



# Estudio Patológico de la Fachadas de las Casas del Casco Histórico de Maracaibo



**Dra. Pineda, Susana.** Arquitecta (LUZ 1994). Especialista en Construcción de obras Civiles Mención Vialidad y mención Edificaciones (URU 1995-96). Diplomado en Gerencia de Proyectos, Profesora asociado LUZ en el Departamento de construcción y tecnología en arquitectura. Áreas de investigación en el área de Materiales de Construcción en edificios patrimoniales, y electromagnetismo. Profesora de postgrado de Arquitectura mención Ambiente. Doctora en Ciencias Ambientales de la Universidad Politécnica de Madrid. UPM-LUZ.(UPM 2015).

## **Estudio patológico de las fachadas de las casas del casco Histórico de maracaibo**

### **RESUMEN**

En esta investigación se analizan las patologías de los materiales de las fachadas, de las casas históricas ubicadas dentro de la poligonal del casco histórico de Maracaibo, el análisis se realizó a 5 viviendas de mampostería de piedra de ojo y 5 viviendas de bahareque. El objetivo es determinar que tipo de lesiones se originan en las 10 casas seleccionadas de mampostería y bahareque con el fin de analizar las causas del deterioro y comparar si el material del muro influye de alguna manera en el tipo de lesión producida. Para cumplir el objetivo planteado se ha utilizado la investigación descriptiva y experimental, que se clasifica en dos categorías: trabajos de campo y laboratorio. En primer término, se realiza la investigación analítica de visu, basada en el trabajo de campo, donde se tomaron datos generales y características formales para el estudio de los materiales

de la fachada. Seguidamente se analiza el material de mampostería, revocos y maderas de las viviendas y finalmente se identifican las lesiones de los materiales. Con este estudio se pretende hacer un diagnóstico del estado de deterioro de las viviendas históricas con el fin de plantear soluciones de reparación de las lesiones. Se concluye que las viviendas que presentaron mayor deterioro en sus fachadas fueron las de bahareque por ser este un material frágil que se desmorona con facilidad, que la mayoría presentan deterioro en las maderas de las puertas más que las ventanas por humedades y finalmente el zocalo es el elemento de fachada que más deteriorado está, por estar constantemente en contacto con la corriente del agua de lluvia, raras y falta de mantenimiento lo que provoca un deterioro acelerado.

## **Pathological study of houses' facades In the historic city center of Maracaibo**

### **ABSTRACT**

Pathologies of materials in facades of historical houses located within the polygonal of Maracaibo's old town were analyzed in this research. The analysis was done to 5 eye-stone masonry houses and 5 mud-con-

struction houses. The purpose of this research was to determine what type of injuries originates in the 10 selected masonry and mud-construction houses in order to analyze the causes of deterioration and to

compare if the material of the wall influences in some way the type of injury produced. In order to reach the goal, a descriptive and experimental investigation was applied which was classified in two categories: field and laboratory work. First, a visual analytical investigation was done based on field work, where general data and formal characteristics to study the materials of the facades were taken. Then, materials like masonry, plaster and woods of houses were analyzed, and finally, damages of materials were identified. This study aimed to make a diagnosis of the deterioration state of historic houses in order to propose solutions for injury repair.

It was concluded that houses with greater deterioration in their facades were those of mud-construction, because this material is fragile and it easily collapses. The majority of the houses present more deterioration in the wood of the doors than in the windows by dampness and finally, the plinth is the most deteriorated facade element, due to constantly being in contact with rainwater, friction and lack of maintenance, which causes an accelerated deterioration.

## Studio patologico delle facciate Delle case del centro storico di Maracaibo

### RIASSUNTO

Le patologie dei materiali delle facciate presenti nelle case storiche localizzate dentro la poligonale del centro storico di Maracaibo sono state analizzate in questa ricerca. L'analisi si è fatto a 5 case di muratura a pietra d'occhio e 5 case di terracotta. Determinare che tipo di danno hanno subito le 10 case selezionate di muratura e di terracotta è stato l'obiettivo proposto, con la finalità di analizzare le cause del deterioramento e contrastare se il materiale del muro ha influenzato in alcun modo sul tipo di danno subito. Per raggiungere l'obiettivo, è stata applicata una ricerca descrittiva e sperimentale classificata in due categorie: lavori di

campo e di laboratorio. Per primo, si è fatta una ricerca analitica dal vivo basata nei lavori di campo, dove si sono presi informazioni generali e caratteristiche formali per lo studio dei materiali delle facciate. Di seguito, il materiale di muratura, intonaco e legni delle case è stato analizzato, e finalmente, si sono individuati i danni dei materiali. Con questo studio si vuole fare una diagnosi dello stato di deterioramento delle case storiche per proporre soluzioni di riparazione dei danni. Viene concluso che le case più danneggiate nelle loro facciate sono quelle di terracotta, perché questo materiale è fragile e crolla facilmente. La maggior parte

delle case presentano più danni nei legni delle porte che nelle finestre a causa dell'umidità, e finalmente, il piedistallo è l'elemento più danneggiato della facciata, dovuto al fatto che sta continuamente a contatto con il flusso d'acqua piovana, frizioni e mancanza di manutenzione che provoca un danneggiamento accelerato.

## Introducción

El Casco Histórico de Maracaibo fue declarado como "Zona de Valor Histórico" mediante Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Nº 34.573 de fecha 15 de octubre de 1990, por la Junta Nacional Protectora y Conservadora del Patrimonio Histórico y Artístico de la Nación, de aquí la importancia de brindarle el debido mantenimiento a sus edificios, comenzando por los estudios patológicos para determinar sus causas y plantear tratamientos y correcciones que permitan solucionar defectos en los elementos constructivos en las casas.

Luego de la llegada de los colonizadores en 1810, hubo en la ciudad dos estilos o modelos de vivienda, según Pirela (2000), el modelo Colonial (1810) y el modelo Republicano (1830-1945). Este último, según lo indica Raydan (2007), tiene tres tipos en los cuales hay variantes significativas, como consecuencia de modismos o entrada a la ciudad de materiales importados o nuevas técnicas de construcción: la primera "Casa Zuliana" (1830-1890), la segunda "Casa Zuliana"

(1890-1920) y la tercera "Casa Zuliana" (1920-1945). Estas tenían características similares en sus sistemas constructivos, viviendas pareadas, con variación en los materiales de muros. Dos tipos básicamente, la casa de "bahareque" y la de "mampostería", con similitudes en las molduras de las fachadas y en las pinturas así como cambios en los materiales de los techos y tejas.

La estructura o armazón del muro de bahareque, está constituido por una serie de varas de caña brava (*Gynerium sagittatum*), (2 a 6 cm de diámetro), cuya separación varía de 0,9 a 1,20 m finalmente unidas horizontalmente a horcones de madera amarrados con bejucos o hilachas de caña brava (Hennemberg, 2005). Estos horcones están enterrados al suelo mediante apisonamiento al hoyo y a su alrededor colocaban piedras para soporte. En algunos casos, en otros simplemente apisonando el horcón al suelo, estos horcones son de madera curaríre, que era la más usada por su abundancia aunque también existían de carroto o la vera, los cuales tenían una separación de 1,20 a 1,40 m.

Eran muy resistentes conformando una estructura de soporte, cada horcón era de 12 x 1,2 ó 1,5 m y el grosor del cerramiento varía ya que el enlizado se presenta en ambos lados de la pared, obteniendo muros de 0,15 a 0,28 m.

Los cerramientos eran rellenados con pañetes de barro sin cocer y para darle resistencia a la mezcla

le agregaban cal para estabilizarla por la mala calidad de la tierra. Además se le añadía paja, pequeñas piedritas de ojo irregulares; y para darle estabilidad a las esquinas, pedazos de tejas, conchas y fibras de coco, pedazos de botellas, cenizas y bosta de vaca, entre otras cosas, según señala Pirela (2007). Todo esto con la finalidad de lograr un relleno más sólido. La estructura se adosa a la horconadura atando las cañas mediante otra rama natural llamada "majagua", la cual se extraída de un árbol malváceo llamado "Hibiscus tilíáceo". Este tipo de cerramiento era de poca altura por la mala calidad de los materiales.

A la técnica constructiva de "mampostería" se le llamó también "cal y canto", derivada la primera de la palabra "mamponer", una piedra sobre otra, unidas por un mortero de barro y cal, para conformar los elementos portantes y sólidos. En la mampostería se utilizó la roca que estaba bajo en el sustrato inmediato, la "Piedra de Ojo". En su mayoría, las viviendas están construidas por una técnica de construcción mixta, es decir, los muros internos son de bahareque y los muros exteriores de mampostería. El muro está formado por bloques de esta piedra, que nunca está expuesta a la intemperie, siempre revestida. Luego de levantado el muro se colocaba un enfoscado de arena, cal y canto ("piedras de ojo" de dimensiones muy pequeñas) y seguidamente el revoco para terminar con la pintura. El muro tiene grandes ventanales, una gran puerta principal y un entramado de caña brava cubierto de paja el cual posteriormente se sustituyó por una ar-

mazón de madera, varas de mangle y caña brava, por encima se colocaba el mezcote de barro y finalmente se cubrían con tejas.

Estas viviendas estaban marcadas por la tendencia, generalizada en toda la zona mediterránea, de construir alrededor de un patio rectangular abierto, colocado cerca del centro de un área definida por un muro exterior de cierre; por consiguiente las distintas habitaciones se distribuían en el espacio definido por el patio abierto y el mencionado muro exterior. Para la realización de este estudio patológico se tomaron muestras de laboratorio así como un registro fotográfico para analizar las lesiones de muros, morteros y maderas de las casas.

## El Problema Objetivo y Justificación

El problema planteado es determinar que tipo de lesiones se originan en las 10 casas seleccionadas de mampostería y bahareque con el fin de analizar las causas del deterioro y comparar si el material del muro influye de alguna manera en el tipo de lesión, el objetivo es determinar en que tipo de vivienda se producen más las lesiones y de que tipo son, así como la patología en las maderas usadas en las puertas y ventanas como parte fundamental del muro de la fachada, para plantear recomendaciones de reparaciones futuras.

## Metodología

Para la consecución de los objetivos planteados se ha utilizado la investigación descriptiva y experimental, que se clasifica en dos categorías: trabajos de campo y laboratorio. En primer término, se realizó la investigación analítica de visu, basada en el trabajo de campo, donde se tomaron datos generales y características formales para el estudio de los materiales de la fachada. Seguidamente se analizó el material de mampostería, revocos y maderas de las viviendas y finalmente se identificaron las lesiones de los materiales.

Se determinó a través de la visita al sitio los tipos de sistemas constructivos y su estado de conservación. Se detectaron 19 manzanas, en las cuales existen diversos usos de tierra. Igualmente el uso religioso y áreas verdes como la Plaza Bolívar. En el Casco Histórico de Maracaibo hay 140 viviendas, de las cuales 29 son construcción moderna, 111 viviendas tradicionales, 78 de bahareque, 22 de sistema mixto y solo 12 con sistema constructivo tradicional de mampostería, todas ubicadas en la poligonal que conforma el Casco Histórico. Con la finalidad de recopilar información que nos aproxime a conocer los materiales usados en estas viviendas, se realizó una investigación en campo, que contiene un levantamiento fotográfico desde 2012 a 2016. Para este estudio se escogieron 10 casas en diferentes estados de conservación. La metodología petrofísica se inicia con los estudios de

campo y se completa con los de laboratorio de tipo físico, químico y petrográfico [Montoto, 1999]. La caracterización petrográfica de la “Piedra de Ojo”, como material de préstamo en la edificación (obra nueva, rehabilitación y restauración) constituye uno de los aspectos que por primera vez y de forma global se ha investigado. Sobre la naturaleza petrológica y mecánica de la Formación “El Milagro” y desde esta óptica, desconocida hasta ahora en la bibliografía venezolana, se han realizado diferentes tipos de ensayos y análisis (específicos) que, además, están normalizados por la American Society for Testing and Materials (ASTM). La metodología asume el principio de caracterización desde lo más general a lo más particular. Así, el primer paso es la determinación de los parámetros espaciales para llegar a los escalares (datos), relacionados con variaciones tridimensionales, derivadas de la caracterización de volúmenes. (Pineda, et al 2015).

Se contó con la colaboración del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) de España; del Laboratorio de Materiales de la Universidad del Zulia para los estudios físicos, hídricos y mecánicos; del Laboratorio de Superficies y Catálisis de la Universidad del Zulia (LUZ) Así mismo, colaboró, de forma especial, el Instituto de Materiales de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, adscrito al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, quien aportó todo su bagaje científico

en la interpretación y tratamiento de los ensayos de caracterización de los materiales.

## Desarrollo

Con la finalidad de establecer estrategias futuras de reparación y prevención se debe diagnosticar el estado de conservación de un edificio (Monjo, 1994) y para ello hemos tomado en consideración las causas probables de origen. Según Monjo estas pueden ser directas (efuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación) y las indirectas (errores de diseño-ejecución o defectos).

## El muro de mampostería y bahareque. Análisis de lesiones. Muro de mampostería

La naturaleza de los mampuestos es esencialmente una roca sedimentaria popularmente conocida como “Piedra de Ojo”, procedente del “Cerro El Milagro” dentro de la formación “El Milagro” que atraviesa la ciudad de Maracaibo. Estos mampuestos se recubrían con revocos pintados cuyo colorido caracterizó las fachadas de las edificaciones de los espacios urbanizados de la ciudad. Esta capa de revoco, además de suponer un elemento decorativo, cumplía la función, importante, de proteger los mampuestos-además de garantizar la capacidad portante del edificio-de las condiciones ambientales-y atmosféricas, minimizando el deterioro y alteración que se generan sobre

ellos. (Pineda et al, 2012). Las canteras de la que se extrajo la piedra de la Formación “El Milagro” se ubica sobre los niveles litoestratigráficos más compactados (areniscas y conglomerados) de la unidad geológica que aflora en los antaños arrabales de la ciudad; y que pueden seguirse en los actuales barrios de “Los Haticos”, “El Milagro” y “Veritas”, o las zonas “Cerros de Marín”, todos dentro del Estado Zulia y que se identifican por las excavaciones abandonadas y, en muchos casos ya integradas dentro del centro urbano. De este primer nivel de observación se deduce que los mampuestos procedentes de esta formación son de 2 tipos: areniscas lutíticas ferruginosas y conglomerado silíceo polimictico.

De las Areniscas, hay que destacar su color (rojizo) que evidencia una matriz ferruginosa (condiciones reductoras de formación), hecho que queda avalado por la abundante porosidad (huecos propiamente dichos) de tipo fenestral, mólico e intergranular que es apreciable a simple vista y que, dio origen a su denominación popular.

En principio los huecos (de tipo químico por redisolución parcial y de ordenación y empaquetamiento de los cantos rodados) sugieren su no interconexión, generando “bolsas” aisladas o independientes que dificultan la posibilidad de transmisión del agua a través del material, aunque no su retención sobre su superficie. Este fenómeno en principio y desde la perspectiva de las propiedades hídricas, es sumamente

interesante ya que minimiza el efecto de la succión capilar (rompe los

*1. Típicas de ambientes lacustres y medios con pH relativamente bajo a muy bajos.*

*2. Porosidad fenestral se genera en sedimentos, principalmente carbonatados, que se producen por descomposición de la materia orgánica asociada a este tipo de materiales. Este término procede del francés y significa “ventana” porque son como una especie de aberturas que facilitan la expulsión de gas en el sedimento, por eso son muy irregulares.*

*3. La porosidad móldeica está asociada a la disolución de los fósiles, carbonatados o silicificados; y configuran el molde de los restos biológicos. Dada su estructura, ésta se asocia al tipo de porosidad atrapada; y no abierta (salvo que existan fracturas y/o fisuras que las conecten), es más aleatoria y su forma es la del fósil que se ha disuelto (redondeada si son orbitolinas, alargada, en forma de huso, si son fusulinidos, en forma de coma, si son restos de braquiópodos, etc.*

*4. La porosidad intergranular es la que se produce por compactación de partículas granulares que, debido a una cuestión puramente geométrica, dejan huecos entre sí (como lo de las naranjas, que entre cada una de ellas queda un hueco, producto de la tangente entre ellas). Esta porosidad intergranular genera la porosidad abierta, o lo que es lo mismo, comunicada. La porosidad intergranular se ve favorecida cuando el tamaño de las partículas es muy dispar.*

tamaños de radio de poros muy pequeños y evita los efectos de la subpresión y el ascenso de los líquidos, en los que predomina la componente gravitacional) “protegiendo” con ello el material de los procesos cíclicos de humectación secado a los que puede estar sometido el mampuesto una vez colocado en el muro (en el que, además, las condiciones ambientales pueden ser totalmente diferentes a las de la cantera). (Pineda et al, 2013).

De su estructura macroscópica se observa una acusada orientación de los cantos rodados (desarrollada anisotropía o direcciones preferenciales), es heterométrica, compacta y coherente (dura, resistente en sentido estrictamente geotécnico). Estas características morfogeométricas apuntan a una mayor resistencia a compresión en la dirección perpendicular al plano de estratificación y colocación de los cantos imbricados ya que puede demostrarse que son los que mayor energía disipan (efecto naípe), (Figura 1), por lo que la colocación de los mampuestos con estas características, en las consiguientes reposiciones, deben seguir esta distribución en los muros de las viviendas. (Pineda et al, 2012)



Fachada interna



Detalle

Figura 1. Detalle de mampostería: Sillares de “Piedra de Ojo”. Fuente: Pineda 2012.

A modo de resumen, es una formación detrítica compuesta por conglomerados silíceos polimícticos, con gradación positiva alcanzando las lutitas a techo; y en los que la fracción, más fina, estaría compuesta por areniscas lutíticas ferruginosas (subarcosa) o grauvascas feldespáticas. Para la identificación oficial, siguiendo la norma "American Society Test Methods" [ASTM C 294-05], el término arenisca lutítica se debería sustituir por grauvasca. Es decir, sería una Grauvasca ferruginosa. A través de una Microscopía Electrónica de Barrido en Modo Electrones Secundarios (SEM), se han encontrado fracturas de tipo intergranular (asociadas a procesos distensivos o disruptivos) y, en menor proporción, fisuras de carácter transgranular. El estudio de la red porosa, se determinó con un estudio de Porosimetría de Mercurio; desde el punto de vista alterológico y de resistencia de esta piedra, constituye una de las propiedades físicas más importantes, tanto por su condición de estructura determinante de la durabilidad, como por sus características de vía de transporte de fluidos (del agua o en el agua) cuyas variables (pH, molaridad, sales en disolución, concentraciones, suspensiones, etc.) establecen la potencial agresividad a través de estos conductos. Esto implica que cuanto mayor sea el conocimiento del espacio poroso, mejor se podría interpretar la causalidad del material y la posible patología derivada. Es un hecho que una roca porosa es más susceptible de sufrir alteraciones de tipo químico que otra con un espectro diferente de la red porosa (los procesos de capilaridad, lixiviados, tinciones, etc., además, dependen del tamaño de radio

de acceso de poro), así como su morfología, textura, etc. (Pineda, et al, 2014). El material pétreo investigado muestra una porosidad de 21,51 % y un tamaño medio de poro (AveragePoreDiameter (4V/A)) de 0,14  $\mu\text{m}$ . La distribución de tamaños de poro se muestra en la. Esta distribución de tamaños de poro indica que la muestra está formada por poros de tamaños superiores a 10 micras y que no han sido detectados mediante esta técnica, por lo que los datos obtenidos no son representativos y por lo tanto se deduce que la porosimetría de mercurio no es la técnica adecuada para el estudio de porosidad.

Los morteros de revoco de la fachadas y las pinturas. Luego de determinar las causas definimos los tipos de lesiones; distinguiremos tres grandes familias en función del carácter del proceso patológico (físicas, químicas, mecánicas). Se observaron varios tipos de lesiones en los morteros como: manchas, suciedad y siendo las más notables las pérdidas de cohesión, adherencia y erosión, en los muros como grietas, desprendimientos, entre otras, y en la carpintería de la fachada, se observó fotodegradación, entre otros. Según Alonso y Esbert, (2006), se deben examinar tres tipos de factores: propios del material (composición, textura y espacios vacíos), derivados del clima y de la contaminación ambiental (agua, contaminantes, sales solubles y organismos) y constructivos o propios del edificio (manipulación de la piedra, puesta en obra y disposición en la fábrica). La acción generada por esos factores sobre los materiales son los distintos pro-

cesos de alteración, que por su carácter pueden ser físicos, químicos o biológicos. La toma de datos se ha basado en la inspección visual, sabiendo que ha sido imposible determinar el momento de aparición de las lesiones (Figura 3).



Figura 3. Detalle de Moldura: Puertas.

Fuente: Pineda 2012

El tipo de daño encontrado es de los acabados superficiales, más no estructurales; por no formar parte de la estructura de las viviendas estas lesiones son menos graves y pueden ser reparadas con facilidad. Se observan una lesiones graves en pocas viviendas como la humedad accidental que originó el desprendimiento del mortero de asiento y erosión física, por consiguiente el desprendimiento del enfoscado y del revoco, debido a la falta de mantenimiento de la vivienda. Además, otras lesiones leves como pulverización, eflorescencias, suciedad por depósito, leves fisuras ramificadas y cuarteo en el revoco y por último manchas de colores negras y marrones, producidas por humedades lesion muy comun en las gargolas; y, pequeñas decoloraciones claras quizás debido a los diferentes porcentajes de agua usados en el amasado del mortero y finalmente manchas pintadas de

colores diversos en las fachadas de algunas viviendas. (Figura 4)



a.Vivienda VM1 Lesiones en fachada

b.Vivienda VB2 Lesiones en fachada

Figura 4. Estado de Conservación de las Viviendas

Bahareque. Fuente: Pineda 2012.

Se observaron lesiones muy graves en las viviendas de bahareque, y en algunas fachads de mampostería éstas están en completo deterioro y abandono; tienen mucho ensuciamiento por depósito y por lavado diferencial, manchas, desprendimientos de morteros de las peanas, de los sobradillos y en general en las molduras del coronamiento de las fachadas, humedad capilar y de filtración, fisuras, pulverización, erosión física, entre otras. Las pinturas en todas las viviendas unas de aceite otras a base de cal, tienen suciedad y manchas. Lo que es más grave, son los desprendimientos de molduras.

## Las maderas

El Apamate (tabebuia rosea ), madera resistente para la construcción se utilizó en la rejería de protección

de la caja de la ventana; y para los elementos de las puertas, marcos y romanillas unas maderas de resistencia baja ya que su función no era de protección y no era necesaria una madera más fuerte. Los elementos estudiados fueron las puertas y ventanas de las fachadas de las casas de mampostería y bahareque. Los elementos de madera como puertas y ventanas identificados en estudios anteriores como cedro (cedrela odorata) y apamate (tabebuia rosea), presentaron pocas lesiones debido a las características de las maderas según la Clasificación en clases y categorías para maderas venezolanas (Ninin, 1987). según su densidad, como madera de dureza baja y densidad seca al aire de  $0,500 \leq X \leq 0,660$  en el material identificado no se encontró ataque de hongos o insectos (Pineda et al., 2015), pero si daños de humedad, hendiduras, fotodegradación y lluvia. (Figura 6)



a.Vivienda Mampostería.

Lesiones en fachada de pintura

Figura 6.Estado de Conservación de las Viviendas Mampostería y Bahareque. Fuente: Pineda 2012

Los zocalos son de ladrillo de arcilla cocida en ambos tipos de viviendas, estos son los mas deteriorados por

la acción de las sales solubles a los que están constantemente expuestos ya que en la mayoría de las viviendas no tienen revocos de protección, y estos en algunos casos fueron sustituidos y en otros casos sin ningún tipo de reparación.

## Conclusiones

Podemos decir que las lesiones más comunes en todas las viviendas, son primarias y secundarias, que las viviendas de bahareque presentan mayor deterioro en sus muros por desmoronamiento del mortero que conforma el muro y en consecuencia los revocos de la fachadas presentaron más fisuras, en ambos casos las lesiones son en la mayoría por causas directas como la suciedad, humedades de filtración y de capilaridad; y los desprendimientos, entre otras menos comunes. Y sus causas indirectas no menos importantes pueden venir de sus propios materiales empleados como la arenisca ferruginosa "Piedra de Ojo". Se concluye que la mayoría de los revocos y morteros estudiados están deteriorados por falta de mantenimiento de las viviendas, que en un 98% están en mal estado de conservación. Se confirmó que la cal fue el conglomerante utilizado, y que el alto contenido de cloruros, hasta 10,74% en el resultado cuali-cuantitativo, se explicaría por el amasado con arena y agua del lago y por la presencia de partículas volátiles del aire. La suciedad acumulada sobre el revestimiento y el paramento, se debe al abandono, ya que ninguna de las viviendas estudiadas ha tenido ningún tipo de mantenimiento.

Las eflorescencias se manifiestan en forma de polvillo blanco en la superficie del revestimiento, como consecuencia de utilizar agua con impurezas para el amasado del mortero y por el salitre debido a su cercanía con el lago; esto se puede corroborar en el estudio de fluorescencia de RX. Se observó que las humedades se producen primero de manera accidental debido a que las gárgolas están rotas en su mayoría y se produce la filtración en los revocos y en el paramento en las zonas donde no hay revocos; y segundo, por filtración en el paramento y revocos por la exposición directa del agua de lluvia. Existen pequeñas imperfecciones superficiales como erosiones distribuidas aleatoriamente en todo el revoco, ampollas por falta de adherencia entre las diferentes capas de los revocos que luego originan los desprendimientos, y finalmente pintadas producidas por las personas. Las fisuras se presentan en el mortero, por movimientos del soporte y las variaciones de temperatura y humedad que son muy altas en la ciudad. Presenta unas fisuras ramificadas, en cuarteo y reviradas en zonas donde termina el paramento y comienza un vano y en molduras por falta de juntas de separación (Figura 7)



Figura 7. Fisuras en el mortero.

Fuente: Pineda 2012

En las pinturas se encontraron descochamientos, manchas de pintadas, humedades, entre otras, causados por mala aplicación de la pintura, por falta de preparación del paramento, por el fuerte soleamiento y por humedades. Pero la causa más probable es por la colocación de nuevas pinturas sobre otras viejas de aceite, que no se removieron; las cuales no permiten la transpiración del muro y revoques ocasionando lesiones como humedades y sales hacia el exterior, lo que provoca la falta de adherencia de las nuevas pinturas como se observó en las figuras anteriores. De las 10 viviendas estudiadas se observó que hay, 1 en buen estado, 4 en estado regular 3 en mal estado sin mantenimiento y 2 en estado de ruinas. La vivienda en buen estado es propiedad del gobierno y es un museo, las que están en estado malo y regular están habitadas por sus dueños, personas de bajos recursos económicos, y algunas son comercios, y las viviendas en ruinas están sin techos, inhabitadas y solo están en pie los muros de la vivienda, sin ventanas ni puertas.

En cuanto a los mampuestos de piedra de ojo, la primera conclusión que se deduce del análisis por Difracción de Rayos X (DRX) es la ausencia de minerales arcillosos expansivos, o compuestos ceolíticos, lo que desde esta perspectiva asegura que no se generarán procesos de expansión ni absorción de agua que puedan comprometer la capacidad portante y de resistencia del mampuesto. De ello se deduce que el comportamiento de la roca queda ligado a las propiedades petrofísicas y a su red porosa como

principal causante de su degradación y variación en la capacidad portante y de resistencia de la piedra. Si a ello se le añade el comportamiento anisotrópico de la propia roca, ha de considerarse que las piezas de cantería deben colocarse “orientadamente” en relación a sus ejes geométricos, para minimizar las variaciones de absorción, capilaridad y demás fenómenos de tipo físico. Desde el punto de vista de la estructura y textura petrológica se realizaron estudios de propiedades físicas, hídricas y mecánicas. En cualquier caso la roca tiene una resistencia a compresión aproximada de 5 MPa. Ello incluye la posibilidad de colocar los mampuestos de reposición en sentido de la estratificación (con la secuencia granopositiva hacia la base; es decir, la distribución granulométrica con los cantos en la base y los materiales finos hacia el techo del mampuesto) en el arranque de los muros, evitando, de esta forma, los problemas de ascensión capilar y porosidad asociada a los freáticos del suelo (obviamente los conglomerados desarrollarán menos espacios intercapilares y, por lo tanto se dificultaría el fenómeno).

En cuanto a las puertas y ventanas de madera, se concluye que solo se mantienen en buen estado las habitadas, sin embargo se observa que en las puertas el mayor deterioro se presenta en la parte inferior de las mismas fueron dientes de peine y cambios por humedad causado por la lluvia, y en los marcos se ha producido pudrición por humedad de los apoyos y en algunas partes fotodegradación. Las ventanas por otro lado en su mayoría presentan deterioro de las puertas

como fotodegradación, no siendo así en la rejería, que en gran parte de las viviendas analizadas han sido sustituido los barrotes por sus dueños. En general el deterioro es por problemas de lluvia y acumulación de humedad por falta de pintura que lo proteja. Se observó en todas las maderas que no habían ningún tipo de xilofagos.

## Referencias Bibliográficas

- ALONSO, F. J.; Esbert, R. M.; Ordaz, J.; y, Vázquez, P. (2006). Análisis del deterioro en los materiales pétreos de edificación. Revista Electrónica Nº 3. Septiembre. España.
- HENNEMBERG de León, A. M. (2005). La técnica constructiva del bahareque en el estado Zulia. Estudio comparativo. Trabajo especial de grado. Especialidad Construcción de Obras Civiles. Universidad Rafael Urdaneta (URU). Maracaibo, Venezuela.
- MONJO, J. (1994). Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos. Editorial Munilla-Lería. Madrid. España.
- NININ, P. (1987) Lineamientos Básicos Para la Utilización de Maderas de Guayana. Trabajo especial de grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 256 p.

PINEDA, S.; Bustamante, R.; & Prendes, N. (2012). Ferruginous shales lutitic sandstone (eye'stone) masonry of traditional buildings in Maracaibo, Venezuela. En: 8th International conference on Structural analysis of historical constructions. Wroclaw, Polonia.

PINEDA, S.; Bustamante, R.; Prendes, N. (2013). "Estudios químicos a la Arenisca Piedra de Ojo". Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CONDES). Universidad del Zulia (LUZ). (Investigación sin publicar). Maracaibo, Venezuela.

PINEDA, S.; Bustamante, R.; Prendes, N.; y Sánchez, I. (2014). "Mampostería de las viviendas históricas de Maracaibo en base a la arenisca piedra de ojo". Revista Técnica. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia (LUZ). (Artículo arbitrado). Maracaibo, Venezuela.

PINEDA, S.; León, W.; Valero, S. (2015). "Madera de frondosas: Cedro, Apamate, Curarire y Dividivi, utilizadas en armaduras de cubiertas y carpintería de las viviendas de mampostería del Casco histórico de Maracaibo, Venezuela".

Revista RECOPAR Politécnica (Red Temática de Conservación y Restauración, Rehabilitación de Patrimonio Arquitectónico). Departamento de Construcción. Universidad Politécnica de Madrid. Nº 11. Mayo. (Revista electrónica). Madrid.

PINEDA, S.; y Bustamante, R. (2008). Lime rendering of the houses of historical core of Maracaibo, Venezuela. Ponencia. En: I Historical Mortars Conference, (HMC 08). Septiembre. Lisboa. Portugal.

PINEDA, S.; y Bustamante, R. (2009). "Interfaz de gravilla de los frisos de cal de las casas del Casco Histórico de Maracaibo, Venezuela". Revista RECOPAR Politécnica (Red Temática de Conservación y Restauración, Rehabilitación de Patrimonio Arquitectónico). Departamento de Construcción. Universidad Politécnica de Madrid. Nº 6. Marzo. (Revista electrónica). Madrid. España. Disponible en: <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Construccion/recopar/>.

PÍRELA, A. (2000). Construcción por pabellones Vivienda antillana en Maracaibo. Revista Tecnología y construcción. Vol. 17-2. Caracas, Venezuela. pp. 21-28.

PÍRELA, A. (2007). Casas de Maracaibo 1674-1930. Libro Editor Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. ISBN:980-6992-45-8.

RAYDAN, C. (2007). Las casas del sol. En: Organización de Relaciones Públicas de LAGOVEN. "El Perro y La Rana". Libro Editor. (Reeditado de 1986). Maracaibo, Venezuela.