



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba

Cuba

Bueno-Risco, Kyra; Velázquez-Labrada, Yuniór; Gagner-Gordon, Lizyórlan

Influencia de los iones cloruros en las viviendas tipología II de la zona costera Siboney en Santiago de Cuba

Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 1, 2021, Enero-Marzo, pp. 46-60

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba

Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181368034004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

[redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Influencia de los iones cloruros en las viviendas tipología II de la zona costera Siboney en Santiago de Cuba

Chloride ions influence in typology 2 housing of the Siboney coastal zone in Santiago de Cuba

Autores:

Kyra Bueno-Risco, kyra40_6@uo.edu.cu¹

Yunior Velázquez-Labrada, yunior.velazquez@uo.edu.cu¹

Lizyorlan Gagner-Gordon, liz93@nauta.cu¹

¹Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar las afectaciones que los iones cloruros del ambiente costero les provocan a las viviendas de tipología II del asentamiento costero de Siboney en Santiago de Cuba, a partir de estudios patológicos realizados a estos inmuebles. Esta zona es uno de los consejos populares de mayor prioridad para las proyecciones que contempla la estrategia del país para enfrentar el cambio climático. Se realizó una búsqueda teórico-conceptual en temas referidos a la conservación y vulnerabilidad de edificaciones en zonas costeras y patologías más recurrentes; asimismo, se evaluaron métodos para el diagnóstico e incidencia de los iones cloruros en el hormigón, como factores que incurren en el caso. Se demostró la relevancia del estudio de las lesiones en los edificios cercanos al mar y su conservación, ya que este entorno altamente agresivo impone la aplicación de buenas prácticas para gestionar la conservación de los inmuebles.

Palabras clave: zona costera, conservación, iones cloruros, viviendas, hormigón.

ABSTRACT

Pathological studies carried out on dwellings of type II of the coastal settlement of Siboney in Santiago de Cuba, have led to the proposal to evaluate the effects that chloride ions in the coastal environment cause to these properties, being the objective of this investigation. This area is one of the popular councils with the highest priority for projections that includes the country's strategy to face climate change. A theoretical-conceptual search is carried out, in topics related to the conservation and vulnerability of buildings in coastal areas, more recurrent pathologies, and methods for the diagnosis and incidence of chloride ions in concrete are evaluated as the incidence factors in the case. In conclusion, the relevance of the study of injuries in buildings near the sea and their conservation is demonstrated, since this highly aggressive environment imposes the application of good practices to manage the conservation of buildings.

Keywords: coastal zone, conservation, chloride ions, building, concrete.

INTRODUCCIÓN

Actualmente una de las principales preocupaciones de la humanidad es el cambio climático, uno de los mayores desafíos contemporáneos; lo cual supone una presión adicional para las sociedades y el medioambiente. Estos cambios propician altas vulnerabilidades a las grandes ciudades y pequeñas comunidades.

Las consecuencias del cambio climático han generado un incremento en la preocupación mundial por la conservación y sostenibilidad del medioambiente. Como parte de este proceso surgieron y se han desarrollado estudios sobre el patrimonio construido, entre estos de sus patologías y deterioros más comunes.

Al incrementarse la acción del cambio climático por causas antropogénicas o naturales aumentan también los efectos que produce y sus derivaciones. Un ejemplo de esto es el incremento en los últimos tiempos de los huracanes y tormentas tropicales, fenómenos que traen consigo efectos graves, sobre todo en las zonas más afectadas, que son las aledañas al mar.

Como consecuencia de estas condiciones se afecta la infraestructura de las comunidades, lo que genera en las construcciones cercanas una serie de daños y lesiones que disminuyen la vida útil de la edificación y, de hecho, la calidad de vida de sus habitantes; de ahí la necesidad de realizar estudios que permitan establecer estrategias para la conservación de este patrimonio construido.

Los materiales utilizados en la construcción y la forma de ejecución son aspectos de vital importancia, puesto que el ambiente al que se expone la edificación podría variar de forma significativa según las condiciones ambientales. En muchas ocasiones la forma de construcción de las estructuras, la selección del tipo de material usado y la exposición a las condiciones climáticas adversas han sido favorables para las manifestaciones patológicas.

Cuba, por su ubicación geográfica y estar conformada por un archipiélago con dos islas grandes (la isla de Cuba e Isla de la Juventud), más de 2 500 cayos y una línea de costa que supera los 5 000 km, es vulnerable ante los cambios climáticos y los desastres naturales y antrópicos (Vinajera, 2017, p.16).

Aun cuando existe un marco político-normativo a favor de resguardar y preservar el patrimonio costero en Cuba, prexisten riesgos que perturban claramente las zonas costeras por sus particularidades y, por consiguiente, las edificaciones cercanas a

estas. De ahí que resulte de gran importancia identificarlos para su mitigación con operaciones efectivas.

En las edificaciones que están en zonas costeras cubanas se manifiestan patologías propias del medio circundante. Entre los daños más comunes se reconocen la humedad, corrosión, fisuras, erosión y, sobre todo, los efectos degradantes por la presencia de los iones cloruros, (ver figura 1).

**Figura 1. Lesiones en las edificaciones en la zona costera de Santa Fe:
humedad, erosión, fisuras**



Fuente: Domínguez y González (2015).

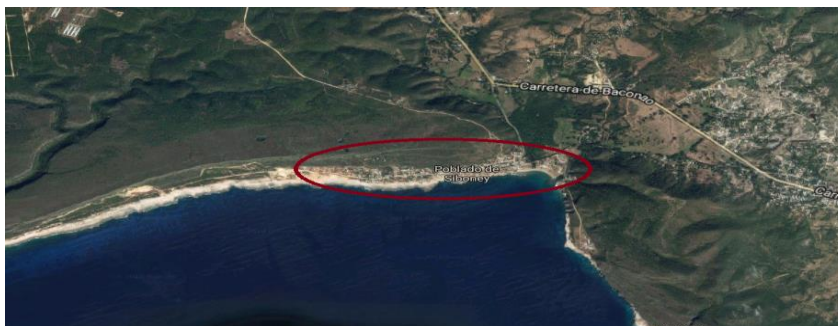
En Cuba existen estudios que demuestran la presencia de los iones cloruros como uno de los más grandes problemas en zonas costeras, pues el 95 % de las sales de iones cloruros de mayores pesos y tamaños en forma de solución salina se depositan en las zonas de la ciudad más cercanas al mar que no tienen el efecto del apantallamiento. Esto provoca la existencia de un elevado nivel de corrosividad de la atmósfera y constituye un factor determinante en el deterioro anticipado de las estructuras de hormigón armado, principalmente en zonas no apantalladas de la ciudad, muy próximas al mar abierto (Domínguez y González, 2015, p.24).

La provincia Santiago de Cuba no está exenta de afectaciones en la zona costera y sus ecosistemas; de estos, su bahía es uno de los lugares priorizados para estudios y evaluaciones. El municipio de Santiago de Cuba muestra cambios en los valores de riesgo de sus consejos populares en comparación con los estudios del año 2011, fundamentalmente los consejos populares de Siboney, Ciudadamar, Agüero, Mar Verde y Sigua (Vinajera, 2017, p. 21).

El poblado de Siboney es una localidad costera ubicada a 14 Km de la ciudad de Santiago de Cuba. Limita al norte con el macizo montañoso de la Gran Piedra y la zona de Ramón de las Yaguas; al sur, con el Mar Caribe; al este, con la zona de

Sigua y al oeste, con el distrito urbano Abel Santamaría. Cuenta con una extensión de 113.80 km², (ver figura 2).

Figura 2. Localización geográfica del asentamiento costero Siboney

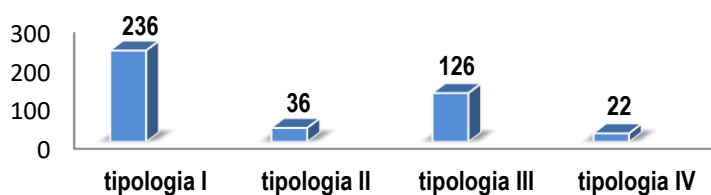


Fuente: Google (2018)

La disposición socioeconómica de la playa es turística (instalaciones para el turismo nacional e internacional) y la ocupación es urbana. El asentamiento costero de Siboney cuenta con 1206 habitantes (586 hombres y 620 mujeres) y 486 unidades de alojamiento (Dirección Provincial de Planificación Física, 2019).

Según la información dada por la Dirección Provincial de Planificación Física de Santiago de Cuba (2019), este asentamiento cuenta con 4 tipologías en sus edificaciones, con un total de 420 (Figura 3).

Figura 3. Cantidad de edificaciones por tipologías constructivas en el asentamiento costero de Siboney



Fuente: Dirección Provincial de Planificación Física (2019).

La tipología II, objeto de análisis en este trabajo, se caracteriza por poseer paredes de bloques de hormigón, ladrillos de barro cocido, sillería, mampostería, bloques o ladrillos prensados de suelos estabilizados, tapial o canto; techos de bóvedas, cúpulas o arcos de bloques de hormigón, ladrillos de barro cocido o prensados de suelos estabilizados u otro elemento que garantice su durabilidad, viguetas de

hormigón armado o pretensadas con losas planas o abovedadas de hormigón, barro cocido, suelos estabilizados, canto y ferrocemento; pisos de baldosas de terrazo, losetas hidráulicas, losetas de barro cocido vidriadas. Esta tipología no es la muestra más representativa del total, pero es una de las más resistentes por la calidad de sus materiales y en mayor medida representa un comportamiento en su estado técnico de regular (Figura 4); por lo cual es necesario analizar si este comportamiento se debe a factores ambientales, constructivos o de mantenimiento en la edificación (Perera y Peña, 2018, p.6). En el diagnóstico inicial realizado para la investigación en cuestión se pudieron encontrar lesiones, tales como: humedad, corrosión, fisuras y degradación en general; también se pudo constatar con una simple evaluación organoléptica que los datos de los estados técnicos no eran coincidentes con la información recibida por planificación física, por lo que también se actualizó.

El paso del huracán Sandy por Santiago de Cuba, Siboney, marcó un punto de inflexión en el sector de la vivienda, ya que se afectaron inmuebles que fueron totalmente destruidos.

Figura 4. Estados técnicos de las viviendas tipología II en asentamiento costero Siboney

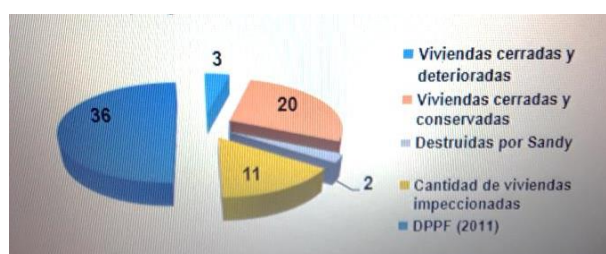


Fuente: Dirección Provincial de Planificación Física (2019).

De manera general, la tipología II fue de las menos afectadas, manteniéndose las cifras levantadas pos Sandy. Finalmente se pudieron inspeccionar 11 viviendas, que conforman el 30 % del total de edificios de esta tipología, que son 36, (Figura 5). Estas edificaciones presentan evidencias concluyentes de deterioros conexos con la influencia del ambiente costero sobre ellas, lo que permite manejar la muestra para generalizar el comportamiento de esta tipología.

Todo lo anterior permitió declarar como problema de la investigación los deterioros y patologías que los iones cloruros les provocan a los elementos de las viviendas tipología II de Siboney, zona costera de Santiago de Cuba. El objetivo fue evaluar las afectaciones provocadas por las emisiones de iones cloruros y demás efectos resultantes del cambio climático. Estos resultados, a través de acciones prácticas, permitirán la propuesta de acciones para mejorar el estado técnico de los inmuebles de tipología II en Santiago de Cuba, Consejo Popular Siboney.

Figura 5. Situación real de las viviendas de tipología II en el asentamiento costero de Siboney



Fuente: autores

El hormigón es uno de los materiales más utilizados para la construcción y es evidente su resistencia y durabilidad, pero de igual forma es uno de los más afectados por la emisión de estos iones al ambiente. El hormigón es penetrado por los iones cloruros debido a su propia naturaleza de material compuesto constituido principalmente por una fase sólida, formada por áridos envueltos en una matriz porosa (pasta de cemento) que se forma al reaccionar el agua y el cemento. Así, la porosidad del hormigón se puede definir por la suma de los poros de gel, que son de pequeñísimas dimensiones y sin importancia para la corrosión, vacíos originados por el aire atrapado, que en general se evitan con una buena compactación; y los poros capilares, que se forman al evaporarse el agua de laborabilidad, aquella que excede al agua necesaria para la hidratación. Estos últimos, con dimensiones de hasta del orden de los milímetros, tienen un papel importante en la facilidad de penetración que tenga un hormigón.

Los cloruros son sales que resultan de la combinación del gas cloro (ion negativo) con un metal (ion positivo), como el cloro (Cl) ligado con el sodio (Na), lo que resulta en la tan conocida sal (Na Cl). El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos encontrados en aguas naturales.

Diferentes investigadores han reconocido la necesidad de continuar estudios sobre la influencia en la velocidad de corrosión de los contaminantes atmosféricos, iones cloruros y sulfato. Esto puede estar asociado a la utilización de diferentes métodos de captación, específicos para uno u otro contaminante, cuando en la realidad ambos provienen principalmente de una fuente común, el aerosol marino, en atmósferas bajo su influencia. Más de la mitad de la población mundial vive en litorales costeros, de ahí que exista de igual manera un gran número de estructuras cercanas al mar, que son objeto de la embestida de este medio tan agresivo. Muchos de los asentamientos que se encuentran en zonas costeras poseen gran variabilidad dinámica de las tipologías constructivas que en él se desarrollan, fenómeno que trae consigo gran diversidad de formas, colores y materiales, según las condiciones económica de los habitantes. Como resultado de esta diversidad y su entorno no todos los inmuebles son susceptibles a este medio al mismo nivel (Moreno, 2016, p.23).

Es evidente que para la tipología en cuestión, que está determinada por los materiales que la componen; o sea, hormigón armado o mampostería con cubierta pesada, el efecto de la influencia de los iones cloruros es inminente y progresivo porque son estructuras en ambientes marinos, en las que la causa del deterioro se debe a la corrosión de las armaduras debido a cloruros. Una vez que los iones cloruros entran en el hormigón se pueden clasificar en tres formas, de acuerdo con su interés para la corrosión: solubles o libres, enlazados o combinados y totales.

Los cloruros solubles o libres son los que representan un riesgo para la barra de refuerzo del hormigón armado, ya que al alcanzar niveles críticos son capaces de inducir el fenómeno de la corrosión. Los cloruros enlazados son los combinados con las diferentes fases o compuestos de la pasta de cemento y que no participan en el mecanismo de corrosión de armaduras. Finalmente, los cloruros totales son los que están representados por la suma de los cloruros enlazados y los solubles. La determinación de la concentración de iones cloruros totales y solubles en las estructuras a diferentes condiciones de exposición, diferentes profundidades y en las superficies de las estructuras pudiera servir para conocer el riesgo de corrosión que puede presentar la barra de refuerzo del hormigón armado.

En el caso de las estructuras que se encuentran muy cerca de la costa, los iones cloruros penetran en presencia de humedad a una profundidad determinada en el interior del hormigón armado, manteniendo el ambiente saturado a esa profundidad, lo cual propicia la entrada por difusión; mientras que cerca de la superficie la atmósfera ejerce un proceso de humectación y secado, dando lugar a fenómenos de absorción en los cuales el hormigón pudiera deteriorarse aceleradamente. Sin embargo, estos iones cloruros también pueden penetrar el hormigón armado a partir de la succión capilar del agua salada en el hormigón a través de la red de poros. Por medio de este proceso, el agua salada puede penetrar con gran rapidez, produciendo daños severos por corrosión en muy poco tiempo (Howland et al., 2015, p.18).

Como establece la Norma Cubana NC 120 (Oficina Nacional de Normalización, 2014), desde el diseño detallado y cuidadoso de las mezclas de hormigón, hasta pasar por todo el sistema de la fabricación de las estructuras (preparación adecuada de la mezcla de hormigón y su control exhaustivo, su adecuado transporte, vertido, compactación y curado), el chequeo final para comprobar que se han cumplido los requerimientos prescriptivos (contenido mínimo de cemento en la mezcla, la relación agua/cemento adecuada del hormigón y la resistencia obtenida a compresión del hormigón), así como los requerimientos básicos por desempeño (una porosidad efectiva del hormigón no superior al 10 %, según los requerimientos de la Norma Cubana NC 345 (Oficina Nacional de Normalización, 2011), y una velocidad de absorción capilar no mayor de 5×10^{-5} m/s^{1/2}, según los requerimientos de la Norma Cubana NC 967 (Oficina Nacional de Normalización, 2013)).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las viviendas elegidas para esta investigación muestran una forma regular en planta y en elevación, con predominio de estructuras de esqueleto (vigas y columnas), en algunos casos con muros de carga.

Para la selección de la muestra se tuvieron los siguientes criterios de selección:

1. Edificaciones de tipología II.
2. Accesibilidad a las viviendas.

3. Dentro de la tipología II las viviendas de paredes con elementos de hormigón y mampostería y cubierta preferentemente de hormigón.

Bajo estas condicionales quedaron 11 inmuebles a los cuales se les hicieron mediciones y comprobación de existencia de iones cloruros y carbonatación. Esta muestra se escogió intencionalmente distribuida a ambos lados de la calle principal, para comprobar el nivel de afectación según la cercanía al mar (Figura 6).

Figura 6. Ubicación de las viviendas escogidas de tipología II en Siboney



Fuente: autores

En esta investigación se valora la necesidad de conocer la concentración de iones cloruros totales y solubles en la superficie y hasta 2 mm de profundidad para caracterizar el ambiente a que pudieran estar sometidas las estructuras. Lo anterior justifica aún más la presencia de determinadas lesiones y patologías asociadas, que afectan y provocan deterioros en dichos inmuebles. Para esto se tomaron muestras en el grupo de viviendas seleccionadas, aunque se impone en estudios posteriores continuar las mediciones para evaluar cómo oscilan los valores en determinados períodos y si se incrementan los registros y/o resultados.

Estas muestras fueron analizadas con un método sencillo, utilizado para determinar la presencia de los iones cloruros en el hormigón y si estaba presente el proceso de carbonatación. Se basó en la realización de un experimento químico en presencia de agua destilada, nitrato de plata (AgNO_3) y fenolftaleína en un ambiente neutro y fuera de la exposición de cualquier contaminante (ecuaciones 1 y 2)



El nitrato de plata es una sustancia fotosensible que se descompone en presencia de la luz, con lo cual la plata sufre un proceso de alteración que forma una mezcla de color blanco que luego se precipita; entonces, se observa un espejo de plata (AgCl), (Ecuación 1). Este fenómeno tiene lugar porque la plata se separa del ion nitrato (NO_3) en la solución, al mismo tiempo que la plata (Ag) entra en contacto con el ion cloro (Cl), formándose así el cloruro de plata, compuesto insoluble, (Rabilero, 2016, p.12).

Otro de los procesos que se evidencian es la carbonatación: proceso lento en el que la cal apagada o hidróxido cálcico del cemento hidratado y endurecido reacciona con el dióxido de carbono del aire, formando carbonato cálcico (ecuación 3).



Este proceso produce un notable descenso del Ph, haciendo que la armadura del hormigón pierda su protección frente a la corrosión. Con el paso del tiempo, la corrosión de las armaduras (fenómeno expansivo) produce daños en el hormigón, pues merma la capacidad portante de los elementos estructurales afectados. La hidratación del silicato tricálcico del cemento produce bastante más portlandita que la hidratación del silicato bicálcico, por lo que los hormigones fabricados con cementos con altas proporciones de SC3 son mucho más vulnerables a la carbonatación. La combinación de ambos procesos, carbonatación e influencia de iones cloruros, se denomina sinergia.

Se siguieron los siguientes pasos:

1. Selección y ubicación de la muestra.
2. Mediciones y comprobaciones de muestras y reactivos (Nitrato de Plata y Fenolftaleína).
3. Comprobación del comportamiento de las reacciones para declarar la existencia de carbonatación y presencia de cloruros.
4. Resultados.

Mediciones y comprobaciones de muestras y reactivos (Nitrato de Plata y Fenolftaleína) El agua destilada es un agua desionizada y libre de microorganismos

y posibles contaminantes disueltos en ella. Esta se debe añadir a la muestra en el caso de la fenolftaleína, ya que esta es una solución alcohólica y sin la presencia del agua no muestra cambios; o sea, arroja un resultado incorrecto. Para las mediciones se utilizaron las muestras correspondientes obtenidas a partir de la ubicación antes referida. Estas tenían aproximadamente un peso de 2g cada una, envasadas en recipientes plásticos esterilizados. Al realizar un estudio previo sobre los reactivos, se escogió la fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$) para ver la presencia o no de carbonatación en la muestra, por ser un indicador de pH que en disoluciones ácidas permanece incoloro, pero en disoluciones básicas toma un color rosado.

El nitrato de plata es una sal inorgánica mixta, que detecta la presencia de cloruro con la aparición superficial de coloración blanca.

Se comprobó el comportamiento de las reacciones para declarar la existencia de carbonatación y presencia de cloruros (tabla 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando la exposición de los resultados anteriores, se procedió a realizar una valoración en cada uno de los casos. En todas y cada una de las muestras se pudo demostrar la existencia de cloruros combinados con la carbonatación proveniente del CO_2 atmosférico; lo que se llama sinergia, que es la coexistencia entre los fenómenos cloruros y la carbonatación. Este proceso produce un efecto adverso que ataca directamente al acero de las estructuras de hormigón, además de las reacciones que se producen con el aluminato tricálcico (C_3A), que es uno de los componentes del cemento, usado tanto en morteros como en hormigones.

Tabla 1. Determinación de la presencia de iones de cloruro y carbonatación

Muestras y evidencia	Método y comportamiento
	Luego de añadir el agua destilada a la muestra, lo que permite disolver cloruros si hay presencia de ellos, se añade nitrato de plata. La solución se mantuvo incolora, lo que evidencia que no hay presencia de cloruros. En otro recipiente se analizó la otra parte de la muestra con fenolftaleína. Esta solución alcohólica demuestra una carbonatación casi total por el cambio de coloración a rosa.

	Siguiendo el mismo procedimiento, al añadir el nitrato de plata la solución cambia de coloración y se vuelve blanca, lo que anuncia la presencia de cloruros. En otro recipiente, al añadir la fenolftaleína, se determina la presencia de una carbonatación total, sin cambio de color en toda la superficie a un tono rosa.
	En este caso la muestra es un testigo de aproximadamente 4 mm de espesor que se extrajo en un inmueble bien cercano a la costa, sin edificaciones cercanas respecto al mar; se observa una alta concentración de cloruro. Sin embargo, al añadir la fenolftaleína no se produce ningún cambio en la coloración, lo que indica la ausencia de carbonatación.
	En este caso la muestra granular se vuelve totalmente blanca, lo cual indica una alta concentración de cloruros. Con la fenolftaleína demostró una carbonatación total al no cambiar su coloración.
	Al analizar este testigo de aproximadamente 2 mm de espesor se puede observar que no cambia de coloración al añadir el nitrato de plata, lo que indica la inexistencia de iones cloruros en la muestra. Sin embargo, al añadir la fenolftaleína mostró una carbonatación total con su respectivo cambio de coloración.

	Como parte del proceso de comprobación del experimento, se colocó una muestra con nitrato de plata a la exposición de los rayos solares. Esto provocó un cambio de coloración a un tono oscuro que complementa el principio utilizado en la fotografía y que demuestra la existencia de iones cloruros en la muestra.
---	--

Fuente: autores

Estas condiciones no solo afectan estructuras de hormigón armado, pues entre las sales de sodio y potasio provenientes del suelo, que ingresan a los muros producto de la humedad por absorción capilar y las infiltraciones de cloruros generados por el ambiente agresivo, se aceleran los procesos de deterioros, como lo son la eflorescencia, criptoflorescencia, desprendimientos y pérdidas de recubrimientos en los elementos.

Con la carbonatación disminuyen los valores de PH que afectan la protección que la mezcla le confiere al acero, lo cual permite, a partir de procesos de permeabilidad, una mayor actuación de los cloruros. El ambiente agresivo propicia los procesos de difusión del sodio, acelerando todos los fenómenos que generan los deterioros.

Las evaluaciones desarrolladas anteriormente demuestran que en toda el área de Siboney la tipología II, donde predomina el uso del hormigón, es altamente vulnerable al ambiente costero, exacerbado por los cambios generados en el clima. Se recomienda el uso de hormigones con añadidos de puzolanas debido a que la difusión de los iones cloruros es más lenta, la arena debe ser silíceo no reactiva a los álcalis; por ejemplo, la cantera Juraguá; la relación agua/cemento menor o igual a 0.4; es decir, baja, que hace que los hormigones y morteros sean menos porosos.

CONCLUSIONES

1. La consulta de varias investigaciones demostró que independientemente del área geográfica de las zonas de estudio, el ambiente costero siempre influye de manera negativa en los inmuebles.

2. La selección errónea del tipo de hormigón y la exposición a condiciones climáticas adversas son factores que inciden en las lesiones fundamentales que sufren los inmuebles de tipología II.
3. La tipología II, debido a los materiales que la componen, impone el análisis y consideración de la influencia de iones cloruros, lo cual también propicia el análisis de la carbonatación.
4. En el proceso de levantamiento y caracterización de la situación que presentan las viviendas de tipología II en el asentamiento costero de Siboney se detecta la humedad y las fisuras como las patologías primarias y predominantes en esos inmuebles, lo cual provoca más afectaciones por la presencia de los iones cloruros.
5. En el área de estudio, donde entorno altamente agresivo impone la aplicación de buenas prácticas, se recomienda el uso de puzolanas, arena sílice y mezclas con relación agua/cemento menor o igual a 0.4 para minimizar porosidad.
6. En todos los casos donde se use el hormigón se recomienda también cumplir con los controles en todas las etapas de su elaboración, con los valores normados de los recubrimientos y los periódicos mantenimientos a los inmuebles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dirección Provincial de Planificación Física (2019) *Datos sobre el asentamiento costero Siboney* (no publicado). Santiago de Cuba, Cuba.

Domínguez Gutiérrez, J. y González Pajaro, A. (2015). Valoración técnica del deterioro de las edificaciones en la zona costera de Santa Fe. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(1), 48-61.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982015000100005&lng=es&tlng=es

Howland- Albear, J.J., Castañeda- Valdés, A., Corvo- Pérez, F. y Martín- Acosta, A.R. (2015). Estudio del ambiente agresivo costero de La Habana y su impacto sobre las estructuras de hormigón armado. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 46, 1-8.
<https://revista.cnrc.edu.cu/index.php/RevQuim/article/view/165/165>

Moreno Romero, J.D., (2016). *Efecto del ambiente marino en edificios de segunda residencia en la costa valenciana. Influencia del crecimiento urbanístico y sistemas constructivos* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. Valencia, España. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/64088/-MORENO%20-%20EFECTO%20DEL%20AMBIENTE%20MARINO%20EN%20EDIFICIOS%20DE%20SEGUNDA%20RESIDENCIA%20EN%20LA%20COSTA%20VALENCIANA.%20IN....pdf;jsessionid=ED0EFDC448A5DB808C628C3CA976589D?sequence=1>

Oficina Nacional de Normalización (2011). *NC 345: 2011. Hormigón endurecido — determinación de la absorción de agua por capilaridad*. La Habana: autor. <https://es.scribd.com/document/381165910/NC-345-Hormigon-Capilaridad-y-Porosidad>

Oficina Nacional de Normalización (2013). *Norma Cubana NC 967*. La Habana: autor.

Oficina Nacional de Normalización (2014). *NC 120: 2014. Hormigón hidráulico-Especificaciones*. La Habana: autor. <https://es.scribd.com/document/399590432/NC-120>

Perera Reborido, Z. y Peña Álvarez, D.L., (2018). *Estudios patológicos en las tipologías II y III de las viviendas en el asentamiento Siboney de Santiago de Cuba* (Trabajo de Diploma no publicado). Universidad de Oriente, Facultad de Construcciones. Santiago de Cuba, Cuba.

Rabilero Bouza, A.C. (2016). *Manual técnico procesos productivos y uso de equipos para la producción local de materiales de construcción*. Naciones Unidas, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). <https://www1.undp.org/content/dam/cuba/docs/libro%20web.pdf>

Vinajera Suárez, V. (2017). *La cultura meteorológica desde el manejo integrado de zonas costeras como herramienta de enfrentamiento al cambio climático en la UCAPMI Siboney* (Tesis presentada en opción al título académico de máster en Manejo Integrado de Zonas Costeras) (no publicada). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Google (2018). *Mapa Playa Siboney*. <https://www.google.com/maps/place/Playa+de+Siboney/>

Recibido: 10 de junio de 2020

Aprobado: 2 de octubre de 2020