



ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA DISOLUCIÓN KÁRSTICA Y LA  
EROSIÓN, EN LAS OBRAS PATRIMONIALES DE LA  
“VILLA DE SAN CRISTÓBAL DE LA HABANA”.  
INTRODUCCIÓN A UNA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN  
DEL ESTADO DE LAS CONSTRUCCIONES REALIZADAS CON  
ROCAS CARBONATADAS

Evelio J. Balado Piedra\*  
Ernesto Flores Valdes\*\*

\*Geólogo, Profesor Auxiliar, Espeleólogo de Nivel Superior.

\*\*Especialista en Hidrología Kárstica.



## Resumen

En Cuba, en la mayoría de las grandes construcciones que se ejecutaron a partir del siglo XVII, se utilizó como material fundamental los bloques de roca carbonatada (desde calizas, hasta margas), los cuales también se conocían como “cantos de piedra”, de ahí la denominación del material de construcción como “piedra de cantería”.

Aunque en muchos casos, sobre la superficie de las fachadas y paredes exteriores se aplicaban recubrimientos de diferentes morteros de argamasa (comúnmente llamado repello o reboque), el mismo que debido a lo agresivo del clima y las características de las rocas con que estaban construidas, que el mismo se perdiera de forma que las paredes de roca quedaran expuestas a la acción de los agentes del intemperismo. En los primeros tiempos dichas agresiones eran normales teniendo en cuenta los rigores del clima tropical, pero después con el desarrollo de las poblaciones y la adopción de los avances tecnológicos el medio ambiente de las ciudades se hizo sumamente agresivo, no solo para los humanos, sino también para las construcciones desarrolladas en dicha ciudad.

En el presente trabajo se hace un análisis “in situ” preliminar de las formas de alteración que más inciden en los muros, paredes y techos de una serie de construcciones consideradas como patrimoniales de la ciudad de La Habana, se evalúa el grado de afectación de dichas construcciones a partir de la distancia de la línea costera (influencia de los aerosoles marinos y en algunos casos de las salpicaduras y acción directa del oleaje marino).

También se hace un análisis del grado de afectación de cada roca en dependencia de la formación geológica a la que pertenecen (Vedado, Jaimanitas, Morro u otras). Mediante el presente trabajo se pretende elaborar una metodología para la evaluación de estado constructivo en que se encuentran los muros construidos con bloques de roca caliza o recubrimientos de estas rocas aplicadas a sus muros.

## Introducción

En Cuba la mayoría de las grandes construcciones edificadas a partir del siglo XVII, se construyeron utilizando roca caliza (que se encontraba en todos los terrenos de la ciudad), como material fundamental de construcción. Incluso aun en la actualidad, resulta una práctica muy común, la utilización de planchas de caliza como material de recubrimiento de las fachadas de las edificaciones, como forma de proteger las superficies exteriores de dichas edificaciones, dotándolas además de una bellísima terminación, la cual además resulta sumamente económica, ya que no requiere de pinturas o barnices para proteger las superficies.

además, todavía hoy en algunas provincias del país se utilizan ampliamente los bloques de rocas carbonatadas (calizas, margas calcáreas, calizas margosas y calcarenitas, entre otras), como material fundamental para la construcción de viviendas, estos bloques son denominados “cantos”, y los mismos son cortados con sierras de manos en pequeñas canteras, sobre todo en las provincias de La Habana y Matanzas, mientras que en la provincia de Pinar del Río y también en zonas de La Habana, se utiliza mucho algunos tipos de caliza como material de recubrimiento y decoración de las paredes principales de las fachadas y muros de cercas en las viviendas.



**Tabla No.1:** Rocas más comúnmente usadas en las construcciones de la Villa de San Cristóbal de La Habana.

FORMACION	LITOLOGIA	COLOR	CANTERA
<b>formación Vedado</b>	Caliza fragmentaria, arrecifales, con mucha fauna, masivas	Blanca	G y 21, San Lázaro, 23 y 25, 21 y L
<b>formación Jaimanitas</b>	Depósitos calcáreos arrecifales de la terraza marina acumulativa. Son en general calizas arrecifales.	Crema amarillento	Jaimanitas
<b>formación Universidad</b>	Calizas arcillosas, mas o menos laminares, calizas silicificadas.	De blanco a verdoso, en ocasiones grisáceas.	Alrededores de la Universidad, M y 25
<b>formación Morro</b>	Calizas con algas fósiles, calizas organógenas.	Gris con manchas blancas.	Alturas del Morro.
<b>formación Sta. Fe</b>	Calcarenitas blancas, amarillentas, alternando con gris, de grano medio, muy porosas en capas finas.	De blanco amarillento a gris.	Al norte del poblado de Sta. Fe, al oeste de La Habana.

Durante muchos años también fue práctica habitual en toda la llanura costera del sur (kárstica), Habana-Matanzas, la construcción de las cercas perimetrales de las fincas a partir de fragmentos de roca caliza productos de la deskartificación que se recogían en los propios terrenos (costumbre heredada posiblemente de los emigrantes españoles, fundamentalmente de Galicia donde esto era práctica común).

Dado el hecho de que todas esas construcciones constituyen hoy día obras de alto valor patrimonial, de gran importancia para la historia arquitectónica sobre todo para la capital del país (en el presente trabajo solo se estudian las obras edificadas en la Villa de San Cristóbal de La Habana), el presente estudio y la metodología de evaluación que se obtuvo del mismo, podría representar una herramienta de primer orden para las autoridades que desarrollan las estrategias de protección y conservación de los bienes patrimoniales (inmuebles), coordinen y panifiquen de forma objetiva los ciclos de mantenimiento y limpieza, así como otras medidas de protección, al poder contar con una evaluación cuantitativa y objetiva del estado en que se encuentran dichos inmuebles.



### **Materiales y Métodos de Recopilación de la Información**

A partir de la localización de la mayor cantidad posible de edificaciones y monumentos en la Ciudad de La Habana (15 analizados), y determinar que sus muros, paredes, pisos y en ocasiones partes del techo y los entresuelos, fueron construidos con bloques y "cantos" de roca caliza como material fundamental (de 26 edificaciones que se visitaron se seleccionaron las 15 que relacionamos en este trabajo), pasamos a inspeccionar cada edificio o las ruinas de ellos para tratar de identificar las alteraciones constructivas que presentaran y, de esta forma, averiguar sus causas, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Principales daños existentes en las obras
- Las causas de tales daños (los fundamentales)
- Tipo de roca utilizada en la construcción
- Evaluación de posibles recomendaciones para detener o minimizar los daños.

Anteriormente a este trabajo de terreno, en el curso de la investigación bibliográfica se había podido identificar las principales canteras suministradoras de bloques de caliza para las construcciones de La Habana, las principales eran: las Canteras de San Lázaro, El Vedado y el Morro, aunque con el paso de los años y el agotamiento de las primeras, junto con el auge constructivo se explotaron otras canteras situadas mucho más al oeste de las anteriormente mencionadas (Monte Barreto, por ejemplo).

También gracias a las observaciones de terreno realizadas y las búsquedas bibliográficas, se pudo determinar de forma aproximada, la velocidad de los procesos erosivos desarrollados sobre las edificaciones, a partir del conocimiento de las fechas de construcción de las obras, haciendo el cálculo de los daños ocurridos y el comienzo de los mismos.

Resulta muy interesante comprobar cómo la pérdida del repello de las fachadas y muros de las construcciones ha sido determinante en la mayoría de los casos, para que sobre los mismos se desarrollaran los procesos erosivos, mientras que en otros casos la porosidad intrínseca de la roca, en combinación con el pésimo estado de los techos y paredes, favoreció que alguno de estos muros funcionen como verdaderos micro acuíferos percolantes con los consiguientes daños para el inmueble que la acumulación de agua y humedad provoca en los mismos (paredes resumantes, desmoronamientos, asentamientos, fracturas y otros).

Mediante el trabajo en el terreno fueron identificadas las siguientes causas de los daños a las construcciones:

- . Los aerosoles marinos y en algunos casos la acción directa de las olas y las salpicaduras.
- . Las plantas creciendo en techos y paredes
- . El aumento de la contaminación del aire en el casco urbano
- . La falta de mantenimiento y limpieza regular de las fachadas
- . Las salpicaduras que provocan los vehículos sobre las paredes producto de salideros y charcos permanentes en las calles.
- . Otros.

Cada una de ellas provoca la aceleración de los procesos de disolución y corrosión de las rocas, dando lugar en ocasiones a daños irreversibles hasta en las estructuras de las edificaciones, razón por la cual en el transcurso del desarrollo de este trabajo se elaboro



una metodología que nos permitiera determinar el grado de afectación de cada bloque, las causas de los daños y la posibilidad de elaborar recomendaciones para mitigar o solucionar los problemas.

### **Desarrollo del Trabajo.**

Para la obtención de toda la información necesaria para su posterior análisis y procesamiento, se diseñó una metodología de trabajo que comprendió:

- Selección de las edificaciones y monumentos que se estudiarían
- Selección de los parámetros que se estudiarían en cada obra
- Vivista e inspección detallada de cada obra seleccionada
- Elaboración de una metodología para la evaluación de los daños erosivos a partir del estudio de los bloques
- Confeción de un mapa para el análisis del grado de afectación de las obras en relación con la distancia de la línea costera.

De esta forma, a partir de la combinación del análisis *in situ* obra a obra y el estudio de gabinete de las evidencias encontradas, se logró la identificación tanto de las causas principales como de los agentes que provocan el desarrollo de procesos erosivos y degradantes en las fachadas y estructuras de las obras patrimoniales construidas a partir de bloques de roca calizas:

- Falta de mantenimiento y limpieza de las fachadas lo cual provoca: crecimiento de plantas en paredes y techos los cuales producen CO<sub>2</sub> el cual es cedido a las aguas de lluvia así como las provenientes de salideros y derrames aumentando su poder disolutorio, a lo cual se suma la acción mecánica de las raíces sobre los bloques y juntas entre bloques. Las costras de hollín y polvo favorecen la concentración de la humedad y la disolución de las rocas.
- Aumento de la contaminación del aire, lo cual produce las antes mencionadas costras de hollín y polvo sobre las paredes y techos y enriquece con sus componentes la agresividad del ambiente frente a los muros de piedra.
- La desaparición de los repellos de la mayoría de las edificaciones lo cual ha dejado los bloques de roca caliza directamente expuestos a las inclemencias y acciones del clima.
- Cercanía con la costa, lo cual expone a las construcciones tanto a la acción de los agresivos aerosoles producidos por la combinación del oleaje con los vientos, los cuales inciden en las construcciones, fundamentalmente en la época invernal y la temporada ciclónica. Mientras que otras construcciones se ven expuestas a la acción directa del oleaje y las salpicaduras provocadas por el choque de las olas con la faralla costera (que en la Ciudad de La Habana es ligeramente escarpada en casi toda su extensión).

También se logró enumerar los principales daños que afectan en estos momentos las paredes, techos y otros objetos constructivos de las obras patrimoniales evaluadas, entre los que podemos mencionar:

- degradación y desmoronamiento de la superficie de los bloques
- cavitación o microcavernamiento en los bloques y planos de unión entre ellos
- disolución y pérdida de la unión entre bloques
- formación de alveolos en los bloques favorecido esto por la gran cantidad de fósiles de moluscos y corales existentes en ellos
- disolución, desmoronamiento y facturación mecánica de bloques y paredes.



## **Metodología de evaluación de los Daños en los Bloques**

Para la evaluación del alcance de los daños o intensidad de la karstificación desarrollada en las paredes y otras partes de las edificaciones, se tomó como unidad básica evaluativa la pared externa de un bloque de tamaño medio de los utilizados en la construcción antes de 1900, ese bloque se subdividió en cuadrículas de 5cm x 5cm y en cada una de estas cuadrículas se realizaron las siguientes mediciones:

1. Profundidad de la disolución (daños erosivos)
2. Cantidad de alveolos o microcavernas por cuadrícula
3. Profundidad de dichas cavidades
4. Cantidad de área perdida de las superficies por cuadrícula

Además, a la hora de seleccionar los bloques para su evaluación, se debe anotar los siguientes datos relativos a su ubicación en la edificación:

- ubicación en la edificación
- orientación de la pared en que se encuentran
- dirección predominante del viento (con respecto al bloque)
- distancia de la costa y si está frente al mar o a cubierto de él
- fecha de construcción
- incidencia directa del tráfico automotor o no
- otras observaciones de importancia

Entre las formas producto de la disolución kárstica desarrollada en los bloques utilizados en la construcción de obras patrimoniales, se han logrado identificar y se han observado con más frecuencia las siguientes:

- acanaladuras (horizontales y verticales)
- rugosidad por erosión diferencial
- kamenitzas (cazuelitas de disolución)
- pequeñas oquedades de desarrollo horizontal originadas a partir de microfisuras de la roca o la unión entre bloques
- descamaciones a partir del contacto con acero o hierro muy oxidado
- conductos y microconductos anastomosados
- microcavernamiento
- microlapiés
- desmoronamiento de las rocas producto de la descalcificación.

## **Conclusiones**

1. Producto de una combinación de factores en las paredes y techos de las obras de interés patrimonial de la Ciudad de La Habana se están produciendo una serie de procesos que contribuyen a la degradación de las mismas.
2. Dichos procesos se han identificado como una forma de micro karstificación urbana.
3. En los últimos decenios dichos procesos se han acelerado e intensificado producto de la actividad antrópica.
4. La falta de mantenimiento en las obras patrimoniales (y en las que no lo son), es un factor acelerador de los procesos de karstificación



5. Los procesos de karstificación que se producen sobre los bloques que forman las estructuras de las obras patrimoniales pueden ser evaluados y minimizados, mediante el estudio detallado de los mismos y la aplicación de esta metodología evaluativa.

### **Recomendaciones**

1. Aplicar esta metodología evaluativa a todas las obras de valor patrimonial construidas a partir de bloques de rocas calizas o recubiertas con planchas de caliza o rocas similares (mármol, por ejemplo).
2. Determinación de las características físico-químicas de las lluvias que se producen en la Ciudad de La Habana (¿se están produciendo lluvias ácidas en la capital?).
3. Hacer un estudio de laboratorio acerca de la agresividad de dichas lluvias frente a las calizas que se utilizaron en las construcciones.
4. Hacer un estudio de las formas de protección y mantenimiento de las obras patrimoniales.



**ANEXO No. 1**

**RELACION DE OBRAS EVALUADAS DURANTE ESTA ETAPA DE TRABAJO**

- Polvorín de la Muralla (Museo de Espeleología)
- Fragmento de Muralla (Teniente Rey y Monserrate)
- Fragmento de Muralla (Puerta de Tierra)
- Iglesia y Alameda de Paula
- Castillo de La Fuerza
- Catedral de La Habana
- Convento de San Francisco de Asís
- Torreón de San Lázaro
- Castillo de La Punta
- Palacio del Segundo Cabo
- Seminario de San Carlos
- Restos de Baluarte y Torreón de La Muralla
- Palacio de los Capitanes Generales
- Torreón de La Chorrera



Detalle de la pared del campanario del Convento de San Francisco de Asís (Foto: Ismael Hernández)



Fragmento de la Muralla de La Habana (Foto: Ismael Hernández)



Palacio de los Capitanes Generales (Foto: Mario Olivio)



Torreón de San Lázaro