos constructivos, y si las barras han perdido una parte considerable de su sección resistente, se deberá proceder a su sustitución por barras nuevas, tanto los elementos existentes como los nuevos deberán protegerse adecuadamente y de manera periódica, de las condiciones ambientales para evitar nuevos procesos corrosivos.

Los autores Martínez Lasheras, R. y Martínez Lasheras, C. (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998) recomiendan para los elementos estructurales metálicos en edificaciones ubicadas en ambientes agresivos (zonas con ambiente marino, estructuras a la intemperie, zonas industriales con gran humedad, como es el caso de la Habana Vieja) los tratamientos superficiales siguientes, luego de haber procedido con la limpieza:

- Imprimación epoxi rica en zinc con espesor de 22 micras (una o dos manos).
- Capa gruesa intermedia epoxi con espesor de 75 micras.
- Esmalte epoxi de acabado con espesor de 35 micras.

## 4.4 | Criterios de actuación. Fachadas y cubiertas.

### 4.4.1 | Fachadas

Las fachadas de los edificios del casco histórico habanero, del período analizado, presentan en muchos casos problemas generalizados de deterioro asociados en su mayoría a la acción del agua, aportada a estos elementos por ascensión capilar, proveniente del terreno o por filtraciones producto a problemas en las cubiertas o fisuras y grietas en los muros. En este apartado se brindan algunas técnicas para evitar el aporte de agua a las fachadas pretendiendo de esta forma eliminar la causa que desencadena un porcentaje elevado de las patologías presentes.

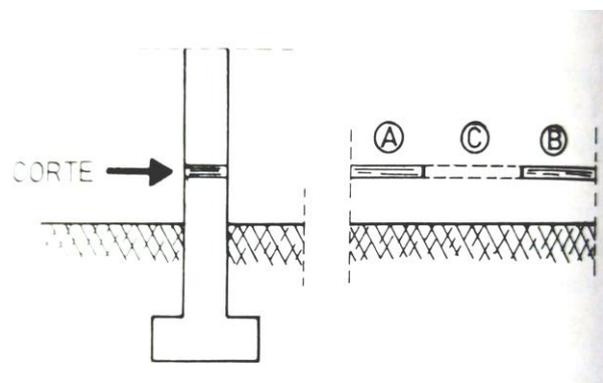
Además, se tratarán otras técnicas generales de limpieza y restauración de fachadas y de sus elementos componentes; carpinterías, elementos metálicos, etc.

#### **Técnicas para combatir el aporte de agua por capilaridad**

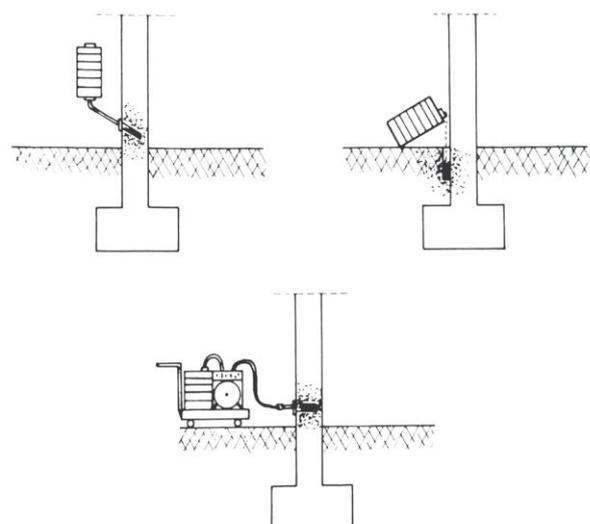
Existen tres formas generales de actuar para impedir que el agua proveniente del terreno que afecta a las edificaciones. La primera consiste en modificar el entorno del edificio o reparar desórdenes que puedan provenir de las instalaciones del mismo, el segundo busca realizar un drenaje del terreno evacuando, a cierta distancia de la construcción, las aguas subterráneas y el tercero está basado en sistemas para impedir la ascensión de la humedad por los capilares de los muros (Aldoma & Farré, 1989).

Se hará referencia a la tercera forma de actuación pues es la que se considera más factible para ser aplicada en las edificaciones habaneras. Existen varias técnicas para impedir el remonte capilar del agua a los muros proveniente del terreno, algunos de estos son: la creación de una barrera estanca en la base de los muros, la electroósmosis, la inyección de sustancias impermeabilizantes, los sifones atmosféricos, el método de corte continuo, entre otros.

- **Barrera estanca:** Consiste en la realización de cortes en los muros en todo su espesor con la finalidad de introducirles chapas o láminas de plomo o plástico especial fijadas mediante la inyección de resinas sintéticas impidiendo el paso del agua. Es un método costoso y debe ser realizado por operarios muy especializados, pero elimina completamente el aporte de agua a los muros. Los cortes deben ser realizados lo más cercanos posibles al suelo, si es posible deben ejecutarse a nivel inferior al pavimento pues de lo contrario la parte que queda debajo de la barrera presentara patologías visibles por humedad.



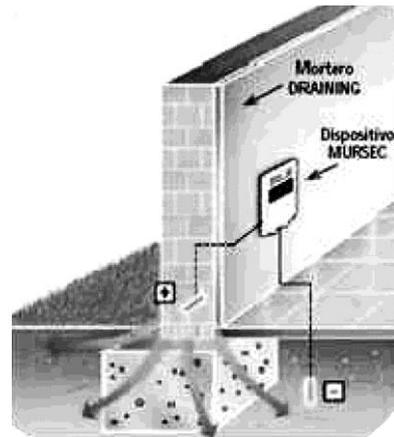
**Figura 4.54\_** Secuencia para el corte e instalación de una barrera estanca.



**Figura 4.55\_** Distintos sistemas para la inyección de productos químicos impermeabilizantes en muros.

- **Electroósmosis:** Este método se basa en el cambio del sentido del campo eléctrico en el interior de los muros con el objetivo de invertir la migración de la humedad, en lugar de producirse desde el terreno hacia el muro se comenzará a producir en sentido contrario anulando de esta manera el efecto de la capilaridad y produciéndose la desecación de los muros.

El inconveniente de este método es que se produce un efecto físico momentáneo, siempre y cuando funcione el sistema, el muro permanecerá seco, pero cuando se detenga o falle por algún motivo reaparecen las patologías por humedad.



**Figura 4.56\_ Sistema de electroósmosis activa. Dispositivo MURSEC (Empresa Humi Control).**

- **Inyección de sustancias impermeabilizantes:** Se trata de la realización de barrenos equidistantes en las zonas bajas de los muros, formando una línea horizontal. En dependencia del producto que se escoja se decidirá la inclinación, diámetro y equidistancia de las perforaciones, así como la determinación de realizar las inyecciones (por gravedad, a baja o alta presión). El resultado será una barrera continua impermeable que impedirá la ascensión capilar del agua. Las cantidades de material a inyectar dependerán de los rendimientos específicos de los productos inyectados y los materiales constitutivos y estados de conservación de las fábricas.



**Figura 4.57\_ Barrera química mediante la inyección de Maxclear Injection**

En las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja se han empleado productos de este tipo con buenos resultados, pero su aplicación no ha sido generalizada por los que persisten las patologías por remonte capilar de la humedad. El producto más empleado hasta el momento es el Maxclear Injection<sup>13</sup>.

### **Métodos de limpieza de fachadas**

Resulta de vital importancia que los profesionales encargados de la restauración de edificaciones patrimoniales tengan conocimientos acerca de los métodos de limpiezas de lienzos de fachada que existen, sus campos de aplicación y las ventajas e inconvenientes de cada uno.

<sup>13</sup> Fichas técnicas de productos de Drizoro. Maxclear Injection: Sistema de inyección para muros con humedad por remonte capilar. Boletín No. 152.02.

Los sistemas de limpieza se clasifican de la siguiente manera: los que utilizan **medios mecánicos** (herramientas, proyecciones de sólidos), los que emplean **agua** con diferentes niveles de presión (pulverizada, nebulizada, vapor de agua, agua + micro partículas), lo que usan **productos químicos** (compuestos ácidos y básicos, disolventes orgánicos, emplastes, biocidas, etc.) y por último otras **técnicas instrumentales** (ultrasonido, láser, etc.) (Soriano Cubells, 2012).

La realización de limpiezas en paramentos es una actividad muy común, pero existe un gran desconocimiento por parte de los profesionales cubanos acerca de la gran variedad de técnicas, equipos y materiales para ejecutar estas operaciones y en la mayor parte de las ocasiones, cuando se utilizan técnicas de este tipo, son empleadas de manera incorrecta.

En los mejores casos se logra el objetivo de limpiar las superficies, pero en muchas ocasiones provocando otras patologías por la agresividad de los métodos empleados, en otras ocasiones no se llega ni siquiera a lograr el objetivo primario de limpiar los elementos de fachada. El método más usado es la limpieza con agua fría a presión alta, aunque en casos puntuales de fachadas de piedra vista se han empleado técnicas de chorro de arenas silíceas. A continuación, se explican algunos métodos de limpieza para los tipos de fachadas del casco antiguo de la Habana Vieja.



**Figura 4.58\_ Limpieza por chorreo de abrasivos.**



**Figura 4.59\_ Limpieza con agua a presión.**

### ***Limpieza de fachadas de piedra vista***

En las piedras calizas de las edificaciones habaneras se recomiendan en las zonas donde las superficies pétreas se encuentran en mal estado y en elementos moldurados o decorativos, las limpiezas con proyecciones de agua a baja presión, tanto fría como caliente y cepillado manual cuando el **ensuciamiento** es de **poca importancia**. En áreas donde la suciedad haya penetrado se pueden aplicar raspados en las superficies lisas, por medios mecánicos.

Si la **suciedad es media** se pueden emplear medios mecánicos, además de la proyección de agua caliente y el empleo de cepillos manuales ayudados por el uso de algún detergente neutro. En casos de **ensuciamiento profundo** se deberán usar todas las técnicas mencionadas anteriormente, pero con el empleo de productos químicos más potentes teniendo la precaución de ejecutar abundantes lavados con agua después de la aplicación de estos productos, para evitar daños posteriores por su acumulación en los intersticios de las piedras. En ningún caso se deberá aplicar la limpieza por proyección de chorro de arena.

En lienzos de fachadas en los que la piedra se encuentre en buen estado se podrá utilizar, para **suciedad débil**, las limpiezas con agua fría o caliente a alta presión, vapor húmedo saturado o agua nebulizada. Frente a **suciedades medias** las mismas técnicas anteriores, pero con la adición de un detergente neutro,

puede en estos casos emplearse el chorro de arena con áridos suaves. Por último, en **suciedades elevadas** se podrá aplicar la limpieza a presión con agua y productos químicos con poca acidez, chorro de arena hidroneumático con áridos gruesos o proyección de vapor saturado húmedo (Aldoma & Farré, 1989).

Luego de la aplicación de algunas de estas técnicas pueden dañarse las superficies, aristas y juntas de estos muros por lo que será necesario restituir las partes faltantes y juntas con morteros de cal hidráulica y arena con adición de cemento blanco, que no deberá ocupar más del 10 % del volumen total de mortero. A estas argamasas se les puede adicionar algún pigmento en aras de conseguir coloraciones parecidas a la piedra.

Puede valorarse además en cualquiera de los grados de suciedad que se presente, la utilización de los métodos de limpieza con láser, estas técnicas son muy eficaces y tiene muy buenos resultados, no producen humedad ni abrasión, no se requiere la aplicación de pre consolidaciones y luego de su empleo no se producen daños en las superficies pétreas. La desventaja de este sistema es su ineficacia en la eliminación de costras orgánicas sintéticas de determinado espesor (Soriano Cubells, 2012).

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta en las edificaciones de piedra de la Habana Vieja son las plantas superiores e inferiores. Para combatirlas y evitar los procedimientos de arrancamiento manual de estas se precisa la aplicación de productos biocidas. Estos productos deben: ser inocuos al hombre, ser resistentes al agua y a las radiaciones UV, eliminar las plantas existentes y evitar el crecimiento de otras nuevas y no dañar ni variar el aspecto de las piedras. Algunos de los productos recomendados son: la **triacina** para la eliminación de las plantas superiores, para eliminar las algas (**sales de amonio cuaternario, compuestos de cobre, sales sódicas, etc.**), para acabar con musgos y líquenes (eliminación mecánica y luego aplicar **hipoclorito de litio al 2%, detergentes neutros, etc.**) (Soriano Cubells, 2012).

### ***Limpieza y restauración de fachadas revocadas***

En el caso de las fachadas de los edificios habaneros los revoques están constituidos por morteros de cal, los métodos de limpieza recomendados para este tipo de revestimientos serán manuales mediante cepillos y agua cuando los **niveles de suciedad sean bajos**, en **niveles de suciedad más elevados** se deberá emplear la limpieza con agua fría o caliente a baja presión agregando algún detergente neutro.

En el caso en que los revoques estén en mal estado deberán retirarse y colocarse otros nuevos, las dosificaciones deberán tener a la cal como aglomerante, se prohíbe la utilización de cemento portland. En la Habana Vieja se han realizado análisis de laboratorio a muestras de morteros de cal antiguos, estos estudios han arrojado resultados acerca de la composición de estos y se han establecido una serie de dosificaciones recomendadas para ser usadas en las edificaciones de este centro histórico (ver anexo 4.00), no obstante la poca capacitación de los operarios respecto al uso de la cal y la falta en muchas ocasiones de rigor técnico en la preparación de estos morteros han provocado que en muchos casos se produzcan con mala calidad, esto ha tenido consecuencias negativas en los procesos de restauración de las edificaciones ocasionando desprendimientos de los revocos al poco tiempo de ser aplicados, por su baja capacidad de adherencia y poca resistencia mecánica.

No se puede decir que esto suceda en todos los casos, hay ejemplos de restauraciones donde se han aplicados correctamente todos los procedimientos tradicionales con buenos resultados. Una solución factible alternativa a este problema yace en la utilización de los **morteros monocapa** producidos industrialmente, lo que han sido usados en algunas edificaciones históricas habaneras, con buenos resultados.

Se trata de morteros formulados a partir de cal hidráulica NHL 3,5; muy transpirables, compatibles a los soportes antiguos habaneros, de gran adherencia y durabilidad. Algunos de los más empleados en Cuba son

los de las casas *Mapei* (Mape-Antique Rinzafo, Mape-antique LC, Mape-Antique FC) (ver anexo 3.4), *Drizoro*, *Resigum*, entre otras.

Por otra parte, se debe mencionar el empleo de las pinturas como capa de acabado de las fachadas de estos edificios. En sus inicios se empleaban lechadas de cal pigmentadas como capa de terminación en estos inmuebles sin embargo en la actualidad en muchas ocasiones se aplican erróneamente pinturas acrílicas o vinílicas sobre estos paramentos.

Dados los grandes espesores de estos muros y su alto contenido interno de humedad, al aplicarles estas capas exteriores e interiores impermeables, o poco o nada transpirables provocan la aparición de patologías como desprendimientos de pinturas, de revocos o incluso de material constitutivo de los muros. Es por ello que se recomienda el rescate de la tradición de empleo de lechada de cal pigmentada o el uso de pinturas transpirables como son algunas que se han empleado en el mantenimiento de las edificaciones del Malecón Habanero con resultados muy positivos, estas pinturas son de base silicato de la fábrica *TKROM* (TKROM Sil base, TKROM Sil, TKROM Sil Imprimación C) (ver anexo 3.4).

### ***Restauración de elementos metálicos (rejería, barandas, etc.)***

El primer paso será proceder a la limpieza de estos elementos para conocer su nivel de deterioro. Estos procesos de limpieza pueden ser mediante herramientas manuales con la ayuda de limpiadores de metales (los más usados se basan en el ácido fosfórico y en algunos fosfatos); se pueden emplear además herramientas mecánicas en combinación con los métodos manuales (mejores para poder acceder a zonas difíciles) (Aldoma & Farré, 1989).

Además de estos métodos existen otros que no se consideran factibles para ser utilizados en las edificaciones habaneras puesto que los elementos metálicos en estas edificaciones no tienen grandes tamaños. Los métodos manuales y mecánicos resuelven correctamente los problemas, sin necesidad de tener que llegar a soluciones más agresivas que puedan dañar otros componentes de las fachadas si no son aplicadas con todas las precauciones necesarias, algunas de estas técnicas son: el decapado químico, las limpiezas con soplete oxiacetilénico, la aplicación de disolventes orgánicos, el chorro de arena y granalla, etc.

Luego de ejecutada la limpieza debe procederse a aplicar recubrimientos protectores de metales como el minio, el cromato de plomo, el óxido, el amarillo o el polvo de zinc, entre otros. En la Habana Vieja se exige que las pinturas o esmaltes que se apliquen en los elementos metálicos tengan acabado mate, el color más usado es el negro humo y en algunos casos el blanco. En los últimos años se ha generalizado el uso como capa de acabado sobre los metales de los esmaltes de la fábrica *TKROM* (TKROM base esmalte acrílico agua mate) (ver anexo 3.4), por tener como disolvente al agua, no es necesario el uso de disolventes derivados de petróleo, lo que facilita su aplicación y preserva las brochas. Como capa base pasivadora de óxido se emplea muy comúnmente el Maxrest Passive<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> *Fichas técnicas de productos de Drizoro. Maxrest Passive. Pasivador de óxido y protección anticorrosiva para armaduras del hormigón y superficies de hierro o acero. Boletín No. 12.03.*

## **Restauración de carpinterías**

Las carpinterías, en los casos de las edificaciones habaneras analizadas, son de madera y dada la fragilidad de este material y lo agresivo del medio circundante requerirán de restauraciones y mantenimientos periódicos.

El primer paso será el proceso de limpieza y (o) decapado, en caso de existir grietas o agujeros estos serán convenientemente sellados con masillas a base de resinas de poliuretano, epoxi o poliéster. De haberse detectado la presencia de insectos xilófagos se deberá retirar, antes del sellado con las resinas, las partes deterioradas y aplicar un tratamiento contra estos insectos y si de paso se pueden proteger estas maderas ante los hongos, pues no deberá dudarse en hacerlo. Conviene además quemar las partes atacadas por insectos mediante el uso de un soplete antes de aplicar los tratamientos insecticidas y fungicidas (Aldoma & Farré, 1989).

Las partes que se encuentren muy deterioradas se deberán sustituir y solo se restaurarán los elementos que aún puedan cumplir su función. Los componentes metálicos en las carpinterías (bisagras, manipuladores, cerraduras) tendrán un tratamiento similar al empleado con el resto de los elementos metálicos de las fachadas incluyendo además el engrase de sus partes móviles.

Conviene realizar un proceso de restauración completo a los elementos de carpintería cada 4 o 5 años, decapado total, aplicación de productos insecticidas y fungicidas, reparaciones menores y(o) complejas y protección mediante pinturas o esmaltes que le brinden resguardo ante la humedad y que sean elásticas, permitiendo los movimientos comunes de contracción y retracción en la madera. En la Habana se emplean variadas pinturas, esmaltes y barnices en las carpinterías y al igual que en los elementos metálicos se ha generalizado el uso del esmalte al agua, *TKROM* base esmalte acrílico agua mate y *TKROM* Barniz tinte mate (ver anexo 3.4), aunque también se usan pinturas de las fábricas *Isaval*, *Montó*, *San Marco*, entre otras.

### **4.4.2 | Cubiertas**

En las edificaciones patrimoniales habaneras analizadas, como se ha mencionado anteriormente, las cubiertas pueden ser inclinadas, terminadas con tejas criollas, o planas con sistema de enrajonado y soladura de losas de barro (estas últimas muy usuales en el siglo XIX).

En este apartado se harán referencia a algunas recomendaciones para la restauración de las coberturas como elemento fundamental de las cubiertas, a las bases estructurales y los soportes de las coberturas se ha hecho referencia en el apartado de elementos estructurales de madera. Los componentes de tipo complementario también serán abordados en este acápite del trabajo (sistemas higrótérmicos y de evacuación de aguas).

#### **Cubiertas planas**

En los edificios habaneros los principales problemas en estas cubiertas están dados como ya se ha señalado anteriormente por la erosión y fracturas en las losas de barro, pérdida de material en juntas entre losas y problemas en los sistemas de evacuación de aguas pluviales (roturas en bajantes, obstrucciones, etc.), en casos aislados pueden haber presentado saturaciones de humedad en los enrajonados (sistema higrótérmico), estos deterioros a su vez provocan patologías que pueden llegar a ser graves en el resto de los componentes de los edificios, debido a la penetración de agua y por la pérdida gradual de la condición de estanqueidad de estos elementos.

En las cubiertas planas es de vital importancia realizar inspecciones periódicas poniendo especial interés en los puntos singulares de estas: unión de la cobertura con los muros pretilos, cambios de pendientes, partidores, remates de aleros, puntos de evacuación de aguas pluviales, etc.

La clave para lograr su preservación está en el mantenimiento: limpieza periódica de la superficie de las losas y comprobación de bajantes pluviales. Otro elemento clave es la garantía que brinda el uso correcto de las cubiertas, se debe evitar utilizarlas como: zonas de juegos, área de cría de animales (palomas, gallinas, patos, etc.), no se deberán realizar construcciones encima de estas, evitar las instalaciones de tanques y otros depósitos de agua, no sembrar plantas sin que estén creadas las condiciones específicas para ello, etc.

En caso de que ya los daños ya estén presentes, se deberán seguir los métodos de reparación adecuados: sustitución de losas en mal estado asentadas con mortero rico en cal con un 10 % o menos de contenido de cemento en volumen, rejuntado de material en juntas entre losas con lechadas de cal y áridos muy finos, evitando el uso de cemento portland.

También pueden emplearse morteros elásticos para el sellado de juntas, como es el caso del Maxjoint Elastic<sup>15</sup>, mortero de probada eficacia en la solución de desprendimientos de material en juntas del sistema de enrajonado y soldadura en las edificaciones de la Habana Vieja.

Todas las intervenciones que se realicen deberán ejecutarse por parte de operarios especializados en estos trabajos y se recomienda la utilización de materiales y técnicas tradicionales. Las reparaciones deberán devolver a estas cubiertas su capacidad de estanqueidad y funcionamiento correcto, de acuerdo a las características del sistema, no se recomienda bajo ninguna circunstancia la aplicación de pinturas impermeabilizantes sobre las rasillas de barro, colocación de láminas bituminosas, ni cualquiera otra solución que evite la transpirabilidad de la cobertura de este tipo de cubiertas.

### **Cubiertas inclinadas**

En este tipo de cubiertas los problemas fundamentales vienen dados por la erosión y las fracturas de las tejas de barro que componen su cobertura. A partir del deterioro de estos elementos comienzan a producirse filtraciones hacia el interior del edificio, crecimiento de musgos, líquenes y plantas superiores que favorecen la acumulación de agua, estas son las principales causa de aparición de patologías, es por ello que será recomendable la realización de inspecciones periódicas con el objetivo de detectar posibles afectaciones, de existir tejas partidas o muy erosionadas se procederá a sustituirlas, revisar los puntos notables para detectar posibles filtraciones, algunos de estos puntos pueden ser los remates entre las tejas y muros medianeros, cumbreas, limas, remates de aleros, tejarcos y cornisas, etc. y en casos de presencia de plantas, musgos y líquenes, proceder a su eliminación mediante la aplicación de productos químicos biocidas.



**Figura 4.60\_** Sustitución de tejas criolla en el faldón de la galería anterior. Casa Prat Puig, 2014.

<sup>15</sup> Fichas técnicas de productos de Drizoro. Maxjoint elastic: Mortero elástico para el sellado de juntas y grietas con deformación en hormigón y cerámica. Boletín No. 156.03.

En casos de que los daños sean muy generalizados y sea necesario sustituir un porcentaje elevado o la totalidad de las coberturas, es recomendable introducir mejoras como la colocación de láminas bituminosas o plásticas encima de la tablazón antes de colocar las tejas de barro.

Se deberá evitar el tránsito encima de estas cubiertas y establecer planes para su mantenimiento, acerca de este particular se hará referencia en el próximo capítulo. Muchas de las cubiertas inclinadas habaneras presentan un sistema de evacuación de aguas pluviales por caída libre, de ser así solo se hace necesaria la garantía de estanqueidad de la cobertura. En casos de que la evacuación se produzca a través de sistemas de canales y bajantes pluviales se deberá chequear periódicamente su correcto funcionamiento y resolver cualquier obstrucción, filtración cualquier otro deterioro presente en estos elementos.

## CAPÍTULO V

# PREMISAS PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO



ARQ. AARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ

SEPTIEMBRE | 2017

## Capítulo V. PREMISAS PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO

### 5.1 | Aspectos generales acerca del mantenimiento de las edificaciones.

#### *El mantenimiento constructivo en La Habana Vieja*

En los capítulos anteriores se han abordado aspectos relacionados con las características fundamentales, sobre todo desde el punto de vista constructivo de las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja, sus procesos de deterioro y principales patologías, atendiendo al sitio específico donde se encuentran enclavadas; además se han analizado acciones de restauración y conservación llevadas a cabo en este patrimonio y se han establecido una serie de criterios de actuación sobre estos edificios.

En el presente capítulo se pretenden dar a conocer algunos aspectos generales acerca del mantenimiento constructivo de los edificios, tema este vital para la conservación del patrimonio arquitectónico. En la Habana Vieja se han alcanzado logros en cuanto a la preservación de bienes inmuebles de gran valor arquitectónico, histórico y social del casco antiguo, no obstante, existe una ausencia casi generalizada de cultura con respecto al mantenimiento constructivo.

Se realizan algunas acciones preventivas y (o) correctivas periódicas por parte de la Dirección de Inversiones, Departamento de Mantenimiento Constructivo de la Oficina del Historiador, sobre todo en los espacios exteriores (áreas verdes, fachadas, parques, plazas, fuentes, monumentos, etc.) de la Zona Priorizada para la Conservación, esto garantiza en buena medida la preservación de la imagen urbana de este importante centro histórico; no obstante se hace necesaria la formación de técnicos que conozcan detalladamente cada uno de los edificios y que establezcan planes de mantenimiento para estos, por elementos (estructurales, cerramientos y acabados, instalaciones, etc.), estableciendo programaciones periódicas de mantenimiento y mejoras que garanticen su buen funcionamiento y su preservación.

#### *Aspectos generales sobre el mantenimiento de edificios*

El mantenimiento constructivo de las edificaciones ha sido abordado por múltiples autores debido a la necesidad, siempre presente de conservar las estructuras, estos procesos o conjuntos de operaciones se deberán realizar periódicamente para garantizar el buen funcionamiento de instalaciones, edificios, industrias, etc.

El autor Babé Ruano, M. citado en (Arencibia Fernández, 2007) describe el mantenimiento como los trabajos que deben realizarse de forma cíclica para subsanar las deficiencias de los equipos y elementos componentes de las construcciones haciendo énfasis especial en las partes que presentan un uso continuado o que por su ubicación están muy expuestas al deterioro.

Por otro lado, Tejera Garófalo, P. también citado en (Arencibia Fernández, 2007) refiere que el mantenimiento de un edificio es un conjunto de trabajos periódicos programados o no que se realizan durante su vida útil en condiciones adecuadas y para cubrir las necesidades previstas.

Las características de los tipos de mantenimiento y de las reparaciones varían en función de la tipología de las edificaciones, su época de construcción, materiales con las que ha sido construida, entre otros. Las reparaciones y demás labores de mantenimiento son vitales para garantizar la prolongación de la vida útil de los edificios.

Los tipos de mantenimiento son el preventivo y el correctivo. El primero busca prevenir los fallos o inconvenientes antes de que se produzcan; mientras que el segundo corrige los errores ya presentes. El mantenimiento preventivo tiene la ventaja de que puede ser programado en el tiempo y por lo tanto se puede presupuestar, el mantenimiento correctivo por otro lado comprende aquellas operaciones necesarias para resolver situaciones inesperadas no previstas, ni previsibles (Arencibia Fernández, 2007).

Los mantenimientos en sentido general pueden clasificarse atendiendo al tipo de obra (Babé Ruano, 1986) como:

**Mantenimiento a obras nuevas:** Se realiza por ciclos previstos desde el momento en que se elabora el proyecto y comienza a aplicarse tan pronto concluye la construcción.

**Mantenimiento a edificaciones antiguas:** Se comienza a aplicar después de que se han efectuado acciones importantes de conservación, restauración o rehabilitación con el objetivo de preservar estas estructuras. Este tipo de mantenimiento es más complejo y será el de interés para el presente trabajo.

### ***Ley de Sitter***

Las patologías constructivas son causadas en un 75% por diseños incorrectos y mala calidad en la ejecución, es decir fallas humanas, este porcentaje se puede revertir a través de correctas decisiones de proyecto y que éstas vengan aparejadas con el empleo de materiales de calidad, mano de obra calificada y controles técnicos exhaustivos. Se puede afirmar además que un 50 % de las patologías están relacionadas con la humedad.

La *Ley de Sitter* relaciona y divide las etapas constructivas y de uso en cuatro períodos: diseño, ejecución, mantenimiento preventivo (efectuado durante los cinco primeros años de vida útil) y mantenimiento correctivo (efectuado posterior al surgimiento de los problemas). A cada uno corresponderá un coste que sigue una progresión geométrica de razón cinco (ver figura 5.1).

De esta ley se puede deducir que la correcta adopción de soluciones y medidas en cada etapa de la vida útil de un edificio influyen considerablemente en los costes de las edificaciones. Buenas soluciones de diseño y ejecución determinarán la disminución sustancial de costes de mantenimiento (Meza, 2012).

Se deberá tratar en la medida de lo posible de establecer planes de mantenimiento preventivo periódicos para evitar que las edificaciones se deterioren aceleradamente durante su vida útil, en las edificaciones históricas estos planes son de mayor importancia y complejidad que en los edificios nuevos ya que la antigüedad de los inmuebles por lo general condiciona y provoca la aparición de mayor cantidad de patologías. En cuanto al mantenimiento correctivo siempre estará presente pero el reto de los técnicos será minimizarlo, para esto será necesario conocer a fondo las particularidades de cada edificio y establecer protocolos de actuación lo mejor planificados posible.

Los preceptos de esta ley deberán tomarse en consideración cuando sea necesario rehabilitar alguna de las estructuras históricas de la Habana Vieja, es decir cuando se pretenda realizar cambios de uso, modificaciones y mejoras de los elementos de estos edificios, ya sean estructurales, cerramientos, instalaciones, etc. con el objetivo de optimizar las soluciones desde la etapa de proyecto hasta la de mantenimiento correctivo.

Para el resto de las edificaciones dada su situación actual el objetivo deberá ser el de someterlas a procesos de restauración exhaustivos y luego planificar de manera correcta su mantenimiento para evitar que vuelvan a tener los niveles actuales de degradación y deterioro.

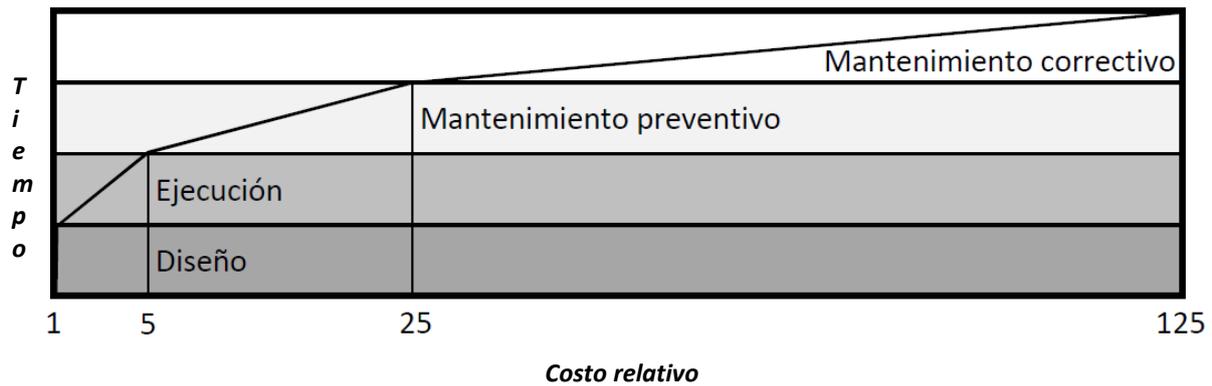


Figura 5.1\_ Representación gráfica de la Ley de Sitter.

### Acciones para garantizar la preservación de los edificios

El primer paso para lograr la planificación del mantenimiento de un edificio es conocerlo a fondo para ello se deberá realizar una inspección técnica detallada de cada uno de sus elementos lo que servirá de base para la redacción de un dictamen técnico del estado actual del inmueble. El objetivo del técnico deberá ser el de elaborar un *Libro del Edificio* que contenga la mayor información de cada uno de sus elementos. En los casos de los edificios históricos la redacción de estos libros se hace en muchos casos engorrosa puesto que es muy usual que no exista suficiente documentación técnica, como en el caso de los edificios de nueva construcción.

Una estructura posible para el *Libro del Edificio* puede estar formada por los siguientes documentos: *Datos Generales, Descripción Constructiva, Dictamen Técnico, Manual de Uso, Calendario de Operaciones de Mantenimiento* (mantenimiento preventivo), *Archivos Documentales, Registro de Incidencias y Registro de Operaciones* (Fdez. León, Monjo Carrió, Rodríguez, & al, 2008).

Los autores Casanovas I Boixereu & Tejera Garófaló, 2000 coinciden en la importancia del mantenimiento preventivo que parte de la base del conocimiento detallado de la edificación. Estos autores señalan que deberán seleccionarse los elementos de los edificios susceptibles a la planificación del mantenimiento y proceder a la elaboración de fichas de protocolo con una programación de las operaciones a realizar.

Es imprescindible que los técnicos realicen visitas periódicas a los edificios con el fin de elaborar *Órdenes de Trabajo* donde se indiquen las operaciones de mantenimiento a ejecutar y los mecanismos para llevarlas a cabo. Luego de terminadas las acciones de mantenimiento los técnicos deberán indicar las cantidades de materiales empleados, los tiempos de ejecución y la descripción de las acciones realizadas. Estos documentos deberán archivar en el *Libro del Edificio*.

El desarrollo de las nuevas tecnologías permite además que todos estos procesos puedan ser organizados de una manera más eficiente a través del *Mantenimiento Asistido por Ordenador* (M.A.O.), que como su nombre lo indica se trata de planificar y archivar las acciones de mantenimiento mediante la utilización de los sistemas informáticos. El M.A.O proporciona a los técnicos un mayor control de los procesos, la optimización de los recursos, el acceso a la información completa y detallada de las instalaciones y equipos, el control y gestión de los almacenes, etc. (Casanovas I Boixereu & Tejera Garófaló, 2000).

Existen varios factores que influyen en la durabilidad de los materiales y la vida útil de los edificios, algunos de estos son: las condiciones de uso, la agresión de los agentes atmosféricos y biológicos, las características inherentes de los elementos, la calidad de los materiales, la calidad de la ejecución, la puesta en obra y las exigencias de servicio.

De los elementos que componen las edificaciones pueden establecerse clasificaciones en cuanto a sus expectativas de vida útil. Según Xavier Casanovas citado en (Casanovas I Boixereu & Tejera Garófalo, 2000) la clasificación de estos elementos es la siguiente:

- Aquellos que deben durar tanto como el edificio (cimentaciones, estructura).
- Aquellos que tienen una gran durabilidad con pequeñas sustituciones, aunque llega el momento en que deben sustituirse total o parcialmente (ejemplo: cubiertas de tejas de barro).
- Aquellos que sufren desgaste mecánico y cuya vida útil depende la intensidad y tipo de uso (ejemplo: pavimentos).
- Aquellos que envejecen por falta de estética, funcionalidad o avance de la tecnología (ejemplo: instalaciones eléctricas, de corrientes débiles, aparatos sanitarios, etc.).
- Aquellos que protegen a otros (ejemplo: pinturas sobre metal o madera).

### ***El caso de Cuba***

En Cuba, como ya se ha mencionado anteriormente, no existen planes de mantenimiento para las edificaciones. Los proyectos de nuevas construcciones no incluyen manuales de funcionamiento, uso y explotación de los componentes de los edificios, es por ello que se puede afirmar que el mantenimiento planificado no existe.

El mantenimiento correctivo, por otra parte no se realiza de manera oportuna, en muchos casos los procesos patológicos moderados se convierten en graves por no haber sido solucionados a tiempo. Influyen en este sentido varios factores como la falta de cultura de mantenimiento tanto por parte de los profesionales como de los usuarios de los edificios, los programas de mantenimiento del gobierno no priorizan los elementos fundamentales para la preservación de las estructuras y además se emplean materiales inapropiados, la población no cuenta con medios para obtener los materiales para mantener sus viviendas por esfuerzo propio, entre otras cuestiones.

Muy pocos autores han abordado los aspectos del mantenimiento constructivo, en el caso específico de Cuba. Por otro lado los estudios de este tipo relacionados con el patrimonio arquitectónico de La Habana Vieja son casi inexistentes, solo existen algunos artículos en publicaciones periódicas que abordan de manera somera esta temática. Los autores Casanovas I Boixereu & Tejera Garófalo, 2000 plantean una metodología general para la realización de diagnosis en las edificaciones cubanas que se ha adapta, según el criterio del autor del presente trabajo, bastante adecuadamente a las condiciones específicas de los edificios coloniales habaneros. Los aspectos fundamentales a tener en cuenta de acuerdo a esta metodología se mencionan a continuación:

- Características generales (tipología arquitectónica, grado de protección, estilo arquitectónico, etc.).
- Materiales de construcción empleados (calidad, estado de conservación).
- Calidad de la ejecución de la obra.
- Tiempo de vida útil del inmueble.
- Afectaciones por deterioro o envejecimiento.

- Planificación de acciones de mantenimiento preventivo.
- Acción de los agentes atmosféricos dada la ubicación del edificio.
- Afectaciones no previstas por ciclones, derrumbes de edificaciones próximas, inundaciones, etc.

Según Tejera Garófalo, P., 2000, se deberá realizar un reconocimiento de cada edificio con vistas a planificar su mantenimiento, el sistema para estos reconocimientos también se adapta muy bien a las características de las edificaciones analizadas en el presente trabajo por lo que se considera muy interesante abordar de manera general este proceso, aunque en la práctica pueda tener variaciones de acuerdo a los criterios y experiencias de cada técnico que deba afrontar el mantenimiento de un edificio histórico en específico.

El proceso de reconocimiento del edificio consta de las siguientes partes (Casanovas I Boixereu & Tejera Garófalo, 2000):

- *Examen del conjunto del inmueble* (observación inicial exterior e interior del edificio con el objetivo de captar su esencia: orientación, forma, tamaño, distribución, época de construcción, etc.).
- *Disposición del edificio en la parcela y levantamiento arquitectónico* (realizar croquis a escala (preferiblemente 1:200 donde se indiquen: situación de la parcela con respecto a la manzana, accesibilidad, alineación, límites y dimensiones, levantamiento arquitectónico acotado de cada planta, etc.).
- *Examen y croquis de las fachadas* (observación detallada de las fachadas, hacer énfasis en los elementos mas vulnerables a la acción de los agentes atmosféricos, relación cubierta-fachada, etc., reconocimiento de los materiales que las componen y realización de croquis a escala lo más detallado posible de cada una de las fachadas).
- *Diferenciación de niveles* (croquis a escala (secciones) ).
- *Composición de la cobertura de la cubierta y sistema de evacuación* (plano de la cubierta a escala).
- *Composición de los forjados y techos* (croquis de las estructuras de estos elementos, sentido de trabajo, identificación de materiales componentes y dimensiones de cada uno).
- *Escaleras* (croquis de la escalera, forma de sustentación, barandas, etc.)
- *Otros elementos arquitectónicos* (detalles de carpinterías, pavimentos, acabados, pinturas, etc. Clasificación por tipos, colores, materiales, estados técnicos, etc.)
- *Instalaciones* (croquis de ubicación y distribución de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, eléctrica, etc.).

Los procesos de diagnosis y reconocimiento del edificio permiten a los técnicos reconocer los procesos patológicos presentes y sus causas; no obstante en muchas ocasiones será necesario además realizar investigaciones adicionales (toma de muestras para su análisis en laboratorios especializados o ensayos semidestructivos o no destructivos in situ). Los resultados de todos estos procesos de diagnóstico,

reconocimiento y ensayos permiten establecer niveles de daños clasificados en 5 categorías (Casanovas I Boixereu & Tejera Garófalo, 2000):

- *NIVEL I:* Degradación muy avanzada. Los procesos de restauración y rehabilitación son más costosos que si se tratará de edificar una nueva construcción, solo se justifica desde el punto de vista económico la recuperación de una edificación con este nivel de deterioro cuando se trata de un bien patrimonial de considerable valor cultural, histórico y artístico.
- *NIVEL II:* Degradación importante. Es necesario intervenir de manera profunda y abarcadora en los componentes del edificio. En la mayoría de los casos el deterioro afecta las condiciones de uso (funcionalidad, confort, habitabilidad, etc.).
- *NIVEL III:* Degradación notable. Requiere una intervención importante aunque las condiciones de uso no se afectan de manera crítica.
- *NIVEL IV:* Estado de conservación aceptable. Las intervenciones serán puntuales pues las condiciones de uso se encuentran en niveles adecuados.
- *NIVEL V:* Buen estado de conservación. Las intervenciones de restauración, conservación o reparación no serán necesarias, solo se precisan labores de mantenimiento.

## 5.2 | Acciones de mantenimiento y mejoras

A continuación se abordan criterios relacionados con las acciones de mejora y mantenimiento en las edificaciones atendiendo fundamentalmente a los elementos estructurales, fachadas y cubiertas (Candel Comas & Anchuela Ocaña, 1997), enfocando el análisis en los elementos que componen las edificaciones coloniales habaneras, de los cuales se han examinado en los capítulos anteriores sus características fundamentales, procesos de deterioro, principales patologías y criterios para su restauración.

### 5.2.1 | Elementos estructurales

Las acciones de mantenimiento en los elementos estructurales persiguen la preservación de su capacidad resistente, de su aspecto (en los elementos vistos) y de su integridad en términos generales (que no presente roturas).

Esto se logra a través de la realización de inspecciones periódicas que en principio serán organolépticas pero que de detectarse alguna anomalía deberán emplearse métodos de diagnóstico mediante el uso de instrumentación más o menos complicada. A partir de la toma de datos técnicos, se deben establecer medidas de prevención y mejora y acciones de mantenimiento (Candel Comas & Anchuela Ocaña, 1997). La tabla 5.1 muestra un resumen de las acciones de mantenimiento en elementos estructurales.

### ***Cimentaciones y obras de fábrica***

En cimentaciones las acciones fundamentales serán de observación periódica con el fin de detectar y resolver cualquier lesión que se presente ya sea por asentamientos, agresión química por aporte de agua, sales solubles o rotura de conductos de agua soterrados, etc.

En muros de carga, pilares, vigas, pilastras, arcos y bóvedas se debe velar por la integridad mecánica de estos elementos a través de las inspecciones periódicas que permitan detectar deformaciones o roturas, determinar sus causas y solucionarlas a tiempo.

Por otro lado las acciones de mantenimiento más frecuentes están encaminadas a preservar la integridad físico-química de estos elementos, persiguen por lo general la reducción de su absorción superficial, mejorando sus propiedades, ya que los materiales que las conforman son muy porosos en el caso de las edificaciones analizadas.

Se deben emplear productos hidrofugantes que a la vez de sellar o reducir el tamaño de los poros superficiales disminuyan los coeficientes de absorción de estos elementos, sin impedir su transpirabilidad. Es común el uso de productos a base de silicatos o siloxanos, etc.

Otro tipo de acción importante es la creación de barreras en las zonas bajas de los muros que impidan la ascensión de humedad por capilaridad (ver capítulo IV).

### ***Elementos estructurales de madera***

Deben inspeccionarse frecuentemente estos elementos con el objetivo primario de la preservación de su integridad mecánica con especial atención en los apoyos y en el centro de la luz, en busca de la aparición de flechas excesivas, fisuras y grietas, etc.

Las maderas deberán ser tratadas para prevenir el ataque biológico (insectos xilófagos, hongos, etc.), en muchos casos se tratan antes de ser colocadas en obra, de no ser así se deberá elegir un producto de los tantos existentes en el mercado que pueden ser aplicados con brochas, pulverización, inyección, difusión, etc.

Además de la aplicación de insecticidas y fungicidas se recomienda pintar o barnizar estos elementos para dotarles de una protección extra.

### ***Elementos estructurales metálicos***

Las acciones de mantenimiento de estos elementos buscan protegerlos de la oxidación. Existen infinidad de productos anticorrosivos y(o) pasivadores de óxido en el mercado que pueden emplearse siempre y cuando se les realicen las pruebas pertinentes.

Antes de aplicar cualquiera de estos productos se deberá limpiar correctamente el elemento a tratar, estas acciones son muy importantes para la preservación de los metales férreos en climas cálido-húmedos como es el caso de La Habana.

### 5.2.2 | Fachadas y cubiertas

Estos elementos constituyen la envolvente del edificio, las fachadas definen el aspecto físico y forman una barrera que protege los espacios interiores de la acción de los agentes atmosféricos pero a su vez permiten garantizar adecuados niveles interiores de iluminación y ventilación natural. Son elementos muy complejos de proyectar, de construir y de mantener. Para su análisis se establece la siguiente clasificación por elementos: zócalos, paños ciegos, carpinterías y balcones, cornisas, aleros y otros elementos volados.

Por otro lado las cubiertas tienen como función primaria la de proteger el interior de los edificios de las inclemencias del tiempo, principalmente de las precipitaciones. Su mantenimiento es de vital importancia para lograr la preservación de los edificios. El análisis del mantenimiento en cubiertas se divide en cubiertas planas y cubiertas inclinadas (Candel Comas & Anchuela Ocaña, 1997) analizando en cada caso las acciones a acometer en todos sus elementos componentes, en el caso de las edificaciones habaneras analizadas los elementos fundamentales a tener en cuenta serán: las bases estructurales, soportes de cobertura y cobertura.

Las acciones de mantenimiento y mejora en los elementos de fachadas y cubiertas tienen como objetivos: la preservación de su resistencia ante a las acciones de los agentes agresores (atmosféricos, físicos, químicos y biológicos, etc.), de niveles adecuados de aislamiento térmico, acústico, de su textura superficial, referida a reflexión luminosa y acondicionamiento visual general y su aspecto e imagen visual y formal (Candel Comas & Anchuela Ocaña, 1997). Las tablas 5.2 y 5.3 resumen las acciones de mantenimiento en estos elementos.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Elemento	Material	Periodicidad	Comprobación	Acciones	
				Reparación	Mantenimiento
Cimentaciones	Obras de fábrica	5 años	Asientos	Recalces	
			Grietas	Recalces	
			Lavados (erosión química)	Recalces y posible impermeabilización	
Muros de carga. Pilastras, arcos y bóvedas.	Obras de fábrica	2 años	Deformaciones (desplomes, alabeos, pandeos, hundimientos).	Refuerzo	
			Roturas (fisuras y grietas)	Refuerzo	
			Erosión (mecánica, física, química)	Saneado y protección	
			Estado de la capa de protección		Reposición (en caso de ser necesario)
Pilares y vigas	Madera	5 años	Deformaciones (flechas, pandeos, alabeos).	Refuerzo o sustitución	
			Fendas	Refuerzo	Protección
			Ataque de agentes biológicos	Refuerzo o sustitución	Limpieza y protección
			Deterioro en los apoyos o fracturas	Refuerzo o sustitución	
	Metal	5 años	Deformaciones (flechas, pandeos, alabeos).	Refuerzo o sustitución	
			Oxidación y corrosión		Limpieza y protección
Forjados y techos	Madera	5 años	Deformaciones (flechas, pandeos, alabeos).	Refuerzo o sustitución	
			Fendas	Refuerzo	Protección
			Ataque de agentes biológicos	Refuerzo o sustitución	Limpieza y protección
			Deterioro en los apoyos o fracturas	Refuerzo o sustitución	
	Metal	5 años	Deformaciones (flechas, pandeos, alabeos).	Refuerzo o sustitución	
			Oxidación		Limpieza y protección
			Corrosión	Refuerzo o sustitución	Limpieza y protección

Tabla 5.1\_ Acciones de mantenimiento en elementos estructurales.

FACHADAS

Elemento	Material	Periodicidad	Comprobación	Acciones	
				Reparación	Mantenimiento
Zócalos	Pétreos , cerámicos o de mortero	2 años	Humedad por capilaridad	Drenaje, barrera impermeable o cámara ventilada	
			Erosión mecánica, física, química	Saneamiento y protección	
			Desprendimientos	Reposición	Reanclaje
			Eflorescencias	Limpieza y protección	
		10/15 años	Suciedad, graffitis	Limpieza y sellado	Limpieza (este tipo de mantenimiento suele ser correctivo)
Paños ciegos	Pétreos , cerámicos, de mortero o pinturas.	2 años	Humedades (por capilaridad, por filtración, por condensación, etc.)	Drenaje, barrera impermeable o cámara ventilada (por capilaridad). Sellado y protección, reparación y/o aislamiento (por filtración, condensación, etc.)	
			Grietas y fisuras	Refuerzos	
			Desprendimientos	Reanclaje y(o) reposición	
			Eflorescencias	Limpieza y secado	
			Erosión mecánica, física, química, biológica.	Saneado y protección	
		10/15 años	Suciedad, graffitis		Limpieza (este tipo de mantenimiento suele ser correctivo)
Carpinterías y herrerías	Madera, metal	2 años	Humedad por filtración	Sellado y protección	
			Roturas o desprendimientos	Reparación y(o) reanclaje	
			Desgastes por acciones mecánicas, físicas, químicas o biológicas	Saneado y protección	Pintura
		5 años	Suciedad		Limpieza (este tipo de mantenimiento suele ser correctivo)
		2/5 años	Oxidación y corrosión		Saneado, protección y pintura
Balcones, cornisas, aleros y otros elementos volados	Pétreos, madera, cerámicos, mixtos, etc.	2 años	Microcapilaridad/ Filtración	Protección y sellado	
			Desprendimientos	Reposición y reanclaje	
			Erosión mecánica, física, química, biológica/ Eflorescencias.	Saneado y protección	
		5 años	Suciedad	Limpieza y protección	Limpieza (este tipo de mantenimiento suele ser correctivo)
	Metal	2/5 años	Oxidación y corrosión		Saneado, protección y pintura
	Sumideros	6 meses			Limpieza y comprobación

Tabla 5.2\_ Acciones de mantenimiento en fachadas. Tabla adaptada por el autor a las edificaciones de La Habana Vieja basado en (Candel Comas & Anchuela Ocaña, 1997).

CUBIERTAS

Elemento	Material	Periodicidad	Comprobación	Acciones	
				Reparación	Mantenimiento
Cubiertas planas	Madera y cerámicos (base estructural soporte de la cobertura y cobertura.)	2 años	Deformaciones	Refuerzo o sustitución en madera. Sustitución en cerámicos.	
			Humedades	Impermeabilización, aislamiento y(o) cámara de aire (madera). Reposición en	
			Fisuras, grietas, roturas, erosión	Sellado y protección en maderas. Reposición en cerámicos.	
	5 años	Suciedad	Limpieza y protección	Limpieza	
	Sumideros	6 meses			Limpieza y comprobación
Cubiertas inclinadas	Madera y cerámicos (base estructural soporte de la cobertura y cobertura.)	2 años	Deformaciones	Refuerzo o sustitución en madera. Sustitución en cerámicos.	
			Humedades	Reposición de cobertura.	
			Desprendimientos	Reposición	
			Ataque biológico	Saneado y protección en la madera. Saneado en cerámicos.	
	Cumbreras, limatesas y limahoyas.	5 años			Refuerzo
	Canales y bajantes pluviales	6 meses			Limpieza y comprobación

Tabla 5.3\_ Acciones de mantenimiento en cubiertas.

### 5.3 | Premisas para la elaboración de planes de mantenimiento constructivo para las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja.

Como se ha mencionado anteriormente las acciones de mantenimiento preventivo prácticamente no existen en Cuba y las de mantenimiento correctivo en muchas ocasiones se realizan de manera incorrecta y con materiales incompatibles con los elementos de los edificios a restaurar.

En el Centro Histórico de la Habana Vieja desde hace algunos años se han venido desarrollando acciones de mantenimiento fundamentalmente correctivo. Estas labores se han realizado primero bajo la tutela de la Dirección General Administrativa (D.G.A.) y luego por parte de la Dirección de Inversiones, ambas instituciones pertenecientes a la estructura de la Oficina del Historiador.

Los encargados de organizar, dirigir y controlar estas acciones son un pequeño grupo de profesionales y técnicos (arquitectos, ingenieros civiles, eléctricos, hidráulicos, eléctricos, agrónomos y técnicos en construcción civil), aproximadamente 15 trabajadores, que comenzaron su labor a partir del año 2000, aproximadamente. Este grupo ha sido conocido como la Subdirección de Mantenimiento Constructivo de la

D.G.A. y a partir del 2013 como Departamento Inversionista de Mantenimiento Constructivo perteneciente a la Dirección de Inversiones de la Oficina del Historiador.

Las labores fundamentales de este grupo son las de mantener el entorno urbano del centro histórico habanero: áreas verdes, parques, plazas, fuentes, monumentos, fachadas, pavimentos de calles y aceras, alumbrado público, etc. Además, intervienen con acciones de mantenimiento en los interiores de los inmuebles pertenecientes a la Oficina del Historiador y durante los años del 2006 al 2013 sirvieron de apoyo importante a la compañía turística del casco histórico, llamada Habagüanex S.A., en tareas de mantenimiento en hoteles, comercios, restaurantes, tiendas y otros servicios asociados al turismo.

Los métodos de trabajo de este grupo de Mantenimiento Constructivo incluyen como documento principal la realización de *Órdenes de Trabajo*. Las labores que se realizan son en su mayoría de carácter correctivo. A partir de recorridos por las zonas de interés se elaboran las *Órdenes de Trabajo* que posteriormente se envían a los operarios que realizarán las labores, al darse por terminadas se verifican por ambas partes y se firman *Actas de Terminación de Labores de Mantenimiento* (ver Anexo 4.1).

Cada uno de los profesionales del grupo atiende el mantenimiento de los elementos que domina según su especialidad, por ejemplo el ingeniero agrónomo se encarga de las labores de riego, siembra y mantenimiento de las áreas verdes, los arquitectos, ingenieros civiles y técnicos en construcción civil dirigen las acciones en fachadas, cubiertas, elementos estructurales, pavimentación, mobiliario urbano, fuentes y monumentos, los ingenieros eléctricos, hidráulicos y mecánicos se encargan del mantenimiento de las instalaciones según el campo de actuación de cada uno.

Los elementos susceptibles a tareas de Mantenimiento están divididos por *Programas*, ejemplo: Programa de Fachadas, Programa de Adoquinado y Reparación de Aceras, Programa de Alumbrado Público, etc. Cada uno de estos programas tiene asignado un presupuesto anual para la realización de acciones de mantenimiento que viene dado por los registros históricos de costos anuales en cada *Programa*, los inversionistas encargados de atender cada *Programa* deben velar por que se administre correctamente el presupuesto para poder lograr que se realicen acciones durante todo el año. En la práctica real lo que sucede es que, al realizarse la mayoría de las acciones de manera correctiva, es decir sin planificación, es muy usual que alguno de los programas llegue sin presupuesto al último trimestre del año.

### ***Logros alcanzados y expectativas futuras***

De todos los *Programas* en los que se realizan acciones de mantenimiento en la Oficina del Historiador de la Habana, son de interés del presente trabajo los relacionados con elementos estructurales, fachadas y cubiertas de los inmuebles históricos.

Se ha avanzado bastante en la organización del mantenimiento en *Fachadas* con la realización de gran cantidad de fichas técnicas de estos elementos en los edificios de mayor relevancia (ver anexos 4.2), aunque aún siguen siendo correctivas las labores, en cuanto se detectan patologías, se elaboran las *Órdenes de Trabajo* necesarias con bastante facilidad ya que se cuenta con toda la información necesaria: medidas generales, color de las pinturas de muros, elementos de madera y(o) metal, ubicación y dimensiones de los elementos decorativos, balcones, cornisas, aleros, etc.

En cuanto a las cubiertas y los elementos estructurales de los edificios no existe demasiada información y con los pocos profesionales con que cuenta el grupo se hace imposible abarcar todo la Zona Priorizada para

la Conservación del Centro Histórico de la Habana Vieja. Los criterios abordados anteriormente, en este capítulo pueden servir de base para la creación de un *Libro del Edificio* para cada inmueble de la Habana Vieja, para lograrlo se debe crear conciencia no solo en los profesionales que se encargan de planificar, supervisar y dirigir estas tareas, sino también en todos los usuarios de los edificios.

En el año 2010 como parte de los ciclos de formación de profesionales que trabajan directamente en la conservación del patrimonio arquitectónico habanero se realizaron cursos de postgrado impartidos por catedráticos de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). De estos cursos el de interés para la presente investigación fue el titulado “Gestión del Mantenimiento Constructivo en Contextos Patrimoniales” impartido por el Dr. Rafael Fernández Martín, profesor de la mencionada casa de altos estudios.

Los temas abordados en este curso fueron:

- *Teoría y ámbitos de la Gestión Patrimonial* (referido a los conceptos fundamentales de la gestión patrimonial, ámbitos de gestión con énfasis en la puesta en valor del patrimonio arquitectónico en general sin dejar de valorar el patrimonio industrial, olvidado a menudo).
- *Introducción a la Gestión del Mantenimiento* (referido a conceptos generales y a las funciones del Gestor de Mantenimiento como ente fundamental para el desarrollo de estas actividades).
- *Actividades de Operación y Mantenimiento* (referido a la organización y los tipos de mantenimiento (correctivo, preventivo, preventivo técnico-legal, etc.), implantación del proceso de gestión, planes de mantenimiento, inventarios, órdenes de trabajo, etc.).
- *Gestión de la Calidad* (referido a la implantación, evolución y seguimiento de los procesos de gestión de la calidad de acuerdo a la normativa internacional).
- *Gestión del Riesgo* (referido a su identificación y catalogación, metodologías estadísticas para su evaluación y finalmente su seguimiento, revisión y tratamientos).
- *Gestión de los Servicios* (referido a la clasificación de los servicios, gestión de la demanda, sistemas de costes y calidad y planes de mejora continua).

La mayor parte de los aspectos abordados en este curso no se aplican a la realidad actual de la Gestión del Patrimonio Arquitectónico habanero, estos deben ser introducidos de manera paulatina y deberán darse aún muchos cambios en las estructuras organizativas que rigen las labores de construcción, reparación, restauración y mantenimiento en Cuba para que puedan ser aplicados de manera adecuada; no obstante este tipo de cursos es muy beneficioso pues aporta elementos a los profesionales y técnicos cubanos para dar los primeros pasos en la organización de las labores de mantenimiento en las edificaciones.

Como trabajo final del curso se orientó la realización de un pequeño manual de mantenimiento constructivo de una edificación escogida por el alumno (ver anexo 4.1), cada uno de los participantes realizó un informe más o menos detallado de su caso de estudio. Estos trabajos sirven de base para la redacción de documentos que permitan la planificación del mantenimiento constructivo de las edificaciones de La Habana Vieja.

# CONCLUSIONES



ARQ. AARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ

SEPTIEMBRE | 2017

## Conclusiones

Para definir las conclusiones generales del presente trabajo se deberá hacer referencia a los resultados alcanzados a partir del establecimiento de una serie de reflexiones acerca del cumplimiento de los objetivos específicos formulados inicialmente:

1. A través del estudio, análisis y resumen de la extensa bibliografía existente acerca de las características y evolución histórica de la Villa de San Cristóbal de la Habana se ha logrado brindar una información directa y no demasiado, extensa que permite a cualquier lector conocer los aspectos principales relacionados con este centro histórico de alto valor patrimonial incluido en la lista del Patrimonio Mundial por la UNESCO en 1982.

Los pilares fundamentales para la realización de este compendio han sido las obras maestras: *“La Arquitectura Colonial Cubana de los siglos XVI, XVII, XVIII Y XIX”* y *“El Pre barroco en Cuba: una escuela criolla de arquitectura morisca”*, de los ilustres profesores Joaquín Emilio Weiss y Sánchez (habanero) y Francisco Prat Puig (catalán), respectivamente.

Se han abordado los aspectos relacionados con la evolución de la normativa que ha regulado la conformación de la morfología urbana y arquitectónica de la villa habanera desde las primeras ordenanzas de Alonso de Cáceres, de 1573 hasta las actuales Regulaciones Urbanísticas de la Habana Vieja.

Se ha hecho referencia a todos los aspectos relacionados con las características actuales del casco histórico, los estudios realizados por el Plan Maestro para la Revitalización Integral, que identifican las tipologías de las edificaciones, otorgan grados de protección a las mismas y establecen diferentes zonas de regulación de intensidad urbana.

Se han mencionado además los avances alcanzados por la Oficina del Historiador, sobre todo en la Zona Priorizada para la Conservación y se han caracterizado los estados de conservación de las edificaciones, de las redes urbanas de electricidad, gas, agua y telefonía y por otra parte se han desarrollado algunos temas relacionados con los retos que impone el turismo, el acceso a los servicios por parte de la población, etc.

Con todo lo anteriormente expuesto se logra brindar una imagen bastante amplia de las características de este centro histórico, su evolución y los retos que imponen las condiciones de su explotación en la actualidad.

2. Se ha obtenido un documento relativamente breve que resume las principales características constructivas de las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja construidas desde el siglo XVI hasta el XIX.

Esto se ha logrado a través de la caracterización de los principales elementos estructurales que componen estos edificios: cimentaciones, muros, forjados, cubiertas y escaleras, mostrando su evolución constructiva y tipológico-formal desde el pre barroco o hispano-mudéjar (de finales del siglo XVI y XVII), pasando por el barroco del siglo XVIII y hasta el neoclasicismo del siglo XIX.

Además, se han caracterizado otros elementos destacados; arquitectónicos, funcionales y compositivos de estas edificaciones como sus fachadas, carpinterías de puertas y ventanas, rejerías, distribuciones en planta y locales relevantes en las edificaciones civiles como el patio y el zaguán.

3. Se han identificado las principales causas de deterioro, los agentes primarios de alteración, así como las patologías más frecuentes en las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja.

Esto se ha logrado gracias al estudio de las condiciones climáticas imperantes en la isla, niveles de agresividad corrosiva de la atmósfera, contaminación ambiental, agentes agresores bióticos, etc. y otros aspectos relacionados con la antigüedad de las edificaciones, las modificaciones antrópicas y la falta total de mantenimiento.

Se ha identificado las patologías más frecuentes desglosadas por elementos constructivos gracias a experiencias adquiridas en la práctica de la restauración y a los resultados de estudios minuciosos realizados por profesionales cubanos. En sentido general se puede afirmar que los principales procesos de deterioro tienen su origen a partir del aporte de agua a los edificios, principalmente por remonte capilar proveniente del terreno y por filtraciones dadas por roturas en las coberturas de las cubiertas.

La definición del agua como principal agente deteriorante de los edificios permite especificar además las consecuencias de su acción en los diferentes elementos componentes de los inmuebles: proliferación de musgos, líquenes y plantas superiores en obras de fábricas, cubiertas, elementos estructurales de madera, a estos últimos el contenido de humedad los afecta significativamente y propicia que sea atacados por agentes bióticos, entre los que destacan las termitas subterráneas y el efecto corrosivo desencadenado en los elementos metálicos.

4. Se han establecido criterios de actuación para resolver los diferentes tipos de patologías por elementos constructivos en las edificaciones históricas habaneras a partir del análisis de los procesos recientes de restauración de la emblemática Casa Prat Puig.

El estudio de las etapas preliminares al comienzo de las obras: investigaciones arqueológicas e históricas, diagnósticos hasta llegar a la elaboración del proyecto de intervención demuestran la preparación de algunos de los profesionales cubanos que intervienen en la conservación del patrimonio arquitectónico habanero.

Ha quedado demostrado que los errores se producen durante la ejecución de las obras y se deben entre otros factores a las modificaciones indebidas de los proyectos, a la falta de planificación y de control técnico, al uso de materiales no compatibles con las edificaciones históricas, entre otras.

Todo esto unido al hecho de la falta de gestión, es decir no se planifica desde el inicio el uso que van a tener los edificios luego de ser restaurados. No se trata solamente de restaurar, por el mero hecho de preservar las estructuras, sino que los edificios deben ser adaptados a los tiempos y requerimientos actuales, deben usarse, pues el abandono propicia la aparición del deterioro.

En cuanto a los criterios de intervención resulta evidente que no existen recetas universales, pero se han establecido criterios acerca de las soluciones que se consideran más recomendables para intervenir en cimentaciones, obras de fábricas, elementos estructurales de madera y metálicos, fachadas y cubiertas a partir del análisis de las técnicas y materiales más usados en la actualidad.

A partir del estudio de las características de cada uno de los elementos mencionados anteriormente, en las edificaciones habaneras, se brindan razones que justifican cuales de estas técnicas y materiales serán las más factibles para ser usadas en el contexto específico de este casco histórico.

5. Se han estudiado aspectos generales acerca de la planificación del mantenimiento en edificios a partir de investigaciones y criterios de profesionales que dominan estos temas, destacando la importancia del conocimiento detallado de los edificios por parte de los técnicos y de la elaboración de la documentación necesaria para el establecimiento de planes de mantenimiento preventivo.

A través del análisis de la situación del mantenimiento constructivo en Cuba y de algunas experiencias aún muy elementales en la práctica de estas labores en el Centro Histórico de la Habana Vieja se declaran las razones que justifican la importancia que se le debe otorgar a estos temas para la preservación del patrimonio arquitectónico habanero.

Se ofrecen algunas metodologías elaboradas por profesionales cubanos para la elaboración de la documentación técnica de mantenimiento planificado en estas edificaciones, así como algunas experiencias adquiridas en cursos de postgrado impartidos en la Habana Vieja por parte de catedráticos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Todo lo anterior permite tener algunos criterios válidos para poder lograr en pocos años el establecimiento de planes de mantenimiento preventivo en los edificios de casco histórico habanero que permitan revertir la situación deplorable que presentan muchos de ellos en la actualidad.

A modo de resumen se puede afirmar que se ha logrado el objetivo primario, planteado al inicio de la presente investigación, pues se ha elaborado un documento bastante breve y preciso que brinda conocimientos generales acerca del Centro Histórico habanero, las características y estado actual del entorno urbano-arquitectónico, sus peculiaridades desde los puntos de vista ambientales, constructivos, socio-económicos, etc., que han propiciado el desarrollo de las diferentes tipologías arquitectónicas a lo largo de varios siglos de historia y los retos que imponen los tiempos actuales para su explotación y conservación.

Se consiguen establecer algunas premisas que pueden resultar de gran utilidad para la restauración, conservación, rehabilitación y mantenimiento de estas edificaciones sin pretender establecer fórmulas de obligatorio cumplimiento, sino que la pretensión es la de ofrecer herramientas básicas para enfrentarse a los problemas que puedan presentarse en estos edificios, pero siempre teniendo en cuenta que cada caso impone soluciones particulares que deben ser el resultado del conocimiento profundo y particular de cada inmueble antes de someterlo a un proceso de restauración.

# BIBLIOGRAFÍA | LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS



ARQ. AARON DAYAN MOK HERNÁNDEZ

SEPTIEMBRE | 2017

## Bibliografía

- Aldoma, O., & Farré, B. (1989). *Limpieza. Restauración. Mantenimiento de fachadas*. Barcelona: Prensa XXI S.A.
- Alfonso, F. (2013). *La Habana: Ciudad Mágica*. La Habana: Ediciones Boloña.
- Alina, C. P., & Rodríguez Roque, R. (14 de July de 2017). Plantas en la Habana Vieja. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia29/HTML/articulo08.htm>. La Habana.
- Álvarez Rodríguez, O. (2003). Metodología para el diagnóstico de edificaciones en Centro Histórico Urbano de la Habana. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE).
- Arencibia Fernández, J. (Abril de 2007). Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios. *Revista de Arquitectura e Ingeniería, 1*, págs. 1-8.
- Arencibia Iglesias, S. R., Romero Sáez, A., & Fernández Muñoz, N. (Septiembre-Diciembre de 2015). Formas de deterioro presentes en las fachadas de piedra de "El Arsenal". *Revista Arquitectura y Urbanismo 3/2015*, págs. 79-91.
- Babé Ruano, M. (1986). *Mantenimiento y reconstrucción de edificios*. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
- Candel Comas, D., & Anchuela Ocaña, I. (1997). *Manual de mantenimiento de edificios. El libro del técnico mantenedor*. Cantabria: Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España.
- Carreras Rivery, R. (Febrero de 2014). [http://www.academia.edu/10035828/Conservaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_madera\\_en\\_el\\_patrimonio\\_cultural](http://www.academia.edu/10035828/Conservaci%C3%B3n_de_la_madera_en_el_patrimonio_cultural). Recuperado el 16 de Agosto de 2017, de [www.academia.edu](http://www.academia.edu): [http://www.academia.edu/10035828/Conservaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_madera\\_en\\_el\\_patrimonio\\_cultural](http://www.academia.edu/10035828/Conservaci%C3%B3n_de_la_madera_en_el_patrimonio_cultural)
- Casanovas I Boixereu, X., & Tejera Garófalo, P. (2000). *Scribd.com*. Recuperado el 17 de Julio de 201, de Scribd web site: <https://es.scribd.com/document/310130056/Mantenimiento-y-Gestin-de-Edificios-TEJERA>
- Chavez Hdez., J., Broche Lorenzo, J., & al., e. (Agosto de 2012). Técnicas de avanzada en el diagnóstico patológico de edificaciones: El Templete de la Habana Vieja. *Revista Ingeniería de Construcción, 27(2)*, págs. 19-33.
- Chávez Vega, J., & Álvarez Rodríguez, O. (26 de July de 2005). Metodología para el diagnóstico y restauración de edificaciones. *Revista de la Construcción Vol. 4 No. 2 2005*. La Habana.
- Colectivo, d. a. (2010). *Mantenimiento de edificios*. Barcelona: Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona.
- Crosby, T., & Cancino, C. (2005). *Condition assement. Material and building pathology*. Los Angeles: Getty Institute Conservation.
- Cuza Pérez, A., Carreras Riveri, R., & Saralegui Boza, H. (2005). Maderas que fueron usadas en la construcción de edificaciones coloniales del Centro Histórico de la Habana Vieja. *Anales del Museo de América 13*, págs. 359-375.
- de las Cuevas Toraya, J. (2001). *500 Años de Construcciones en Cuba*. La Habana: Chavín. Servicios Gráficos y Editoriales.
- Delgado Martínez, M. (2003). Los alfarjes y artesanados de madera valencianos. Aspectos artísticos y constructivos. Casos de intervención. *Trabajo final de máster*. Valencia.
- Díaz, F., & González, H. (2015). Memorias de intervención para la restauración de monumentos escultóricos en la Habana Vieja. La Habana.

- Domínguez Gutiérrez, J., & González Pajaro, A. (Enero-Abril de 2015). Valoración técnica del deterioro de las edificaciones en la zona costera de Santa Fe. *Revista Arquitectura y Urbanismo 1/2015*, págs. 48-62.
- Dutrecq, A. (23 de Octubre de 2006). Guía práctica para la lucha contra las termitas subterráneas en La Habana. La Habana: Oficina del Historiador.
- Fdez. León, J., Monjo Carrió, J., Rodríguez, J., & al, e. (30 de Octubre de 2008). *Jornada de Gestión y Mantenimiento*. Recuperado el 21 de Julio de 2017, de [recopar.aq.upm.es: http://recopar.aq.upm.es/v2/es2/docs/ev\\_1008\\_arpa.pdf](http://recopar.aq.upm.es/v2/es2/docs/ev_1008_arpa.pdf)
- Fernández Martín, R. (Mayo de 2010). Gestión del mantenimiento constructivo en contextos patrimoniales. La Habana: Colegio Universitario San Gerónimo de la Habana.
- Fernández Martín, R. (2015). Inventario morfológico de las ciudadelas del casco histórico de la Habana para su caracterización como tipología específica. Estudio comparado con las corralas madrileñas. *Tesis doctoral*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Fernández Pirla, S., Monjo Carrió, J., Herranz, J., & al, e. (1997). *Manual de mantenimiento de edificios. El libro del técnico mantenedor*. Madrid: CAT Cantabria.
- Hazard, S. (1871). *Cuba with Pen and Pencil: La siempre fiel isla*. London: Sampson Low, Son & Marston.
- Hernández Dueñas, A., & Mok Hernández, A. (Enero de 2016). Informe técnico del estado actual de la Casa Prat Puig. La Habana: Dirección de Inversiones. Departamento de Mantenimiento Constructivo. Oficina del Historiador.
- Laguna López, P. (Septiembre de 2013). Antiguo palacio de los Condes de Jibacoa. Análisis histórico-constructivo y de patologías. *Proyecto Fin de Grado*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Landa Esparza, M. (2010). Nuevas técnicas de reparación de estructuras de madera. Elementos flexionados. Aporte de madera-unión encolada. Metodología de puesta en obra. Pamplona: Universitas Studiorum Navarrensis.
- Lee, D. (1999). Memoria Descriptiva de Arquitectura. Casa Prat Puig. Dirección de Arquitectura Patrimonial. Oficina del Historiador.
- Leuchsenring, R. d. (1955). *Veinte años de actividades del Historiador de la Ciudad de La Habana*. La Habana: Oficina del Historiador.
- Liotta, G. (2000). *Los insectos y sus daños en la madera. Problemas de restauración*. Sevilla: Editorial Nerea S.A.
- Llopis, V. (2017). Técnicas de Intervención. Refuerzo de Estructuras Murarias. *Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- López Mateu, V. (2017). Reconocimiento Diagnóstico y Reparación de Fábricas. *Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Macías Bernal, M. (Diciembre de 2014). *Estudio y análisis sobre la identificación-conservación de las maderas del casco histórico de la Habana*. Recuperado el 17 de Agosto de 2017, de [www.academia.edu: http://www.academia.edu/10035787/ESTUDIO\\_Y\\_ANALISIS\\_SOBRE\\_LA\\_IDENTIFICACION%20Y%20CONSERVACION\\_DE\\_LAS\\_MADERAS\\_DEL\\_CASCO\\_HISTORICO](http://www.academia.edu/10035787/ESTUDIO_Y_ANALISIS_SOBRE_LA_IDENTIFICACION%20Y%20CONSERVACION_DE_LAS_MADERAS_DEL_CASCO_HISTORICO)
- Martín Zequeira, M. E., & Rodríguez Fernández, E. L. (1998). *La Habana: guía de arquitectura*. La Habana: Agencia Española de Cooperación Internacional, Madrid; Consejería de Obras Públicas y Transporte, Sevilla.
- Melero Lazo, N., & Dunn Marqués, C. (1995). *La documentación arquitectónica: un método para la elaboración de la documentación preliminar de los proyectos de restauración*. La Habana: Centro Nacional de Conservación y Museología (CENCREM).

- Mesías González, R., & Suárez Pareyón, A. (2003). Alternativas de hábitat en los centros antiguos de las ciudades de América Latina. México, México.
- Meza, C. (Agosto de 2012). *Porcentual de patologías. Ley de Sitter*. Recuperado el 21 de Julio de 2017, de ferozo.com: <http://cj000528.ferozo.com/catedrapatologia/CLASE1CRISTINASitter.pdf>
- Mok Hernández, A., & Lara Glez., A. (2008). Factibilidad del uso del RBS en el Centro Histórico de la Habana Vieja. *Tesis de grado*. La Habana.
- Monfort Lleonart, J. (2015). Estructuras de madera. Fuego. *Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Monfort Lleonart, J., Tormo Esteve, S., Palaia Pérez, L., & et.al. (2012). *24 Lecciones sobre Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Su razón de ser*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Monjo Carrió, J. (1997). *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Monjo Carrió, J., Abasolo, A., Bollati Pato, M., & et.al. (1998). *Tratado de Rehabilitación. Elementos estructurales*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Monjo Carrió, J., Adell Argilés, J., del Aguila García, A., & al, e. (1999). *Tratado de Rehabilitación. Fachadas y cubiertas*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Monteagudo Rodríguez, I. (2001). Caracterización y evaluación técnica constructiva de mamposterías y tapias de tierra de los siglos XVII, XVIII y XIX. Estudio en la Habana Intramuros. *Tesis Doctoral*. La Habana.
- O'Farrill Rodríguez, Y. (Junio de 2008). Intervención con estructuras de madera en el edificio de San Ignacio 360. *Trabajo de diploma*. La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
- Oficina de Normalización, C. T. (2002). Diseño y construcción de impermeabilización de cubiertas mediante el sistema de enrajonado y soladura. Especificaciones. *Normas Cubanas, 141:2002*. La Habana.
- Oficina del Historiador, P. M. (2006). *Una experiencia singular*. La Habana: Oficina del Historiador de la Ciudad.
- Oliva Suárez, R. (2014). Los espacios domésticos habaneros entre 1650 y 1750. *Tesis Doctoral*. Granada: Universidad de Granada.
- Palaia Pérez, L. (1995). Técnicas de intervención en elementos estructurales de madera. *II Master en Técnicas de Intervención en el Patrimonio Arquitectónico*. Valencia: Diazotec S.A.
- Pérez Beato, M. (1936). Habana Antigua. Apuntes Históricos por el Dr. Manuel Pérez Beato. Tomo I. Toponimia. La Habana, Cuba .
- Pérez Drago, I. (2008). *Hierros de la Habana. La herrería en la arquitectura colonial habanera: siglo XIX*. Madrid : Fundación Diego de Sagredo.
- Plan Maestro, O. d. (2003). *Plan de Desarrollo Integral P.D.I.* La Habana: Oficina del Historiador.
- Plan Maestro, O. d. (2009). Cuadernos de Cultura Urbana. Regulaciones Urbanísticas. La Habana Vieja. Centro Histórico. La Habana: Ediciones Boloña .
- Plan Maestro, O. d. (2009). *Regulaciones Urbanísticas. Ciudad de La Habana. La Habana Vieja. Centro Histórico*. La Habana: Ediciones Boloña.
- Plan Maestro, p. I. (2001). *Desafío de una utopía. Una estrategia integral para la gestión y la salvaguarda de la Habana Vieja*. La Habana: Oficina del Historiador; Ediciones Boloña.

- Portero Ricol, A. E. (Septiembre de 2000). Recomendaciones para la conservación de los sistemas constructivos de entresijos y cubiertas que se desarrollaron desde el siglo XVII hasta el XIX en las edificaciones de viviendas del Centro Histórico de la Habana. *Tesis doctoral*. La Habana : Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
- Portero Ricol, A. E. (Marzo de 2008). *Las cubiertas ¿cubren?* (I. S. Echeverría, Ed.) Recuperado el Agosto de 2017, de <http://www.ilustrados.com/documentos/cubiertas-250308.pdf>.
- Prat Puig, F. (1947). *El Prebarroco en Cuba: Una escuela criolla de arquitectura morisca* . La Habana: Diputación de Barcelona.
- Ravelo, G. (Septiembre- Diciembre de 2011). Influencia de elementos climáticos en el deterioro de las fachadas de edificaciones en el Barrio Colón. *Revista Arquitectura y Urbanismo 3/2011*, págs. 38-47.
- Rodríguez Marcano, Y. (8 de Noviembre de 2013). *Habana Radio. La voz del patrimonio cubano*. Recuperado el 18 de Julio de 2017, de Habana Radio: <http://www.habanaradio.cu/articulos/casa-de-teniente-rey-y-aguiar/>
- Rodríguez Matienzo, J. (2012). Comportamiento de cubiertas planas horizontales. *Tesis de Maestría*. La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
- Rodríguez Sánchez, P. (5 de Enero de 2010). Informe de avance de los trabajos a ejecutar por la Escuela Taller Gaspar Melchor Jovellanos. La Habana: Oficina del Historiador.
- Salgado Ravelo, I. E. (2011). Caracterización de la contaminación ambiental en el entorno de la Casa Prat Puig. *Patrimonio y Desarrollo. Revista Digital*, 4, págs. 6-9.
- Soriano Cubells, M. (2012). Tratamientos de conservación de la piedra natural. *Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- UNESCO, I. (2003). *Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico*. Zimbabwe: ICOMOS.
- Weiss, J. E. (1968). *La Arquitectura Colonial Cubana*. La Habana: Editorial Letras Cubanas.
- Weiss, J. E. (1978). *Techos Coloniales Cubanos*. La Habana: Editorial Arte y Literatura.
- Zardoya, M. V. (2007). *Las Ordenanzas de Construcción. Dirección Provincial de Planificación Física de La Habana*. La Habana: Ediciones Boloña.

## Listado de figuras

### CAPÍTULO I

- *Figura 1.1\_ Archipiélago cubano. División Político- Administrativa actual. <http://www.juventudrebeldede.cu/multimedia/fotografia/generales/nueva-division-politico-administrativa-de-cuba/>*
- *Figura 1.2\_ El municipio La Habana Vieja. Ubicación en el mapa de la Habana (Oficina del Historiador, 2006).*
- *Figura 1.3\_ Plaza de Armas (Hazard, 1871).*
- *Figura 1.4\_ Castillo del Morro visto desde la Punta (Hazard, 1871).*
- *Figura 1.5\_ Antiguas entradas a la Muralla (Hazard, 1871).*
- *Figura 1.6\_ Castillo de la Real Fuerza (Hazard, 1871).*
- *Figura 1.7\_ Plaza de San Francisco (Antiguo Muelle de Caballería) (Hazard, 1871).*
- *Figura 1.8\_ Plaza de la Catedral (Hazard, 1871).*
- *Figura 1.9\_ Primer plano conocido de la Habana, 1576, del capitán Francisco Calvillo (Plan Maestro O. d., Regulaciones Urbanísticas. Ciudad de La Habana. La Habana Vieja. Centro Histórico, 2009).*
- *Figura 1.10\_ Plano elaborado por los ingleses de la Habana en el S. XVIII (Plan Maestro O. d., Regulaciones Urbanísticas. Ciudad de La Habana. La Habana Vieja. Centro Histórico, 2009).*
- *Figura 1.11\_ La Habana en 1851 (Plan Maestro O. d., Regulaciones Urbanísticas. Ciudad de La Habana. La Habana Vieja. Centro Histórico, 2009).*
- *Figura 1.12\_ La Habana Vieja, 2017 (vista satelital). [www.goolzoom.com](http://www.goolzoom.com).*
- *Figura 1.13\_ Plano de la Habana de Cristóbal de Roda, 1603 (Fernández Martín, 2015).*
- *Figura 1.14\_ Plano del Puerto de La Habana, 1855 (Fernández Martín, 2015).*
- *Figura 1.15\_ Portada de las Ordenanzas de Construcción de 1861 (Fernández Martín, 2015).*
- *Figura 1.16\_ Portadas de las Ordenanzas Sanitarias de 1906 (Zardoya, 2007).*
- *Figura 1.17\_ Portadas de las Ordenanzas Sanitarias de 1914 (Zardoya, 2007).*
- *Figura 1.18\_ Portada de las Regulaciones Urbanísticas de la Habana Vieja (Plan Maestro O. d., Cuadernos de Cultura Urbana. Regulaciones Urbanísticas. La Habana Vieja. Centro Histórico., 2009).*
- *Figura 1.19\_ Zonas RIU (Centro Histórico) (Plan Maestro O. d., Cuadernos de Cultura Urbana. Regulaciones Urbanísticas. La Habana Vieja. Centro Histórico., 2009).*
- *Figura 1.20\_ Zona priorizada para la Restauración (Plan Maestro O. d., Cuadernos de Cultura Urbana. Regulaciones Urbanísticas. La Habana Vieja. Centro Histórico., 2009).*
- *Figura 1.21\_ Grados de protección de las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja (Plan Maestro O. d., Cuadernos de Cultura Urbana. Regulaciones Urbanísticas. La Habana Vieja. Centro Histórico., 2009).*
- *Figura 1.22\_ Clasificación de los inmuebles del Centro Histórico de la Habana Vieja según su tipología arquitectónica (Plan Maestro O. d., Cuadernos de Cultura Urbana. Regulaciones Urbanísticas. La Habana Vieja. Centro Histórico., 2009).*
- *Figura 1.23\_ Fachada del edificio en calle Obrapía No. 510 (foto del autor).*
- *Figura 1.24\_ Patio lateral del edificio en calle Obrapía No. 510 (foto del autor).*
- *Figura 1.25\_ Rehabilitación de redes eléctricas soterradas\_ Plaza de la Catedral (foto del autor).*
- *Figura 1.26\_ Rehabilitación de redes soterradas de gas\_ Calle Acosta(foto del autor).*
- *Figura 1.27\_ Edificio de la Calle Cuba No. 519 (foto del autor).*
- *Figura 1.28\_ Edificio de la Calle San Ignacio No. 162 (foto del autor).*
- *Figura 1.29\_ Esquina de las calles Teniente Rey y Aguacate (foto del autor).*
- *Figura 1.30\_ Calle de los Oficios (foto del autor).*
- *Figura 1.31\_ Calle San Ignacio esquina a Teniente Rey. Vista desde la Plaza Vieja (foto del autor).*
- *Figura 1.32\_ Calle Teniente Rey esquina a San Ignacio. Vista desde la Plaza Vieja (foto del autor).*
- *Figura 1.33\_ Calle de los Mercaderes (foto del autor).*

## CAPÍTULO II

- *Figura 2.1\_ Bohío, vivienda rural actual que es heredera de la tradición indígena. [civilchesmonzon.wordpress.com](http://civilchesmonzon.wordpress.com)*
- *Figura 2.2\_ Batey reconstruido en el Museo y Sitio Arqueológico\_ Chorro de Maita, Holguín, Cuba. Uno de los mayores sitios de enterramiento aborigen descubiertos en Cuba. [www.umbrellatravel.com](http://www.umbrellatravel.com)*
- *Figura 2.3\_ Castillo de la Real Fuerza, 1558-1577. [www.visitarcuba.org](http://www.visitarcuba.org)*
- *Figura 2.4\_ Fortaleza de San Salvador de la Punta, 1600. [www.visitarcuba.org](http://www.visitarcuba.org)*
- *Figura 2.5\_ Fachada del Convento e Iglesia de Santa Clara de Asís, 1638- S. XVIII. [www.particuba.net](http://www.particuba.net)*
- *Figura 2.6\_ Patio del Convento e Iglesia de Santa Clara de Asís. [www.particuba.net](http://www.particuba.net)*
- *Figura 2.10\_ Catedral de La Habana, 1748-1777. [www.cibercuba.com](http://www.cibercuba.com)*
- *Figura 2.11\_ Convento e Iglesia de San Francisco de Asís, 1738 (foto del autor).*
- *Figura 2.12\_ Casa de Antonio Hocés Carrillo (Actual Museo de la Pintura Mural), 1648 (foto del autor).*
- *Figura 2.13\_ Casa de la Obrapía, 1665-1793 (foto del autor).*
- *Figura 2.12\_ Casa de Antonio Hocés Carrillo (Actual Museo de la Pintura Mural), 1648 (foto del autor).*
- *Figura 2.13\_ Casa de la Obrapía, 1665-1793 (foto del autor).*
- *Figura 2.16\_ Hotel Inglaterra, 1856-1891 (foto del autor).*
- *Figura 2.17\_ Casa de José Ricardo O’Farril (Actual Hotel Palacio O’Farril), S. XIX. [cubapordescubrir.com](http://cubapordescubrir.com)*
- *Figura 2.18\_ Palacio de la Marquesa de Villalba, 1879. [studioklain.altervista.org](http://studioklain.altervista.org)*
- *Figura 2.19\_ Casa de la calle Habana esquina Paula (S. XVI) (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.20\_ Casa de la calle Bernaza esquina a Teniente Rey (S. XVI) (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.21\_ Solución de dintel o arquivado (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 2.22\_ Solución empleada en las arcadas (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figuras 2.23 y 2.24\_ Paramento exterior del Convento de San Francisco de Asís. Manchas de humedad, depósito de suciedad en los poros de la piedra, crecimiento de plantas parásitas, moho, erosión, etc. (foto del autor).*
- *Figuras 2.25\_ Muro de tapial descubierto durante la ejecución de obras de restauración. La Habana Vieja (s/i) (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 2.26\_ Muro de tapia con verdugadas de ladrillos: Empedrado entre Aguiar y Cuba (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 2.27\_ Muro de tapia: La Habana Vieja (s/i) (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 2.28\_ Muro mixto: Calle Sol entre Aguacate y Compostela (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 2.29\_ Muro de mampuesto: La Habana Vieja (s/i) (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 2.30 y 2.31\_ Solución de refuerzo de muros (tapias y rafas) (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 2.32\_ Solución de refuerzo con madera en muros de tierra (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figuras 2.33 y 2.34\_ Soluciones típicas de cimentaciones en las edificaciones del Centro Histórico de la Habana Vieja (desde fines del siglo XVI al XIX) (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 2.35\_ Secciones características de los forjados planos (viga y tablazón) (croquis del autor).*
- *Figura 2.36\_ Estructura funcional de los alfarjes (Prat Puig, 1947).*
- *Figura 2.37\_ Estructura de cubierta de par hilera (dibujo del autor).*
- *Figura 2.38\_ Estructura de cubierta de par y nudillo (dibujo del autor).*
- *Figura 2.39\_ Manera de estructurar los alfarjes (Prat Puig, 1947).*
- *Figura 2.40\_ Croquis de unión del par y el nudillo (croquis del autor).*
- *Figura 2.41\_ Esquema de estructura del alfarje de parhilera (croquis del autor).*
- *Figuras 2.42 y 2.43\_ Sección del arranque de los alfarjes. Simple y doble estribado, respectivamente (croquis del autor).*
- *Figura 2.44\_ Esquema de alfarje de par y nudillo con harneruelo (Melero Lazo & Dunn Marqués, 1995).*
- *Figura 2.45\_ Esquema de alfarje de par hilera sobre piñones (planta y 3D) (Melero Lazo & Dunn Marqués, 1995).*
- *Figura 2.46\_ Esquema de alfarje de par y nabo (croquis del autor).*
- *Figura 2.47\_ Esquema de alfarje ochavado o cupular (croquis del autor).*
- *Figura 2.48\_ Terminación de alero en forma de tejazoz (Melero Lazo & Dunn Marqués, 1995).*
- *Figura 2.49\_ Recolección de aguas con bajantes y canales pluviales (Melero Lazo & Dunn Marqués, 1995).*
- *Figura 2.50\_ Detalle de forma de colocación de las tejas criollas. <http://www.bvsde.paho.org/arquitectura/top1/top1.htm>*

- *Figura 2.51\_ Detalle en sección del sistema de enrajonado y soladura (versión actual) (Fernández Martín, 2015).*
- *Figura 2.52\_ Forma de colocación de la soladura a diente de perro (Oficina de Normalización, 2002).*
- *Figura 2.53\_ Tramo inferior de la escalera de la Casa de la calle Tacón No. 4 (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.54\_ Escalera del Seminario Conciliar de San Carlos y San Ambrosio (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.55\_ Escalera principal del Palacio Aldama (siglo XIX) (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.56\_ Fachada de la Casa de Obispo 117-119 (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.57\_ Fachada de la casa de la calle Tacón No. 4 esquina a Empedrado (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.58\_ Casa de Don Mateo Pedroso | Actual Palacio de la Artesanía. <http://www.panoramio.com/photo/78933246> (Gorka Aranzabal, 2012).*
- *Figura 2.59\_ Casa Aguilera | Actual Museo de la Cerámica. <http://www.infoceramica.com/2015/03/museo-nacional-de-la-ceramica-contemporanea-cubana/>*
- *Figura 2.60\_ Portada de la Casa de Tacón No.4 (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.61\_ Portada de la Catedral de la Habana. <http://www.visitarcuba.org/catedral-de-san-cristobal-de-la-habana>*
- *Figura 2.62\_ Portada de la Casa de la Obrapía. <http://www.cubahora.cu/cultura/secretos-develados-de-una-casona-colonial>.*
- *Figura 2.63\_ Portada del edificio de la Maestranza de Artillería (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.64\_ Portada de la Casa de Joaquín Gómez (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.65\_ Ejemplar de puerta clavadiza o a la española (Prat Puig, 1947).*
- *Figura 2.66\_ Ejemplar de puerta de cuarterones (Prat Puig, 1947).*
- *Figura 2.67\_ Tipos de puertas de cuarterones cubanas (Prat Puig, 1947)*
- *Figura 2.68\_ Puertas de cuarterones en la etapa final del período prebarroco (Prat Puig, 1947).*
- *Figura 2.69\_ Tipos de puertas clavadizas o “a la española” (Prat Puig, 1947).*
- *Figura 2.70\_ Carpintería interior de la Casa de José Ricardo O’Farril | Actual Hotel Palacio O’Farril (S. XIX) (Prat Puig, 1947).*
- *Figura 2.71\_ Carpintería y herrería de la Casa de la Marquesa de Villalba (S. XIX) (Pérez Drago, 2008).*
- *Figura 2.72\_ Plantas de la Casa de Calvo de la Puerta (siglo XVII) (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.73\_ Arcos de los zaguanes de las casas de siglo XVII (Arq. Fernández Simón, Abel).*
- *Figura 2.74\_ Planta de la casa de Don Mateo Pedroso (siglo XVIII) (Weiss J. E., 1968).*
- *Figura 2.75\_ Arcos de los zaguanes de las casas de siglo XVIII (Arq. Fernández Simón, Abel).*
- *Figura 2.76\_ Planta del Palacio de la Marquesa de Villalba (Martín Zequeira & Rodríguez Fernández, 1998).*
- *Figura 2.77\_ Interior del patio del Palacio O’Farril. [http://www.travelnetcuba.it/es/hotel-palacio-o-farrill\\_la-habana-cuba](http://www.travelnetcuba.it/es/hotel-palacio-o-farrill_la-habana-cuba).*
- *Figura 2.78\_ Galería del piso alto de la Casa de las Hermanas Cárdenas | Actual Centro de Desarrollo de las Artes Visuales. <http://www.lahabana.com/guide/centro-de-desarrollo-de-las-artes-visuales/>.*

### CAPÍTULO III

- *Figura 3.1\_ Mapa de la agresividad corrosiva de la atmósfera en Cuba (Díaz & González, 2015).*
- *Figura 3.2\_ El Templete. Imagen exterior. <http://www.aserequebola.net/t4907-el-templete>.*
- *Figura 3.3\_ Ubicación de las perforaciones realizadas (Chavez Hdez., Broche Lorenzo, & al., 2012).*
- *Figura 3.4\_ Imágenes tomográficas de las perforaciones realizadas (Chavez Hdez., Broche Lorenzo, & al., 2012).*
- *Figura 3.5\_ Representación tridimensional de los estratos de terreno debajo de la cimentación del Templete (Chavez Hdez., Broche Lorenzo, & al., 2012).*
- *Figura 3.6\_ Esquemas de interacción físicos o biológicos (Melero Lazo & Dunn Marqués, 1995).*
- *Figura 3.7\_ Desórdenes típicos de patologías por humedad. Croquis del autor basado en Tesis doctoral (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 3.8\_ Desórdenes típicos de patologías estructurales. Croquis del autor basado en Tesis doctoral (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 3.9\_ Piedra conchífera cubana. Presencia notable de conchas calcáreas en su composición (Arencibia Iglesias, Romero Sáez, & Fernández Muñoz, 2015).*

- *Figura 3.10\_ Plano de ubicación de los edificios con tipologías constructivas térreas empleados en el estudio (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Figura 3.11\_ Ficus crecido en la contraescarpa del Castillo de la Real Fuerza (Alina & Rodríguez Roque, 2017).*
- *Figura 3.12\_ Bryophyllum pinnatum (siempre viva)*  
*<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia29/IMAGES/Figura%205.JPG>*
- *Figura 3.13\_ Pilea microphylla (frescura)*  
*<https://sites.google.com/site/florasbs/urticaceae/brilhantina>*
- *Figura 3.14\_ Bidens pilosa (romerillo blanco)*  
*<http://1.bp.blogspot.com/NzHn21qS0Tc/UoBBEYTvBI/AAAAAAAAA00k/OOdsdX71z1s/s1600/Tridax+proc.+A+mor+seco.jpg>*
- *Figura 3.15\_ Pteris vitatta (helecho muro).**<http://jardin-mundani.blogspot.com.es/2011/01/pteris-vittata-absorbe-arsenico-para.html>*
- *Figuras 3.16 | 3.17 | 3.18\_ Crecimiento de plantas superiores en la Iglesia de Paula y en el Convento de San Francisco, trabajos verticales para retirar plantas de la fachada de la Catedral, respectivamente (fotos del autor).*
- *Figura 3.19\_ Conducto o túnel aéreo en muro (Carreras Rivery, 2014).*
- *Figura 3.20\_ Detalle de conducto de termitas (Carreras Rivery, 2014).*
- *Figura 3.21\_ Imagen de termitas (Carreras Rivery, 2014).*
- *Figura 3.22\_ Distintos tipos de termitas (Carreras Rivery, 2014).*
- *Figura 3.23\_ Pudrición blanca (imagen microscópica y macroscópica) (Carreras Rivery, 2014).*
- *Figura 3.24\_ Pudrición parda (viga afectada y detalle) (Carreras Rivery, 2014).*
- *Figura 3.25 y 3.26 \_ Forjado del edificio de la calle San Ignacio No. 360. Lesiones por humedad excesiva y tablazón deteriorada en la unión con el muro. Viga fracturada transversal y longitudinalmente por cargas excesivas (O'Farrill Rodríguez, 2008).*
- *Figura 3.27 \_ Balcón corrido con estructura de barras de hierro. Antigua Casa de las Hermanas Cárdenas | Actual Centro de Desarrollo de las Artes Visuales (foto del autor).*
- *Figura 3.28 \_Balcón aislado de barras de hierro. Casa de Asia. Calle de los Mercaderes No. 111 (foto del autor).*
- *Figura 3.29\_ Fachada de la Calle Cuba No. 519. Múltiples lesiones de tipo superficial y modificaciones antrópicas (foto del autor).*
- *Figura 3.30\_ Fachada de la Calle Lamparilla esquina a Habana. Deterioro avanzado, múltiples lesiones, pero aun sin riesgo de fallo estructural (foto del autor).*
- *Figura 3.31\_ Crecimiento vegetal en cubierta inclinada con cobertura de tejas criollas. Tacón No. 4 (foto del autor).*
- *Figura 3.32 \_ Deterioros en cobertura de losas de barro en cubierta plana del edificio de Obrapia No. 510 (foto del autor).*
- *Figura 3.33 \_ Deterioros en cobertura y rupturas por crecimiento vegetal en cubierta plana. Iglesia de Paula (foto del autor).*

## CAPÍTULO IV

- *Figura 4.1 \_ Casa Prat Puig en las primeras décadas del siglo XX. Archivo fotográfico. Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figura 4.2\_ Casa Prat Puig en el año 2007. (Rodríguez Marcano, 2013).*
- *Figura 4.3\_ Planta baja actual. Casa Prat Puig. Editada por el autor a partir de los planos escaneados de la casa, elaborados por la Dirección de Arquitectura Patrimonial de la Oficina del Historiador.*
- *Figura 4.4\_ Planta alta actual. Casa Prat Puig. Editada por el autor a partir de los planos escaneados de la casa, elaborados por la Dirección de Arquitectura Patrimonial de la Oficina del Historiador.*
- *Figuras 4.6 y 4.7\_ Fachada de la Casa Prat Puig en la segunda mitad del siglo XX. Archivo fotográfico. Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figuras 4.8 | 4.9 y 4.10 \_ Fachadas de la Casa Prat Puig. Antes de comenzar la restauración, año 1999. Archivo fotográfico. Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figura 4.11\_ Vista de las cubiertas de la Casa Prat Puig. Antes de la restauración, año 1999. Archivo fotográfico. Gabinete de Arqueología. Oficina del Historiador de la Habana.*

- *Figura 4.12\_ Intervención desacertada en los faldones de las galerías y el ala este de la Casa Prat Puig durante la restauración, año 2005. Archivo fotográfico. Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figuras 4.13 y 4.14\_ Intervención en las fachadas y el balcón de la Casa Prat Puig, 2005. Archivo fotográfico. Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figura 4.15\_ Colocación de los tensores arriostrando la fachada. Dos por cada arco de medio punto, 2009. Archivo fotográfico. Escuela Taller "Gaspar Melchor Jovellanos". Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figuras 4.17 y 4.18\_ Colocación de cimbra de madera en arco de medio punto para garantizar la seguridad de las labores de colocación de los tensores, 2009. Archivo fotográfico. Escuela Taller "Gaspar Melchor Jovellanos". Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figura 4.19\_ Reparación del balcón de la Casa Prat Puig, 2011. Archivo fotográfico. Escuela Taller "Gaspar Melchor Jovellanos". Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figura 4.20\_ Intentos fallidos de sustitución de elementos podridos o pandeados en el alfarje del salón esquinero, 2011. Archivo fotográfico. Escuela Taller "Gaspar Melchor Jovellanos". Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figura 4.21\_ Reparación de la segunda rama de la escalera, 2011. Archivo fotográfico. Escuela Taller "Gaspar Melchor Jovellanos". Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figura 4.22 y 4.23\_ Intervención en la galería anterior, sustitución de faldón de troncos rollizos por otro de estructura metálica, 2011. Archivo fotográfico. Escuela Taller "Gaspar Melchor Jovellanos". Oficina del Historiador de la Habana.*
- *Figuras 4.24 | 4.25 y 4.26\_ Estado actual de las cubiertas de la Casa Prat Puig. Fotos del autor.*
- *Figuras 4.27 y 4.28\_ Fachadas de la Casa Prat Puig, febrero de 2015. Antes de la última intervención del año 2016. Fotos del autor.*
- *Figuras 4.29 | 4.30 | 4.31 | 4.31a \_ Fachadas y balcón de la Casa Prat Puig luego de la intervención más reciente, año 2016. Fotos del autor.*
- *Figuras 4.32 | 4.33 y 4.34\_ Tipos de recalce o refuerzos. Por inyección con lechada o mortero de cemento, por inyección confinada con barrera de tablestacas, por inyección confinada entre muretes (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.35\_ Formas de reforzar una cimentación por el contorno (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.36\_ Ampliación de cimentación corrida por debajo (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.37\_ Deformaciones típicas en obras de fábricas (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.38\_ Rotura por desmoronamiento (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.39\_ Esquema de zunchado en coronación (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.40\_ Imágenes de cosidos de grietas. Esquemas de modo correctos de ejecución (Llopis, 2017).*
- *Figura 4.41\_ Reparación de desmoronamiento. Relleno atado con: mampostería, ladrillos y varillas inertes (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998)*
- *Figura 4.42\_ Reintegración de partes faltantes en obras de fábricas (López Mateu, 2017).*
- *Figura 4.43\_ Formas de relleno de fisuras y grietas (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.44\_ Grapado de fisuras o grietas (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.45\_ Sujeción a elementos firmes: tensores, codales y tornapuntas (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.46\_ Solidarización mediante inyecciones (Monjo Carrió, Abasolo, Bollati Pato, & et.al, 1998).*
- *Figura 4.47\_ Viga con alto nivel de deterioro por la acción de la humedad (Landa Esparza, 2010).*
- *Esquemas de los tipos de uniones adecuados para las prótesis en cabeza de vigas de madera biapoyadas, deterioradas en los extremos (Landa Esparza, 2010).*
- *Figura 4.48\_ Unión de prótesis de madera nueva a la viga preexistente (Landa Esparza, 2010).*
- *Figura 4.49\_ Esquemas de los tipos de uniones adecuados para las prótesis en cabeza de vigas de madera biapoyadas, deterioradas en los extremos (Landa Esparza, 2010).*
- *Figura 4.50\_ Unión de prótesis de madera nueva a la viga preexistente (Liotta, 2000).*
- *Figura 4.51\_ Cabeza de viga de madera en nicho de aireación (Liotta, 2000).*
- *Figura 4.52 y 4.53\_ Esquemas de como restaurar correctamente los techos inclinados para garantizar la conservación de la madera (Liotta, 2000).*
- *Figura 4.54\_ Secuencia para el corte e instalación de una barrera estanca (Aldoma & Farré, 1989).*

- *Figura 4.55\_ Distintos sistemas para la inyección de productos químicos impermeabilizantes en muros (Aldoma & Farré, 1989).*
- *Figura 4.56\_ Sistema de electroósmosis activa. Dispositivo MURSEC. Empresa Humi Control.*
- *Figura 4.57\_ Barrera química mediante la inyección de Maxclear Injection <https://i.ytimg.com/vi/19px6leAg7g/hqdefault.jpg>*
- *Figura 4.58\_ Limpieza por chorreo de abrasivos. <http://silmsolutions.es/chorreo-de-abrasivo>*
- *Figura 4.59\_ Limpieza con agua a presión (Soriano Cubells, 2012).*
- *Figura 4.60\_ Sustitución de tejas criolla en el faldón de la galería anterior. Casa Prat Puig, 2014. Archivo fotográfico. Escuela Taller "Gaspar Melchor Jovellanos". Oficina del Historiador de la Habana.*

## CAPÍTULO V

- *Figura 5.1\_ Representación gráfica de la Ley de Sitter (Meza, 2012).*

---

## Listado de Tablas

### CAPÍTULO III

- *Tabla 3.1 (arriba) \_ Propiedades de las rocas y del suelo analizado (Chavez Hdez., Broche Lorenzo, & al., 2012).*
- *Tabla 3.2 \_ Tipologías constructivas predominantes en los edificios de la Habana Vieja (siglos XVII al XIX) (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Tabla 3.3 \_ Valores promedio de dimensiones constructivas en las tipologías constructivas predominantes en los edificios de la Habana Vieja (siglos XVII al XIX) (Monteagudo Rodríguez, 2001).*
- *Tabla 3.4\_ Especies maderables utilizadas en los edificios de la Habana durante los siglos del XVI al XIX (Cuza Pérez, Carreras Riveri, & Saralegui Boza, 2005).*
- *Tabla 3.5\_ Maderas usadas en las construcciones habaneras del siglo XVI al XIX (Cuza Pérez, Carreras Riveri, & Saralegui Boza, 2005).*

### CAPÍTULO V

- *Tabla 5.1\_ Acciones de mantenimiento en elementos estructurales. Tabla adaptada por el autor a las edificaciones de La Habana Vieja basado en (Candel Comas & Anchuela Ocaña, 1997).*
- *Tabla 5.2\_ Acciones de mantenimiento en fachadas. Tabla adaptada por el autor a las edificaciones de La Habana Vieja basado en (Candel Comas & Anchuela Ocaña, 1997).*
- *Tabla 5.3\_ Acciones de mantenimiento en cubiertas. Tabla adaptada por el autor a las edificaciones de La Habana Vieja basado en (Candel Comas & Anchuela Ocaña, 1997).*