



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago
de Cuba

Cuba

González-Trujillo, Mayelin; Beira-Fontaine, Eduardo; García-Tejera,
Rogelio; Alarcón-Borges, Ramón Yordanis; Álvarez-Rodríguez, Odalys

La humedad por capilaridad y su efecto en el deterioro de las
edificaciones en la zona litoral del Centro Histórico de Santiago de Cuba

Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 3, 2019, Julio-Septiembre, pp. 85-100

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181360612006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM
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

LA HUMEDAD POR CAPILARIDAD Y SU EFECTO EN EL DETERIORO DE LAS EDIFICACIONES EN LA ZONA LITORAL DEL CENTRO HISTÓRICO DE SANTIAGO DE CUBA

THE HUMIDITY FOR CAPILLARITY AND THEIR EFFECT IN THE DETERIORATION OF THE BUILDINGS IN THE COAST AREA OF THE HISTORICAL CENTER OF SANTIAGO DE CUBA

Autores:

Mayelin González-Trujillo, mtrujillo@uo.edu.cu¹

Eduardo Beira-Fontaine, manager@uo.edu.cu¹

Rogelio García-Tejera, rogelio.garcia@uo.edu.cu¹

Ramón Yordanis Alarcón-Borges, ralarcon@uo.edu.cu¹

Odalys Álvarez-Rodríguez, oar@civil.cujae.edu.cu. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría (Cujae), Departamento de Ingeniería Civil. La Habana, Cuba.

¹Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

Las edificaciones de la zona litoral del Centro Histórico de la ciudad de Santiago de Cuba se están deteriorando por efecto de la humedad por capilaridad. En la manifestación de este fenómeno intervienen variables ambientales, que al relacionarse agravan y aceleran el deterioro. Esta investigación tuvo como objetivo realizar la representación espacial del deterioro en las edificaciones de esta zona, mediante la utilización de las relaciones entre las variables ambientales que intervienen y un Sistema de Información Geográfica (SIG). La metodología se basó en la aplicación de un enfoque sistémico, asociado al método de modelación espacial, para la identificación de los posibles escenarios de comportamiento. Se propuso una herramienta operacional en la toma de decisiones para la conservación de estas edificaciones. Como resultado se obtuvieron las variables ambientales significativas en el proceso y los escenarios espaciales de peligro ante el fenómeno de humedad por capilaridad, vulnerabilidad y deterioro de las edificaciones.

Palabras clave: variables ambientales, humedad por capilaridad, deterioro, edificaciones, litoral costero.

ABSTRACT

The buildings of the coast area of the historical center of the city of Santiago de Cuba are deteriorating for effect of the capillarity humidity. In the manifestation of this phenomenon environmental variables intervene, that they increase when being related and they accelerate the deterioration. This investigation has as objective to carry out the space representation of the deterioration in the buildings of this area, using the relationships among the environmental variables that intervene and a Geographical Information System (GIS). The methodology is based on applying the systemic focus, associated to the method of space modeling, for the identification of the possible behavior scenarios, proposing an operational tool in the taking of decision for the conservation of these constructions. As a result the significant environmental variables were obtained in the process and the space scenarios of danger before the phenomenon of capillarity humidity, vulnerability and deterioration of the buildings.

Key words: *environmental variables, capillarity humidity, deterioration, buildings, coastal coastline.*

INTRODUCCIÓN

La humedad es una lesión que se considera significativa en el proceso patológico de edificaciones, lo que supone un riesgo potencial de daño de los elementos constructivos. Tejera y Álvarez (2013) plantean que la humedad es una lesión que actúa también como causal de otras lesiones constructivas (desconches, abofados, erosión, entre otras). Estas lesiones pueden llegar a tener gran importancia por el riesgo que implica ocultar la humedad como el origen del proceso de deterioro (Bueno, 2013). Es importante entonces detectarla, saber cuáles son sus causas y qué consecuencias provoca, ya que deja a la edificación muy vulnerable.

La humedad por capilaridad es un tipo de humedad que se agudiza por la interacción de la edificación con las características ambientales del entorno (García, López y Collado, 2012). Esta se declara como una de las que más incide en el proceso de deterioro de las edificaciones (Barrios Sevilla, Mena, Valverde, Barrios Padura y Polo, 1999). Su causa principal está dada por la presencia de agua subterránea, la cual en su recorrido por los estratos del suelo se carga con sales disueltas que, al penetrar por la red de capilares en los materiales de construcción, interactúan con estos y los van degradando hasta provocar su fallo.

En su comportamiento intervienen variables ambientales que son significativas, ya que al interrelacionarse incrementan el riesgo de deterioro de la edificación ante los efectos de la capilaridad. Entre las variables ambientales fundamentales se consideraron la profundidad del nivel freático, el tipo de suelo, la humedad del suelo, la temperatura, la humedad relativa, la incidencia de la radiación solar y la velocidad y la dirección del viento; estas pueden modificar la altura capilar y acelerar el proceso de deterioro, en dependencia del tipo de material de construcción. Conocer cuáles son las influencias de estas variables en las distintas localidades donde se presenta el fenómeno de humedad por capilaridad, especialmente en zonas costeras donde la acción de estas variables es favorable a la manifestación del fenómeno, es muy importante.

Sobre este tema se han realizado numerosos estudios internacionales y nacionales que utilizan el enfoque sistémico. A nivel internacional se

consultaron los siguientes autores: en Argentina, Prone (2005); en España, Asenjo, Nasarre de Goicoechea, Gutiérrez y Piñeiro (2009); Reyes, Silva, Pérez, Corvo, Martínez, Alonso y Quintana (2012) y García *et al.* (2012) y en Ecuador, Ortiz (2011). Estos autores plantean metodologías que valoran la incidencia de las variables, considerando las características del edificio y del entorno en el proceso de diagnóstico, a través de un estudio inductivo causa-efecto, con análisis puntual.

A nivel nacional han trabajado este tema autores como Pérez (2000), Tejera y Álvarez (2013) y Bueno y Querol (2013). Estos proponen metodologías para el diagnóstico de todas las lesiones presentes en el edificio, aunque no existe ninguna que individualice el estudio de la humedad por capilaridad y su efecto en el deterioro. Estas metodologías, al igual que a nivel internacional, a pesar de utilizar el enfoque sistémico, no permiten obtener un estado del comportamiento espacial del fenómeno ni detectar la variable o variables críticas de mayor incidencia.

De ahí que poder estudiarlas a través de su modelación en un sistema de información geográfica, en opinión de los investigadores, constituye una herramienta de trabajo novedosa que aportará los criterios para una mejor planificación y control de las políticas que se adoptarán en función de lograr una mejor gestión del deterioro. Según Martínez (2015), esto permitirá el monitoreo de su comportamiento.

En la zona litoral del Centro Histórico de Santiago de Cuba existen condiciones ambientales favorables para la manifestación de la humedad por capilaridad. Se ha demostrado que las edificaciones sufren deterioro por causa de este fenómeno y dentro de estas, en especial, las viviendas coloniales (González, Beira, Álvarez y López, 2013).

Los argumentos anteriores revelan la necesidad de determinar cómo influyen estas variables en el comportamiento del deterioro y justifican la creación de una herramienta que permita determinar su interrelación en espacio y tiempo, tomando como caso de estudio las edificaciones de la zona litoral del Centro Histórico de la ciudad de Santiago de Cuba; de ahí que esta investigación tuvo como objetivo realizar la representación espacial del deterioro en las edificaciones de esta zona, mediante la utilización de las relaciones entre las

variables ambientales que intervienen y un Sistema de Información Geográfica (SIG).

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología propuso tres etapas de trabajo: Indagación patológica, Identificación de escenarios y Modelación.

Se propuso utilizar para la representación espacial un Sistema de Información Geográfica (SIG). Este sistema trabaja con múltiples variables, que generan un gran volumen de datos georreferenciados que deben ser procesados y almacenados ordenadamente, con rapidez de procesamiento y actualización de datos, así como la combinación y representación gráfica de ellos, incluyendo el procesamiento de múltiples fases del modelo, que permiten la superposición de mapas y la obtención de un mapa general que engloba las características de todos, con una rápida operación de la información.

La primera etapa, de Indagación patológica, encierra el proceso de contextualización de la humedad por capilaridad y su relación con las variables ambientales que intervienen en el proceso (Prone, 2005). En esta etapa se obtuvo como resultado toda la información necesaria para caracterizar las variables que intervienen en el proceso.

La segunda etapa, de Identificación de escenarios, marca el proceso de zonación e identificación de los escenarios de actuación de las variables ambientales, que son calibrados con los resultados del levantamiento y el diseño experimental. Se obtuvo como resultado los modelos digitales y mapas temáticos de las variables ambientales, el levantamiento y análisis técnico de la lesión, la selección de la muestra de estudio, el resultado del diseño de experimento y el monitoreo de la variable nivel freático.

La tercera etapa, de Modelación, encierra todo el proceso de determinación de los modelos espaciales de escenarios de peligro ante el fenómeno de humedad por capilaridad, vulnerabilidad de las edificaciones y de los escenarios de deterioro, a través de la correlación entre las variables significativas. Se obtuvo como resultado el análisis estadístico de las variables significativas, que permite determinar la correlación entre ellas y los modelos matemáticos explicativos para clasificar las categorías de peligro y vulnerabilidades, así como los modelos espaciales de escenarios de actuación de peligro ante el

fenómeno de la humedad por capilaridad, vulnerabilidad y deterioro de las edificaciones afectadas en la zona de estudio.

Este método es general y está diseñado para que pueda aplicarse a cualquier situación y condición ambiental de una determinada área geográfica.

Métodos de ensayos

Se deben medir las variables:

a) Independientes:

- Nivel freático en relación con el nivel de piso terminado
- Humedad del suelo
- Tipo de suelo
- Tipo de fachada
- Tipos modulares de material de construcción: evalúa la combinación de los tipos de materiales de construcción según la técnica y la época de construcción y según estudios del comportamiento de estos materiales; como por ejemplo: el tipo modular, que se categoriza en:
 - ladrillo con mortero y repello de cal y arena
 - mampuesto con repello de cal y arena
 - ladrillo con mortero y repello fino y grueso de cemento
 - bloque con mortero y repello fino y grueso de cemento

b) Dependientes:

- Altura capilar en relación con el nivel de piso terminado
- Contenido de humedad del muro
- Grado de deterioro

Variables ajenas.- Condiciones climáticas (humedad relativa, temperatura, régimen de precipitaciones, dirección e incidencia de la radiación solar y el viento).

Otras variables consideradas

- a) Las condiciones climáticas se controlan en el período seco en función de las mediciones del contenido de humedad, considerando el análisis estadístico del comportamiento de estas variables en un día.
- b) Las variables ajenas, dirección e incidencia de los vientos y de la radiación

solar, se deben controlar fijando la orientación de las fachadas de las edificaciones; de acuerdo con este comportamiento se agrupan las orientaciones para el estudio en fachada dirigida al Sur, Norte, Este y Oeste.

Ensayos de caracterización de las variables hidroclimáticas

Se parte del análisis de la serie de datos cronológicos del comportamiento de estas variables en la zona de estudio. Las variables son:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Velocidad y dirección de los vientos
- Precipitaciones

Ensayos de caracterización de las variables del suelo

En el esquema experimental se analizan las siguientes variables:

- Profundidad de nivel freático
- Humedad del suelo
- Tipo de suelo
- Densidad natural

La variable profundidad del nivel freático se monitorea en época de lluvia y seca, a través de la técnica de sondeo.

Ensayos de caracterización de las variables que identifican la lesión

En el esquema experimental se analizan en las fachadas de las edificaciones de muestreo las siguientes variables:

- Contenido de humedad
- Altura capilar
- Temperatura
- Humedad relativa
- Tipo de material de construcción
- Contenido de sales
- Grado de deterioro

Ubicación del área de estudio

El centro histórico santiaguero queda limitado en el norte por el Paseo Martí, hacia el sur por la Avenida 24 de Febrero, también conocida como (Trocha), hacia el este por la Plaza de Marte y hacia el oeste por la Avenida Jesús Menéndez (La Alameda). Se encuentra ubicado geográficamente entre las coordenadas planas rectangulares norte: 151 850–153 500 y este: 603 970–606 400. Partiendo de la morfología y características topográficas, posee una parte o zona litoral, la cual está comprendida en la primera terraza; la ubicación de la zona se encuentra entre los límites geográficos: Este- calle Gallo (10 de Octubre) y la calle Barracones (Carlos Dubois), Oeste- Paseo de La Alameda (Avenida Jesús Menéndez), Norte- Paseo Martí y Sur- avenida Trocha (Avenida 24 de Febrero) en el Centro Histórico de Santiago de Cuba.

RESULTADOS

Este nivel permitió caracterizar las variables ambientales identificadas, partiendo de un estudio de su comportamiento puntual y espacial; para este análisis se realizan tres estudios: hidrológico, del suelo y patológico.

Estudio hidrológico

Este estudio evalúa el comportamiento de las variables hidroclimáticas: relieve, incidencia de los vientos, radiación solar, precipitaciones, temperatura y humedad relativa. Los datos para el análisis estadístico se tomaron de los reportes de la Estación Meteorológica de la Universidad de Oriente.

El relieve de la cuenca de Santiago de Cuba, que es variado, se caracteriza por ser hacia el norte semimontañoso y accidentado, constituido por elevaciones jóvenes y alargadas, que forman un arco que bordea la cuenca de pendientes medianamente abruptas y cimas en forma de crestas, separadas por pequeños valles; al sur el relieve es llano y ondulado, constituido por escasas elevaciones de pendientes suaves, con predominio de las costeras en forma de mesetas alargadas, que forman hacia la cercanía de las costas las terrazas escalonadas. En la bahía la costa es escarpada y se desarrollan elevaciones de aspecto terraciforme (Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas, 2005).

Estas particularidades en el relieve de la cuenca hacen que la dirección de los vientos se mueva en dos sentidos: las brisas del mar en dirección sur-suroeste y cuando estas brisas chocan con las montañas de la Sierra Maestra hacen que la dirección sea del norte-noreste.

Además, las características de las pendientes imponen variación en la incidencia de los vientos y de la radiación solar, de manera que se originan dentro del centro histórico áreas de mayor o menor incidencia de estas variables, que generan escenarios de variación de humedad. En el estudio *Is/a Calor* realizado por Ivonnet (1997), el autor determina las zonas de comportamiento de estas variables en el Centro Histórico, donde la zona litoral se encuentra en un área poco ventilada y húmeda. Este escenario favorece el aumento de humedad por capilaridad.

La forma del relieve también influye en la dirección de las precipitaciones, que son del Noreste. Estas tienen como valor promedio histórico 1006,1 mm. Pueden variar su comportamiento según el período en que se estén produciendo, por lo que se definen dos: el seco (noviembre-abril) y el húmedo (mayo-octubre), con mayor intensidad en los meses de mayo, junio, septiembre y octubre.

La humedad relativa tiene como valor promedio histórico de 75,5 %, con valores mínimos de 68,0 % y máximo de 78,9 %, que propician un alto contenido de humedad en el ambiente. Estos valores se consideran altos porque superan el 70,0 %, valor que es favorable a la manifestación de la humedad por capilaridad.

El valor de temperatura promedio histórico es de 25,7 °C, con valores mínimos de 25,6 °C y máximo de 28,0 °C, aunque se han reportado valores de 31-35 °C en los meses más cálidos (junio-septiembre).

Se delimitó la cuenca hidrográfica que tributa al conjunto de edificaciones del Centro Histórico de la ciudad de Santiago de Cuba, a través de un SIG. Esta abarca un área de 2,30 Km². La línea de corriente superficial escurre en la dirección norte-suroeste, bordeando el límite este del litoral. Esta línea recoge las aguas escurridas del 66,0 % del área del Centro Histórico.

El coeficiente de escurrimiento es de 0,00345 m³/s (3,45 L/s). Se determinó a través del cálculo del módulo de escurrimiento para cuencas urbanas. El módulo en esta zona tiene un valor de 1,50 L/s/Km.

Los resultados permiten demostrar que las intensas lluvias provocan un escenario de peligro en la zona litoral. Toda la lluvia que precipita en la parte alta de la cuenca se recolecta y se traslada por la línea de corriente hasta la zona litoral, que es la parte más baja del Centro Histórico. Este escenario se complica porque existen problemas en los drenajes (Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas, 2005), lo que provoca serias inundaciones en el período de lluvias.

El valor de infiltración en el Centro Histórico es pequeño porque más del 90,0 % de la superficie está pavimentada, exceptuando algunas pequeñas áreas de patios. Esta variable no provoca variaciones en la profundidad del nivel freático.

Estudio del suelo

Este estudio permite determinar el comportamiento de las variables del suelo: nivel freático, tipo de suelo y humedad del suelo.

La representación espacial de los escenarios de las variables profundidad del nivel freático, tipo de suelo y humedad del suelo se realizó a través de una base de datos, conformada con la información de 176 calas ubicadas en el Centro Histórico y en puntos aledaños a este, las cuales mostraron las características del suelo (tipo y humedad), así como la profundidad del nivel freático. Esta información se obtuvo de los archivos de la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA) de Santiago de Cuba.

El modelo espacial de la profundidad del nivel freático obtenido mostró que en la zona litoral del Centro Histórico se comportan los valores más bajos de profundidad de nivel freático, los cuales se muestran por debajo de los 4m.

Esta situación expone un escenario crítico de la humedad por capilaridad, por la presencia de agua próxima a las cimentaciones de las edificaciones.

El mapa temático de tipo de suelo muestra el estrato de suelo predominante hasta una profundidad de 5 metros. Este arrojó que predominan los suelos arcillosos, limosos y margosos, fundamentalmente en la zona litoral. Las características de estos suelos aumentan la posibilidad de ocurrencia de la humedad por capilaridad; por su estructura y elevada absorción capilar

favorecen el aumento del estrato de suelo húmedo, lo cual aproxima la humedad a las cimentaciones.

En la variable humedad del suelo la comprensión del modelo digital admite evaluar los niveles de humedad que existen en el Centro Histórico, con predominio de valores que oscilan entre 15-50 % de humedad. Además, permite observar que en la zona litoral se encuentran los valores de humedad más altos, que oscilan entre 25-50 %. Estos valores de humedad clasifican los suelos como muy húmedos, con grado de saturación entre 75-98 %; estos valores la catalogan como el escenario más crítico.

Estudio patológico

El levantamiento se realizó en toda la población de la zona litoral. Se hizo a nivel de fachada, mediante los métodos de observación y medición de la altura capilar y la planilla propuesta en la metodología. La información obtenida permitió evaluar la presencia de la humedad por capilaridad y su relación con las variables del entorno.

Como resultado del levantamiento se obtuvo que en la zona hay 1 002 lotes y estos se encuentran ocupados por 1 156 inmuebles, usados como viviendas y entidades, de los cuales el 76,0 % presenta problemas de humedad por capilaridad y el 26,0 % restante está restaurado o no manifiesta síntomas.

De este estudio se pudo detectar que en las áreas donde la profundidad del nivel freático está por encima de los 3,00 m las edificaciones no presentan problemas de humedad por capilaridad.

En la realización de los ensayos correspondientes de la humedad por capilaridad en las edificaciones afectadas, se seleccionó una muestra de estudio siguiendo los criterios establecidos en la metodología. La muestra quedó conformada según la tabla 1.

Tabla 1. Muestra de estudio seleccionada

Etapa	Población total	Transformadas o restauradas	En derrumbe	En estudio	% del total	Criterio de selección	% de muestras de estudio
Colonial	143	66	5	72	50,35	28	38,89
República	535	118	4	413	77,20	58	14,04
Revolución	324	100	1	223	68,82	34	15,25
Total	1002	284	5	708	70,66	120	16,95

Análisis estadístico de influencia de las variables ambientales en la relación

El análisis estadístico de correlación de las variables ambientales demostró que las variables significativas en el proceso son altura capilar, profundidad del nivel freático, tipo de fachada, tipo de suelo, orientación de fachada y tipo modular de material de construcción.

Modelación espacial de los escenarios de peligro, vulnerabilidad y deterioro

Del análisis estadístico realizado mediante el método de regresión se pudo obtener la tendencia entre las variables que inciden en la relación capilaridad-deterioro y las ecuaciones matemáticas que las caracterizan; asimismo, se establecieron los niveles de peligro, vulnerabilidad y deterioro necesarios para realizar la modelación espacial en el SIG.

El modelo espacial de escenarios de peligro (Figura 1) arrojó en cuatro niveles (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo) las áreas del Centro Histórico que están sometidas a la incidencia de la relación capilaridad-deterioro. De estas un área crítica es la zona litoral del Centro Histórico. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en los modelos digitales y mapas temáticos por variables.

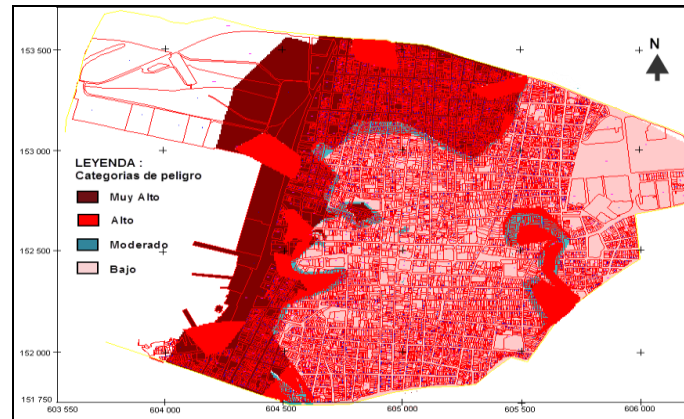


Figura 1. Modelo espacial de escenarios de peligro ante el fenómeno de humedad por capilaridad en edificaciones del Centro Histórico santiaguero

Fuente: Elaboración propia

El modelo espacial de escenarios de vulnerabilidad (Figura 2) obtenido responde a la zona litoral del Centro Histórico, ya que es el área crítica de manifestación de la relación capilaridad-deterioro. Este modelo también queda establecido en cuatro niveles (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo) y arrojó las áreas donde se encuentran los mayores niveles de vulnerabilidad. Según el modelo, más del 80 % de las edificaciones de la zona litoral son vulnerables al fenómeno de humedad por capilaridad, donde se pueden originar valores de altura capilar en un rango de 1,40-3,20 m con respecto al nivel de calle.

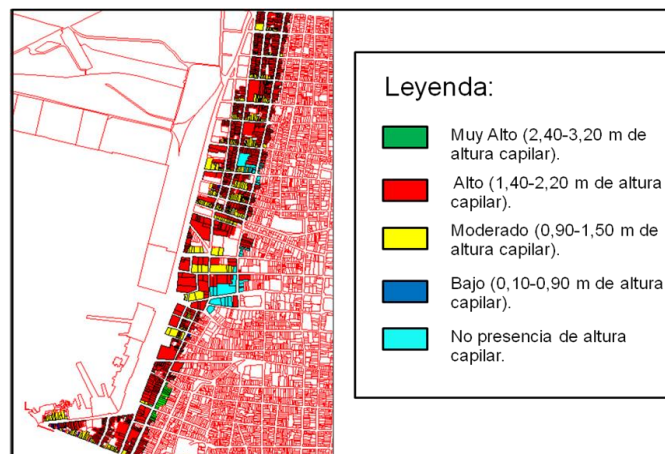


Figura 2. Modelo espacial de escenario de vulnerabilidades en la zona litoral del Centro Histórico santiaguero

Fuente: Elaboración propia

El modelo espacial de escenarios de deterioro (Figura 3) obtenido también responde a la zona litoral del Centro Histórico y muestra cuatro niveles (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo), los cuales indican las zonas donde las edificaciones tienen mayor deterioro y se obtiene un rango de valores de grado de deterioro que oscila entre (0,10-1,4), en función del por ciento de áreas de afectación por efectos de la humedad por capilaridad.

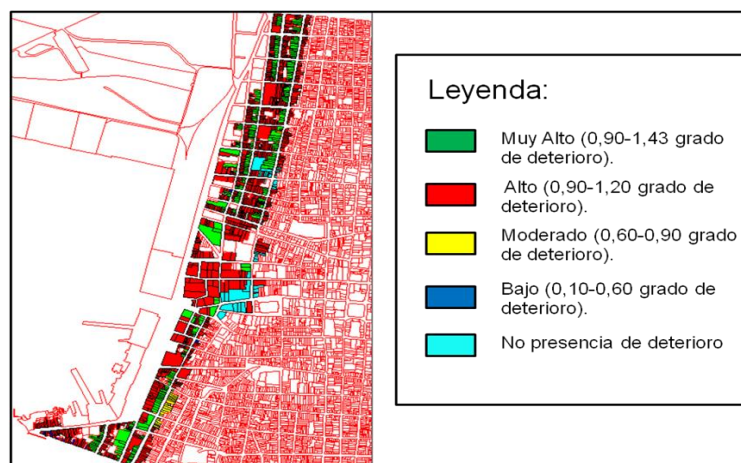


Figura 3. Modelo espacial de escenario de deterioro de las edificaciones ante la humedad por capilaridad en la zona litoral del Centro Histórico santiaguero

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. El estudio de las variables profundidad del nivel freático, humedad del suelo y tipo de suelo, a través de la confección de los modelos digitales y mapas temáticos, permitió determinar la correlación de estas variables y determinar su influencia en el deterioro.
2. El estudio realizado de la situación de deterioro de las edificaciones de la zona litoral del Centro Histórico de Santiago de Cuba reveló la existencia de estudios anteriores que confirman la influencia de las variables del entorno (relieve, tipo y humedad del suelo, nivel freático y del clima) en el proceso de deterioro de las edificaciones. Estos elementos indicaron la necesidad de introducir herramientas más modernas y efectivas para modelar espacialmente este deterioro, que permitan realizar acciones de conservación más certeras.
3. Se diseñó una metodología que, a partir del uso de un SIG, incluye la modelación espacial de las variables que modulan el fenómeno de la humedad

por capilaridad. En esta también se introdujo una nueva clasificación del grado de deterioro por efectos de esta humedad y un conjunto de nuevas formulaciones matemáticas en función de las variables significativas en el proceso, lo cual permite obtener espacialmente los escenarios de peligro ante la humedad por capilaridad y vulnerabilidad de las edificaciones, elementos que hacen más preciso y confiable el modelo de deterioro.

4. A través de la determinación de las variables ambientales significativas que son causales de la humedad por capilaridad en la zona litoral del Centro Histórico de Santiago de Cuba y la modelación espacial de sus relaciones, se logró confeccionar el modelo de escenarios de deterioro por efecto de esta humedad. El modelo constituye una nueva herramienta de apoyo en la gestión de conservación del patrimonio construido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asenjo Mongín, V., Nasarre de Goicoechea, M. P., Gutiérrez Jiménez, J. P. y Piñeiro Martínez de Lecea, R. (2009). Análisis de las humedades de un monasterio. En *Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica*. España.

Barrios Sevilla, J., Mena Anisi, A., Valverde Espinosa, I., Barrios Padura, Á. y Polo Velasco, J. (1999). Estudio de la iglesia de San Miguel de Morón (Sevilla). Influencia de los cambios de humedad en la estabilidad del monumento. *Informes de la Construcción*, 51(463), 57-65.

Bueno Risco, K. (2013). *La humedad por infiltración en las viviendas eclécticas en el centro histórico de la ciudad de Santiago de Cuba* (Tesis de Maestría). Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

Bueno Risco, K. y Querol Paultre, L. (2013). Caracterización de la humedad en las viviendas eclécticas del Centro Histórico de la Ciudad de Santiago de Cuba. *Arquitectura y Urbanismo*, 34(1), 15-28.

Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (2005). *Mapa de riesgo sísmico de la ciudad de Santiago de Cuba*. Santiago de Cuba: autor.

García Morales, S., López González, L., y Collado Gómez, A. (2012). Metodología de inspección higrotérmica para la determinación de un factor intensidad de evaporación en edificios históricos. *Informes de la Construcción*, 64 (extra), 69-78.

González Trujillo, M., Beira Fontaine, E., Álvarez Rodríguez, O., y López Arias, E. M. (2013). Variables ambientales y la relación capilaridad-deterioro: viviendas coloniales del centro histórico de Santiago de Cuba. *Arquitectura y Urbanismo*, 34(3), 9-10.

Ivonnet, E. (1997). *Calentamiento global; determinación de zonas "Isla Calor" en la cuenca de Santiago de Cuba*. Santiago de Cuba, Cuba: Dirección Provincial de Planificación Física.

Martínez Garrido, M. I. (2015). *Aportación de la monitorización mediante redes de sensores y técnica no invasivas para la conservación preventiva del Patrimonio* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistema de Telecomunicación. Madrid, España.

Ortiz Medrano, L. F. (2011). *Influencia de la humedad en el deterioro de las viviendas del barrio obrero de la ciudad de Puyo, Cantón Pastaza, provincia de Pastaza. Ambato – Ecuador* (Tesis presentada en obtención al título de Ingeniero Civil). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Recuperado de <http://www.repo.uta.edu.ec/handle/123456789/1368>.

Pérez Echazábal, L. (2000). *Influencia del medio ambiente en la patología de los monumentos de alto valor histórico construidos con materiales pétreos naturales. Centro histórico de La Habana* (Tesis presentada en obtención al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas). Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Facultad de Arquitectura. La Habana, Cuba.

Prone, P. (2005). *Proceso para interpretación patológica en las edificaciones*. Buenos Aires: Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio, Patología de los Materiales de Edificio de Valor Patrimonial.

Reyes, J., Silva, I., Pérez, T., Corvo, F., Martínez, W., Alonso E. M. y Quintana P. (2012). El deterioro del Baluarte de San Pedro, un estudio de caso. *Revista ALCONPAT*, 2(3), 170-184.

Tejera Garófalo, P. y Álvarez Rodríguez, O. (2013). *Patología de la construcción*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.

Recibido: 19 de enero de 2019

Aprobado: 20 de abril de 2019