

Universidad de Matanzas

Facultad de Ciencias Técnicas

Departamento de Construcciones



**TÍTULO: PROPUESTA DE LINEAMIENTOS CONSTRUCTIVOS PARA
VIVIENDAS EN TERRAZAS ROCOSAS BAJAS. CASO DE ESTUDIO
LITORAL NOROCCIDENTAL DE MATANZAS.**

Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil

Autor: Lázaro Narciso Prado Rodríguez

Tutor: Dr. Juan Alfredo Cabrera Hernández

Cotutor: Ing. Alejandro Hernández Hernández

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Por medio de la presente declare que soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas a darle el uso que estime más conveniente.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Miembros del Tribunal:

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

Le dedico el presente trabajo a mis padres, pero muy especialmente a mi papá.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que hicieron posible que me convirtiera en un ingeniero civil, a los profesores, a mi familia, a mis amigos, a mis SUEGROS y a Lili y Manolo.

A Sarah, quien ha estado cada momento a mi lado, los días de sueño, de estrés, de preocupación, de alegría, todos han sido un poco mejor gracias a su compañía.

En especial a mis padres, quienes, a pesar de sus enfermedades, siempre me apoyaron en todo momento, capaces de buscar soluciones, cuando la obvia era rendirse, a ellos, llegue todo mi amor y respeto.

RESUMEN

Cuba, por su posición geográfica y características físico geográficas se encuentra muy expuesta a las consecuencias de fenómenos naturales, lo que crea la necesidad de contar con lineamientos constructivos, que eleven la capacidad de resistencia frente a tales eventos e impactos. En este contexto, los ingenieros civiles y arquitectos tienen un papel decisivo en cuanto al diseño e implementación de tipologías constructivas que se correspondan mejor con los nuevos factores ambientales y climáticos, influyendo así en la reducción de vulnerabilidades y acrecentando la seguridad física y calidad de vida de las personas. Es por ello que el presente trabajo se enfoca fundamentalmente en el diagnóstico y desarrollo de concepciones y lineamientos constructivos, como una contribución directa a la reducción de vulnerabilidades del patrimonio construido y de las nuevas construcciones, especialmente, en los asentamientos y viviendas ubicadas en zonas costeras, y sobre todo, en viviendas ubicadas en terrazas rocosas bajas, como es el caso de estudio que se adopta, que se corresponde con el litoral noroccidental de Matanzas. Para la ejecución de la investigación fue decisiva la consulta de Normas Cubanas y guías nacionales e internacionales, así como la realización de levantamientos de campo y entrevistas informales a pobladores de la zona, y muy especialmente los criterios de un conjunto de especialistas de gran experiencia, tanto en temas ambientales costeros como en la ingeniería civil aplicada, que constituyen el grupo focal de la investigación. Todo ello permitió que se alcanzaran los resultados previstos, en respuesta a los objetivos trazados.

Palabras claves: Zonas costeras, terrazas rocosas bajas, vulnerabilidades de viviendas, lineamientos constructivos.

ABSTRACT

Cuba, by its geographic position and physic-geographic characteristics it's found very exposed to the natural phenomenon's, which creates the necessity of counting with constructive lineaments that upgrades the endurance capacity facing to that events and impacts. In this context, the civil engineering's and architects have a decisive role in regard to the design and implementation of constructive typologies that corresponds better with the new climatic and environments factors, influenced them in the reduction of the vulnerabilities and increasing the physic security and the people quality of life. That's why the present works focus in the diagnostic and development of conception and constructive lineaments, as a direct contribution at the reduction of the constructed patrimony and the new constructions, specially, in the settlements and tenements, located in coasts zones, and specially, tenements located in low stony terrace, as is the case of the study subject adopted, which corresponds to the Matanzas nor-occidental littoral. To the execution of the investigation was decisive the consult of Cuban Norms and national e internationals guides, as the realization of lifting grounds and informal interviews to the zone settlers, and essentially to the criteria's of a combined specialist of great experience in environment coastal themes as much of applicate civil engineering, whom formed the investigation focal group. All of that allows the reach of the prewise results in response of the expected objectives.

Keys words: Coast zones, low stony terrace, settlements vulnerabilities, constructive lineaments.

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentos conceptuales y teóricos de la investigación.	7
1.1: Conceptos y definiciones de zonas costeras.....	7
1.2: Vulnerabilidades de las zonas costeras ante el cambio climático.	10
1.3: Particularidades del impacto del cambio climático en el archipiélago cubano.	14
1.4: Retos de las construcciones en ambientes costeros.	18
Conclusiones parciales.....	22
Capítulo 2: Alcance espacial y fundamentos metodológicos de la investigación.	23
2.1: Alcance y justificación espacial de la investigación.....	23
2.2: Secuencia metodológico de la investigación.....	24
2.2.1: Descripción del procedimiento de la investigación.	25
2.3: Métodos científicos utilizados en la investigación.	40
2.3.1: Métodos teóricos.	40
2.3.2: Métodos empíricos.	41
Conclusiones parciales.....	45
Capítulo 3: Resultados de la investigación: Diagnóstico y propuestas de lineamientos constructivos.	46
3.1: Caracterización y diagnóstico de la zona de estudio.	46

3.1.1: Caracterización general de la zona de estudio.....	46
3.1.2: Diagnóstico de la infraestructura existente.....	49
3.2: Propuestas de lineamientos constructivos para zonas de terrazas rocosas bajas.....	56
Conclusiones parciales.....	60
Conclusiones	61
Recomendaciones	62

INTRODUCCIÓN

En los momentos actuales que vive la humanidad se convierte en una necesidad el enfrentamiento a diversos procesos adversos relacionados con los cambios del clima y ambientales, en sentido general.

En el caso de Cuba, desde el año 1997 se vienen desarrollando las Estrategias Ambientales nacionales y territoriales, y en ellas se han considerado de manera particular los asuntos relacionados con el enfrentamiento al cambio climático, y la necesidad de la adopción de leyes y normas para una verdadera gestión integrada de la zona costera.

De esta forma, y tras años de sostenidos esfuerzos, en el año 2000 se produce la aprobación por el Consejo de Estado de la República de Cuba del Decreto-Ley No. 212 “Gestión de la Zona Costera”, que marca un hito en la esfera ambiental y en la gestión de las costas del país.

Sin embargo, si bien el balance es crecientemente positivo, aún queda un buen trecho por andar en la plena implementación de la gestión integrada costera en Cuba, y por otra parte han aparecido nuevos factores y procesos relacionados con los cambios del clima, que obligan a atemperar las estrategias y procesos.

Cuba se distingue por una longitud total de costas de 5746 kilómetros, de ellos 3209 pertenecen a la costa norte y 2537 a la costa sur, representa el 0.8 por ciento del total de tierras emergidas del mundo, lo que la sitúa como la decimoquinta isla entre las más grandes.

En el país, a finales del 2008, el Instituto de Planificación Física identificó 262 asentamientos costeros (incluye la costa norte y sur, pero se descarta a La Habana), con más de 1.5 millones de habitantes lo que representa el 13 % del total nacional; al menos 75 asentamientos corren peligro por la influencia de elementos meteorológicos con una población afectada de 49 mil habitantes.

En este contexto, y justamente procurando el enfrentamiento integral y eficiente a los fenómenos asociados al cambio climático e intentar que sus efectos sean los mínimos, fue

aprobado recientemente por el Consejo de Estado de Cuba, el Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático, conocido como “Tarea Vida”, cuya finalidad es frenar y minimizar los impactos medioambientales, económicos y sociales en las nuevas condiciones imperantes actualmente y teniendo presente los pronósticos futuros a corto, mediano y largo plazos.

El Plan de la TAREA VIDA se estructura en 5 acciones estratégicas y 11 tareas específicas, y se distingue por su gran alcance en el tiempo, con plazos de implementación que consideran el corto (hasta 2020), mediano (hasta 2030), largo (hasta 2050) y muy largo plazo (hasta 2100), y por su enfoque territorial, pues identifica las zonas y lugares de mayor prioridad en el contexto de los 73 municipios involucrados, 63 de ellos costeros. Constituye de hecho un programa integrado de investigaciones, acciones concretas de gestión operativa a todas las escalas, y un conjunto de inversiones, que responde todo al objetivo esencial de adoptar las mejores medidas de adaptación y mitigación del cambio climático, y mejorar nuestro medio ambiente vital (Cabrera, mayo, 2018).

Se ha reconocido que la adaptabilidad actual al cambio y a la variabilidad climática en asentamientos y construcciones costeras, es aún débil, y los más recientes eventos extremos, principalmente huracanes, han demostrado la necesidad de avanzar hacia tipologías y lineamientos constructivos que se correspondan con los nuevos factores y procesos, reduciendo vulnerabilidades y acrecentando la seguridad física y calidad de vida de las personas.

En este sentido, la ingeniería civil juega un rol fundamental, tanto en la prevención como en el mantenimiento de las estructuras que permiten el correcto funcionamiento de la sociedad, y en la presente investigación se profundiza en el tema de las tipologías y lineamientos para viviendas más sostenibles ubicadas en zonas costeras, con énfasis en aquellas localizadas en terrazas rocosas, que son representativas de una buena parte de las costas cubanas.

En la actualidad los problemas relacionados con las viviendas ubicadas en zonas costeras se hacen muy visibles, incluso para los ojos inexpertos, ante los deterioros excesivos de

muros y fachadas, lo cual, evidentemente se relaciona con el aumento en los niveles de agresividad ambiental por la elevación de la salinidad, la cual además afecta grandemente la corrosión de los aceros provocando un abofamiento en los revestimientos interiores y exteriores; también se advierte el incremento de las humedades producto, entre otros, del aumento del nivel freático costero y de la insuficiente o nula protección de las cimentaciones y muros contra este fenómeno, así como las dilataciones en los muros, acrecentadas por los drásticos cambios de gradientes de temperaturas, entre otros muchos ejemplos.

El presente trabajo se enfoca fundamentalmente en el desarrollo de concepciones y lineamientos generales constructivos, como una contribución directa a la reducción de vulnerabilidades del patrimonio construido y de las nuevas construcciones, especialmente, en los asentamientos y viviendas ubicadas en zonas costeras, entre las cuales se brinda especial atención a las ubicadas en terrazas rocosas.

Por todo lo anterior, esta investigación define su situación problémica en la prioridad nacional y territorial de desarrollar nuevas y mejor adaptadas concepciones constructivas, en particular en viviendas, y con la finalidad de reducir las vulnerabilidades del patrimonio construido y por construir.

Problema científico:

¿Cómo contribuir a la reducción de vulnerabilidades del fondo habitacional en zonas costeras desde el enfoque de las concepciones y lineamientos de la ingeniería civil, y particularmente para las condiciones de terraza rocosa de la zona industrial de Matanzas?

Hipótesis:

Con el desarrollo de concepciones y lineamientos constructivos enfocados al fondo habitacional en zonas costeras, particularmente para las condiciones de terraza rocosa de la zona industrial de Matanzas, se contribuye a la reducción de vulnerabilidades existentes en la actualidad, en apoyo a los retos planteados ante los factores y procesos que impone el enfrentamiento al cambio climático.

Objetivo general:

Proponer un conjunto de lineamientos constructivos enfocados a contribuir a la reducción de vulnerabilidades del fondo habitacional en zonas costeras, particularmente para las condiciones de terraza rocosa de la zona industrial de Matanzas.

Objetivos específicos:

- Analizar el marco conceptual y estado del arte en relación con las problemáticas de las construcciones en zonas costeras, y particularmente el enfrentamiento al cambio climático.
- Diagnosticar la problemática actual, especialmente en lo que se refiere a los factores y procesos del cambio climático, del desarrollo de viviendas en zonas costeras, particularmente las ubicadas en terrazas rocosas.
- Proponer un conjunto de lineamientos constructivos para el desarrollo de viviendas en zonas costeras, particularmente las ubicadas en terrazas rocosas, y enfocados particularmente al caso de estudio seleccionado.

Para el desarrollo de esta investigación se seleccionaron y utilizaron de forma combinada diversos métodos teóricos y métodos empíricos.

Entre los métodos teóricos del conocimiento se destacan los siguientes:

- Histórico - Lógico: que permite recorrer los antecedentes hasta llegar a la situación actual del objeto de estudio. El método de análisis histórico estudia la trayectoria real de los fenómenos y acontecimientos en el decurso de su historia y el método lógico investiga las leyes generales de funcionamiento y desarrollo de los fenómenos.
- Análisis - Síntesis: para el procesamiento de las fuentes de información a fin de determinar los diferentes enfoques y criterios relacionados con el problema de la investigación.
- Inducción - Deducción: aplicado para inducir, deducir y generalizar los aspectos más relevantes obtenidos a partir de la documentación científico-técnica y de proyectos para definir modelos e implementar investigaciones ingenieras aplicadas. Con el auxilio de este método se definió la hipótesis, y se precisaron características y exigencias para la reparación y mantenimiento de edificaciones costeras.

En cuanto a los métodos empíricos cabe resaltar:

- Recopilación y Revisión de documentos, estudios e investigaciones previas que nos aportaron una gran cantidad de datos e información de partida.
- Interpretación de mapas e imágenes satelitales que permitieron la precisión del alcance espacial de la investigación, y aportaron una amplia información de zona costera de trabajo, y su vínculo con el asentamiento y las edificaciones objeto de la investigación.
- Observación directa y Levantamiento de campo, que contribuyó en gran medida a constatar las lesiones existentes en cada una de las partes que componen estos edificios, y a la actualización y enriquecimiento del diagnóstico integral del asentamiento y las edificaciones objeto de la investigación.
- Entrevistas a especialistas, Grupo Focal de la investigación, y las personas de la comunidad, a partir de la conformación de un grupo focal de actores claves para el desarrollo de la investigación

La tesis quedó estructurada en introducción, 3 capítulos, conclusiones y recomendaciones. En la introducción se fundamenta el problema científico y de forma resumida el protocolo de la investigación.

En el capítulo 1 se trata el estado del arte del tema en cuestión, los conceptos y definiciones necesarios para comprender las diferentes temáticas abordadas, las diferencias del impacto medioambiental en una zona continental frente a una zona insular como la de Cuba, así como las vulnerabilidades del patrimonio edificado actual y los retos que depara el futuro venidero.

En el capítulo 2 se recopila la información necesaria para realizar el diagnóstico de la situación de las zonas costeras y de los inmuebles edificados, en ellas, en Cuba y particularmente en la provincia de Matanzas, y se presenta la metodología de la investigación, incluyendo sus métodos y técnicas.

En el capítulo 3 se sintetizan los lineamientos constructivos propuestos para el desarrollo de viviendas en zonas costeras, particularmente las ubicadas en terrazas rocosas, y enfocados particularmente al caso de estudio seleccionado.

Pertinencia de la investigación: el desarrollo de lineamientos para la construcción de viviendas en zonas costeras se enmarca en la necesidad de desarrollar concepciones constructivas que estén adaptadas a las problemáticas y vulnerabilidades que presenta hoy el patrimonio construido y por edificarse en las zonas con mayor riesgo, lo cual se constituye en prioridades bien establecidas en los Lineamientos del Partido Comunista de Cuba (PCC) y en el Plan de Desarrollo económico y social hasta el 2030.

Cabe destacar que esta investigación responde a una solicitud expresa de la Unidad de Medio Ambiente del CITMA en Matanzas, y de la Delegación de la Construcción del territorio, a partir de los efectos devastadores del huracán Irma sobre las viviendas de la zona industrial de Matanzas, y la consecuente necesidad de avanzar hacia nuevas concepciones y lineamientos que permitan disminuir al máximo posible las vulnerabilidades presentes.

Los aportes de la investigación se resumen en:

Aporte práctico: se podrá contar con concepciones y lineamientos constructivos para la construcción de viviendas en zonas costeras, que respondan a las indicaciones generales de la TAREA VIDA, y a la demanda que se ha planteado a la ingeniería civil en este sentido.

Aporte económico: con la implementación de estos lineamientos se les confiere a las estructuras edificadas una mayor resistencia y durabilidad de frente a los embates de eventos extremos y otros fenómenos asociados al cambio climático, y además se pretende un mayor ahorro en cuanto a materiales y diseños utilizados.

Aporte social: la investigación propiciaría aumentar el confort de las viviendas de los moradores actuales y aumentar sus expectativas, así como aumenta la seguridad y calidad de vida ante fenómenos naturales extremos.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

En este capítulo se presenta una síntesis de los diferentes conceptos y aspectos teóricos más relevantes del estado del arte en relación con las zonas costeras y la influencia particular en ellas de los fenómenos del cambio climático, las vulnerabilidades en asentamientos costeros, con énfasis en el caso de Cuba y la provincia de Matanzas, y los retos que se derivan de todo ello para la ingeniería civil y las nuevas concepciones y lineamientos constructivos.

1.1: CONCEPTOS Y DEFINICIONES DE ZONAS COSTERAS.

La zona costera no es más que “la franja marítimo-terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales. En la misma se desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales y culturales”.(Consejo de Estado, 2000)

También se podría decir de ellas que” son espacios donde confluyen una enorme cantidad de fenómenos en el plano físico y biológico, factores que favorecen las dinámicas ecosistémicas y proveen a estos espacios de una alta diversidad biológica. Por ello, se vuelve fundamental encontrar soluciones de corto, mediano y largo plazo para atender las necesidades de las comunidades y zonas costeras, propiciando la resiliencia comunitaria y la estabilidad de los ecosistemas; para ello es necesario el desarrollo de alternativas de políticas públicas, acciones estratégicas y procesos de impacto positivo para las poblaciones prioritarias”.(Álvarez-Vergnani, Diciembre 2014)

Los límites de la zona costera en el caso de Cuba han sido establecidos en el Decreto Ley 212, aprobado por el Consejo de Estado en el año 2000, y se basan en la estructura y configuración de los distintos tipos de costas, tal y como se describe a continuación:

- Terraza baja, la constituida por rocas carbonatadas, incluyendo el camellón de materiales sueltos tales como cantos, guijarros, gravas y arenas formado durante los temporales, y regularmente cubierto de vegetación. Su límite se establece en el borde extremo hacia tierra del camellón.

- Costa acantilada, el área con acantilados cuya cima no sea sobrepasada por las marejadas o penetraciones del mar. Se extenderá 20 metros hacia tierra, a partir de dicha cima.
- Playa, ecosistema de la zona costera, constituido por materiales sueltos de diferentes espesor en áreas emergidas y submarinas que manifiesta procesos de erosión y acumulación por alteraciones de origen natural o antrópico, con cambios en la dinámica de su perfil; pertenecen a ella las barras submarinas, las bermas y las dunas. Su límite se establece en el borde extremo hacia tierra de la duna más próxima al mar.
- Costa baja de manglar, el área que comprende las extensiones de manglar asociadas con las ciénagas, esteros, lagunas costeras, y en general, los terrenos bajos que reciben la influencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua de mar. Su límite hacia tierra está dado por la penetración máxima del bosque de mangle: Si apareciere vegetación de ciénaga, el límite será fijado por el borde externo hacia tierra de dicho bosque.
- En el caso de las desembocaduras de los ríos, la zona costera se extiende trescientos metros en línea recta hacia tierra, partiendo de la desembocadura siguiendo la sección longitudinal del río y 60 metros tierra a dentro por ambos márgenes, hacia tierra por sus márgenes hasta donde llegue el efecto de las mareas.
- En los sectores de zona costera que, por causas naturales o artificiales, no sea posible la identificación de los tipos descritos en los incisos anteriores, el límite hacia tierra se extiende 20 metros a partir de donde hayan alcanzado las olas de los mayores temporales conocidos o, cuando lo supere, la línea de pleamar máxima equinoccial.(Consejo de Estado, 2000)

Como se plantea en “Gestores costeros: de la teoría a la práctica” (Colectivo de autores et al., diciembre 2013) el estudio del espacio litoral se realiza desde una perspectiva geográfica, ecológica y turística. Desde la perspectiva geográfica, la zona costera conforma una franja de ancho variable, resultante del contacto interactivo entre la naturaleza y las actividades humanas desarrolladas en ámbitos que comparten la existencia o la influencia del mar; posee una amplitud variable y resulta del contacto dinámico entre la

hidrosfera y litosfera (Barragán Muñoz, 1994). Bajo una mirada ecológica, la costa es una zona de ecotono con fuerte interrelación entre ecosistemas terrestres, marinos y aéreos, donde se generan y desarrollan procesos esenciales para el mantenimiento de la vida. La costa es un sistema de frontera abierta integrada por la tierra firme y el agua, vinculada por interacciones biofísicas. En palabras de Morello (2002), en la zona costera actúan procesos climatológicos generando precipitaciones (escurrimientos superficiales y subterráneos), físicos (crecientes, mareas, oleajes, inundaciones, vientos, transporte de sedimentos, erosión y sedimentación), mixtos (mezcla de agua dulce y salada), biológicos (acuáticos y terrestres) y penetración de la luz solar que favorece el desarrollo de la vida. Desde la visión del turismo, la zona costera conforma un espacio de recreo para las prácticas helio-balneotrópicas y deportivas, constituye un área muy dinámica, donde existe una fuerte interrelación entre los ecosistemas terrestres y marinos, y los procesos climatológicos. Según expresan Vera Rebollo **et al.** (1997), la presencia de recursos naturales define la localización espacial del turismo y permite diferenciar entornos configurados por la función turística. A nivel mundial, los destinos litorales localizados en la zona intertropical constituyen el principal escenario del turismo de sol y playa, concentran gran parte de la oferta turística y captan tres cuartas partes de la demanda del turismo internacional, atrayendo turistas por la posibilidad de nadar, tomar sol, practicar deportes náuticos, contemplar y fotografiar paisajes, disfrutar de la naturaleza y una temperatura moderada (O.M.T. 2005).

Unido a esto se encuentra influyendo de manera directa la acción del hombre mediante transformaciones hechas a través de los asentamientos emplazados en esta zona. En esta situación se encuentra el amplio litoral cubano, donde implementar nuevas regulaciones resulta extremadamente difícil, más en el contexto actual.

Se define como asentamiento costero aquellos ubicados en la franja contigua de la línea de costa hasta 1000 m de distancia de ésta y cuya gran parte de su superficie está hasta 1m de altura sobre el nivel del mar, lo que provoca una intensa interacción entre la tierra y el mar (Cabrera, mayo, 2018).

Estas comunidades presentan un mayor deterioro en cuanto a la durabilidad de sus estructuras, debido a la acción directa del mar, en comparación a edificaciones construidas a más de 10 km de la costa. Teniendo en cuenta que las construcciones predominantes en los últimos tiempos en Cuba y el Mundo son de hormigón, se hace lo imprescindible importante el control por agentes atmosféricos. En las zonas costeras los principales agentes agresores son los cloruros, sulfatos y humedad, los cuales penetran a través de la red de poros del concreto y empiezan el proceso de destrucción del mismo.

1.2: VULNERABILIDADES DE LAS ZONAS COSTERAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO.

Para lograr una mejor comprensión de este tema se brindarán los datos publicados por la Organización Mundial de la Salud en su página web oficial el 1 de febrero del 2018.

Datos y cifras

- El cambio climático influye en los determinantes sociales y medioambientales de la salud, a saber, un aire limpio, agua potable, alimentos suficientes y una vivienda segura.
- Según se prevé, entre 2030 y 2050 el cambio climático causará unas 250.000 defunciones adicionales cada año, debido a la malnutrición, el paludismo, la diarrea y el estrés calórico.
- Se estima que el coste de los daños directos para la salud (es decir, excluyendo los costes en los sectores determinantes para la salud, como la agricultura y el agua y el saneamiento) se sitúa entre 2000 y 4000 millones de dólares (US\$) de aquí a 2030.
- Las zonas con malas infraestructuras sanitarias -que se hallan en su mayoría en los países en desarrollo- serán las menos capacitadas para prepararse ante esos cambios y responder a ellos si no reciben ayuda.
- La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante mejoras del transporte y de las elecciones en materia de alimentos y uso de la energía pueden traducirse en mejoras de la salud, en particular a través de la reducción de la contaminación atmosférica.

Cuba no es la excepción de la regla y también se ve seriamente afectado por estos fenómenos y otros que dan al traste con todo lo previsto por nuestro Comandante Fidel Castro, así se puede constatar en los datos que se reflejan en el sitio CUBADEBATES del 16 de mayo del 2017. “La costa es el escenario más frágil. Por solo citar un ejemplo, de las 499 playas que se evaluaron en el inventario inicial, el 82 por ciento tiene indicios de erosión. El nivel del mar ha subido 6.77 centímetros como promedio, desde 1966 hasta la fecha, proceso que se ha acelerado en los últimos cinco años.

Desde mediados del siglo pasado, la temperatura media anual ha aumentado en 0.9 grados Celsius en Cuba. Hoy, nuestro clima es más cálido y extremo. Las cifras y datos lo confirman, el cambio climático nos está dando un ultimátum, actuamos ahora o mañana será demasiado tarde. Las proyecciones futuras indican que la elevación del nivel medio del mar puede alcanzar hasta 27 centímetros para el año 2050 y hasta 85, para el 2100, valores que se corresponden con los rangos estimados para todo el planeta, lo que implicará una lenta disminución de nuestra superficie emergida y un crecimiento paulatino de la salinización, a partir de que nuestros acuíferos subterráneos tendrán un nivel de impacto a tener en cuenta, precisó el especialista” (Oscar Figueredo, 16 de mayo del 2017).

A nivel mundial, el número de desastres naturales relacionados con la meteorología se ha más que triplicado desde los años sesenta. Cada año esos desastres causan más de 60 000 muertes, sobre todo en los países en desarrollo.

El aumento del nivel del mar y unos eventos meteorológicos cada vez más intensos destruirán hogares, servicios médicos y otros servicios esenciales. Más de la mitad de la población mundial vive a menos de 60 km del mar.

Muchas personas pueden verse obligadas a desplazarse, lo que acentúa a su vez el riesgo de efectos en la salud, desde trastornos mentales hasta enfermedades transmisibles. La creciente variabilidad de las precipitaciones afectará probablemente al suministro de agua dulce, y la escasez de esta puede poner en peligro la higiene y aumentar el riesgo de enfermedades diarreicas, que cada año provocan aproximadamente 760.000 defunciones de menores de cinco años.

En los casos extremos, la escasez de agua causa sequía y hambruna. Se estima que a finales del siglo XXI es probable que el cambio climático haya aumentado la frecuencia y la intensidad de las sequías a nivel regional y mundial.

También están aumentando la frecuencia y la intensidad de las inundaciones y se prevé que sigan aumentando la frecuencia y la intensidad de precipitaciones extremas a lo largo de este siglo. Estas contaminan las fuentes de agua dulce, incrementando el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y dando lugar a criaderos de insectos portadores de enfermedades, como los mosquitos. Causan asimismo ahogamientos y lesiones físicas, daños en las viviendas y perturbaciones del suministro de servicios médicos y de salud. El aumento de las temperaturas y la variabilidad de las lluvias reducirán probablemente la producción de alimentos básicos en muchas de las regiones más pobres. Ello aumentará la prevalencia de malnutrición y desnutrición, que actualmente causan 3,1 millones de defunciones cada año (OMS, 1 de febrero del 2018).

El cambio climático es uno de los fenómenos globales que más está afectando a las poblaciones del mundo, provocando diferentes niveles de inseguridad en todos los sectores y a distintas escalas. El incremento en el nivel del mar salinizará o inundará tierras aptas para la agricultura, disminuirá la disponibilidad y calidad del agua potable y pondrá en peligro infraestructura cercana a la costa.

Los cambios en los patrones de precipitación, la aparición de más fenómenos hidrometeorológicos extremos y las variaciones en la temperatura del agua y del aire, ponen en riesgo distintos sistemas socioproductivos especialmente del sector primario, por ejemplo, con el aumento de la intensidad de las mareas rojas- y con ellos a sus poblaciones relacionadas, amenazando así con aumentar el número de personas que padecen hambre y desnutrición. La acidificación de los océanos dificulta la sobrevivencia de especies de corales, algas y plancton que necesitan calcificar para formar sus conchas caparzones y esqueletos, afectando no solamente la dinámica, distribución y biodiversidad de estas especies; sino además el efecto que tienen estas sobre la alimentación de las poblaciones humanas, el turismo y la presencia de otras especies de interés turístico y comercial, tal como las bellas y el atún respectivamente.

Dentro de esta problemática, las comunidades humanas ubicadas en zonas costeras son de las más vulnerables debido a su inestabilidad e inseguridad económica casi histórica y a su contacto y dependencia directa del mar, cuyo bienestar y comportamiento está altamente correlacionado con el patrón atmosférico.

Para estas poblaciones, los mares no sólo forman parte de su cosmovisión e identidad cultural, sino que también son heredados como bienes comunes y recursos productivos de generación en generación, acumulando décadas de experiencia y conocimiento, a través de distintas formas de organización social y prácticas de aprovechamiento utilizadas como mecanismos de supervivencia (Álvarez-Vergnani, Diciembre 2014).

Por otro lado, pero no como un caso aislado, el fondo habitacional e industrial emplazados en estas zonas son fuertemente afectados por las variaciones climatológicas producto del cambio climático, las cuales en su gran mayoría no reciben un correcto mantenimiento ni, particularmente las viviendas, son proyectadas ni construidas en correspondencias con las normas y regulaciones vigentes.

Para conseguir un equilibrio óptimo entre el costo y los resultados y producir el mínimo impacto posible en el patrimonio arquitectónico, utilizando los fondos disponibles de una manera racional, se hace normalmente necesario repetir estas fases de estudio dentro de un proceso continuado. En muchas ocasiones, la forma de construcción de las estructuras, como la selección del tipo de hormigón usado y la exposición a las condiciones climáticas adversas han sido un caldo de cultivo para las manifestaciones patológicas.

Muchas son las lesiones que se pueden encontrar en edificaciones ubicadas en el entorno marino, pero entre ellas existen otras lesiones que por el nivel de agresión se consideran más específicas de este medio. Las lesiones más habituales que se manifiestan son las causadas por la erosión, óxido en elementos metálicos, envejecimiento de maderas y lesiones en hormigón. Existen varios factores que inciden en la vulnerabilidad de las viviendas, pues el tipo de sistema estructural usado, en su mayoría, está formado por placas verticales, para el subsistema de soporte y placas horizontales, para los subsistemas de entrepiso y azotea.

Es un sistema altamente hiperestático lo que le da gran resistencia y rigidez, por lo que a diferencia de otros tipos de sistemas estructurales, la probabilidad de falla o colapso es muy baja, a esto se suma que los esfuerzos mecánicos que se presentan en los diversos elementos son relativamente bajos, ya que los espacios que cubren y rodean las viviendas son reducidos, comparados con otro tipo de construcciones. Esto ha provocado que el diseño y principalmente la ejecución de las viviendas sea tomado como el trabajo más simple en la rama de la construcción; de aquí que las actividades constructivas se realicen, generalmente, con supervisión insuficiente, y en muchos casos sea en el personal obrero en quien recaiga la responsabilidad de la ejecución de los procesos.

Da por resultado que los espesores de los elementos planos, como losas o muros, sean reducidos, y que las secciones transversales de los elementos lineales, como los cerramientos, presenten también pequeñas dimensiones con escaso recubrimiento del acero de refuerzo, facilitando que los agentes agresivos del ambiente, iniciadores de la corrosión, tengan un camino muy corto que recorrer para alcanzar el acero de refuerzo (Dr. Arq. Jacqueline Domínguez, 2015).

Combatir este proceso erosivo de nuestro medioambiente es una tarea larga pero que se debe comenzar con pasos firmes en la dirección correcta.

1.3: PARTICULARIDADES DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ARCHIPIÉLAGO CUBANO.

Todo esto se multiplica en el archipiélago cubano pues está constituido por la mayor isla de las Antillas llamada Cuba, la Isla de la Juventud, y otros 4.195 cayos, islotes e islas adyacentes, posee una superficie de 110.860 kilómetros cuadrados totalmente rodeada por agua.

Es de esperar un aumento del impacto de la marea, el oleaje y las corrientes marinas en la zona costera cubana a causa del cambio climático, específicamente como consecuencia del aumento del NMM, (nivel medio del mar), relativo durante el presente siglo. A esto debe añadirse la ocurrencia de las anomalías mensuales del nivel del mar en determinadas zonas, las cuales favorecen temporalmente el ascenso del plano de acción de los eventos antes mencionados.

Se intensificará la velocidad de las corrientes marinas de la plataforma insular. Es muy probable que para finales de siglo, las zonas inundadas permanentemente por la superposición de la altura esperada del NMM relativo y la altura del MDT, sobrepasen el área inundada, principalmente en los sectores costeros de plataformas amplias, debido a la concurrencia de factores como el oleaje, la marea, las variaciones aperiódicas del nivel del mar, las anomalías mensuales y las corrientes marinas, eventos y procesos favorecidos en su dinámica por el aumento de la profundidad y el plano de referencia de las variaciones del nivel del mar.

Las condiciones climáticas esperadas para finales del siglo XXI darán lugar a una disminución gradual del escurrimiento fluvial hacia las aguas de la plataforma con el consecuente aumento de la salinidad de las aguas. Esto puede intensificar las cuñas salinas en los estuarios y el proceso de intrusión salina en los suelos sobre todo en la estación seca del año. Los cambios del patrón de las precipitaciones y del escurrimiento, así como un mayor uso del recurso agua pueden traer como consecuencia cambios en los efectos de las anomalías pícnicas que generan movimientos de las aguas someras.

Con el ascenso gradual de la temperatura media del aire, es de prever un aumento de los valores medios y los extremos de la TSM (Temperatura superficial del mar). En las aguas someras de forma más proporcional y uniforme que en las aguas oceánicas limítrofes con la plataforma. En esta última, los procesos de mezcla en la someridad de sus aguas, favorecerá un aumento de uniformidad de la distribución vertical de la temperatura de las aguas.

El ascenso del NMM, de acuerdo a las proyecciones actuales o incluso las más pesimistas, no privarán a las zonas de plataforma cubanas de su condición de aguas someras, aunque propiciarán una mayor penetración e intercambio con las aguas oceánicas adyacentes más cálidas, a largo plazo. Aumentarán así mismo, las áreas de los humedales a costa de las planicies costeras bajas, que gradualmente se inundarán de forma permanente, con la consecuente extensión tierra adentro del proceso de flujo y reflujos de las aguas debido a la marea. La mayor extensión de aguas más cálidas deberá influir sobre los ecosistemas, sobre todo, sobre los organismos marinos más sensibles a la temperatura.

En esas posibles condiciones futuras es previsible un aumento de la temperatura media de las aguas y de sus extremos hacia el interior de las amplias zonas de la plataforma insular

y en los humedales costeros y un aumento más moderado de la temperatura media en las áreas limítrofes con el océano. El deterioro de la calidad de las aguas y de los sedimentos puede añadir tensiones adicionales a los ecosistemas reduciendo la resistencia y la resiliencia de los mismos ante los cambios graduales y de largo plazo, así como a los cambios súbitos de los eventos extremos.

Con el aumento del NMM relativo aumentará el intercambio entre el océano adyacente y la plataforma insular a través de las numerosas pasas y canales existentes entre los cayos y pequeños islotes. De esta forma aumentará la influencia oceánica en las zonas exteriores de las cuatro zonas de la plataforma insular más cercanas a las aguas oceánicas. El predominio. Del transporte hacia el oeste favorecerá la penetración de las aguas de la profunda Fosa de Jagua hacia el Golfo de Batabanó.(Colectivo de autores, 2012)

Uno de los retos mundiales del siglo XXI es enfrentarse a los efectos significativos que el cambio climático tendrá sobre la supervivencia de los ecosistemas, el bienestar y la salud pública y las actividades económicas. Este fenómeno es actualmente una evidencia, representada por los 4°C que aumentará la temperatura en la zona, (mar Caribe), según informaciones del Banco Mundial (BM). Entre las zonas vulnerables, América Latina debe tomar medidas de prevención y de adaptación a las nuevas condiciones climáticas para reducir sus impactos económicos y buscar un desarrollo sostenible, según destaca la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Los primeros signos del calentamiento global se están dejando ver en Latinoamérica: el aumento de la temperatura medioambiental y marítima, deslocalización y desaparición de especies animales, aumento del nivel del mar o el avance de la aridez afectan directamente a las condiciones agrícolas y ganaderas del continente.

Estudios de científicos cubanos sobre vulnerabilidades de los sistemas costeros en la región caribeña alertan que el aumento del nivel del mar entre 2050 y 2100 estará en un rango de entre 27 y 85 centímetros, realidad con fuertes implicaciones geográficas, demográficas y económicas para los estados insulares.

Estimaciones oficiales indican que, para 2050, podría quedar sumergido de forma permanente 2,32 por ciento del territorio de Cuba, lo cual implicaría que, de no tomarse las medidas de adaptación necesarias, se afectarían no menos de 79 asentamientos costeros y 15 desaparecerían totalmente. El ecosistema costero representa cinco por ciento del área total del país, con un estimado de 250 kilómetros urbanizados a lo largo de las costas y una población de 1,4 millones de habitantes residentes en 244 asentamientos, 63 de ellos urbanos y 181 rurales, así como 588 km de playas (Cienciadecuba, 1 febrero, 2012).

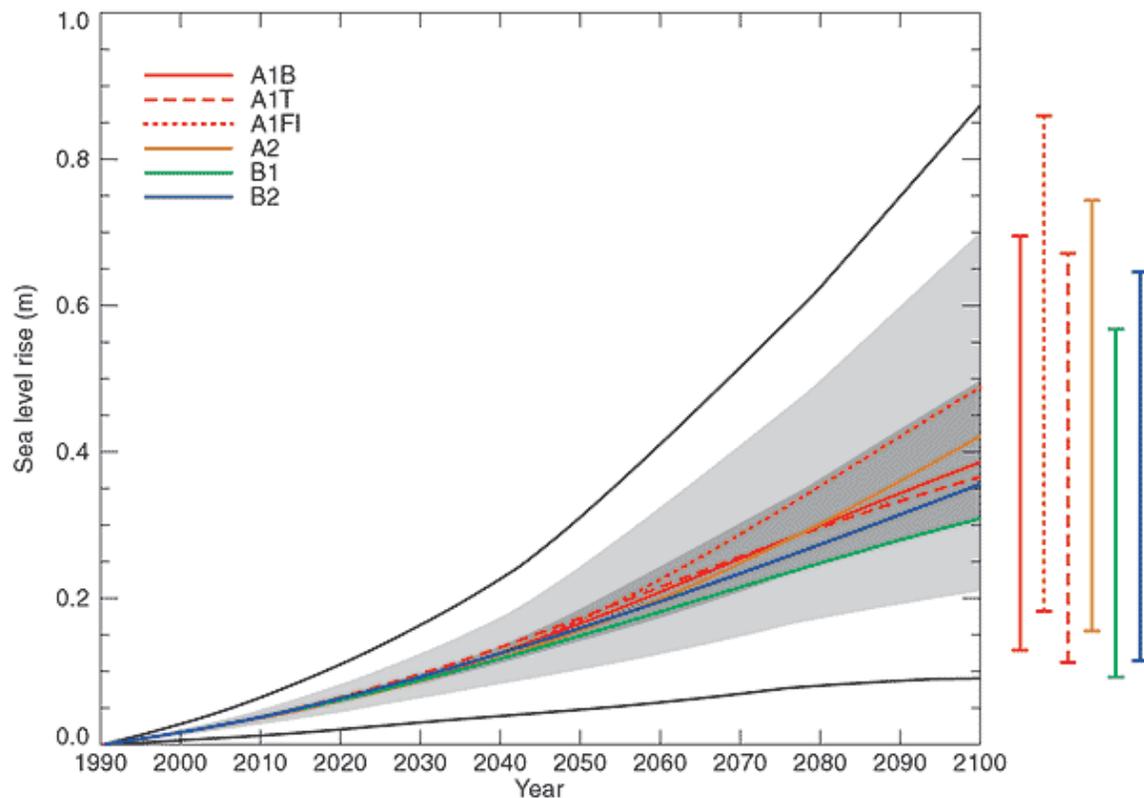


Gráfico 1: Tendencias del aumento del nivel medio del mar. Fuente: Tomado de la Segunda comunicación de Cuba.

La erosión en las playas es un fenómeno generalizado en el Archipiélago Cubano y ocurre con un ritmo estimado de retroceso de la línea de costa de 1,2 m/año, aunque existen reportes superiores a 2,5 m/año en varios puntos del país. Esta intensidad es similar a la reportada para la región del Caribe. Los arrecifes son muy vulnerables al impacto del ascenso del nivel medio del mar, de forma indirecta, y de la temperatura de las aguas, de

forma directa. Los arrecifes son también vulnerables a los huracanes, la sobre – pesca y otros efectos antrópicos.

Debido a esto, cualesquiera de los escenarios resultantes de los dos métodos aplicados implicarían la desaparición de los arrecifes de borde de plataforma para el año 2050. Los manglares dependen del recurso agua por lo que compiten con los usos priorizados agrícolas, industriales y domésticos del mismo. Las áreas de manglares por su ubicación en las zonas costeras más bajas coinciden aproximadamente con las áreas de inundación permanente por ascenso del NMM relativo.

En este sentido se encuentran expuestas directamente a uno de los procesos primarios y de las consecuencias más obvias del Cambio Climático, que es el ascenso del nivel medio del mar. Los pastos marinos se encuentran fuertemente expuestos a la sinergia del efecto antrópico y la evolución del medio ambiente a largo plazo debido al Cambio Climático. El aumento de la vulnerabilidad debido a la disminución gradual de la resiliencia y la resistencia de los ecosistemas marinos analizados debido a efectos antrópicos negativos reducirán la capacidad de adaptación autónoma de los mismos haciendo inviable la adaptación estratégica como posible solución en manos del hombre. De esta forma, principalmente en las zonas de áreas costeras más expuestas por inundación permanente, la aceleración del deterioro de los ecosistemas y hábitats dará lugar a la aceleración de los restantes en las zonas adyacentes.

A largo plazo, este proceso de interacciones dará lugar a una mayor desprotección de la línea de costa y a una intensificación del proceso de los impactos del Cambio Climático en múltiples direcciones. Los resultados positivos de las actuaciones costeras en las playas cubanas representan un ejemplo de las posibilidades de regeneración de los ecosistemas marinos ante los eventos extremos de corto plazo y los procesos de largo plazo del Cambio Climático (Colectivo de autores, 2012).

1.4: RETOS DE LAS CONSTRUCCIONES EN AMBIENTES COSTEROS.

La vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndolas de las inclemencias climáticas y de otras amenazas, así, siempre

ha sido y, así, debe continuar siendo, esta vez en condiciones muy diferentes a los primeros moradores.

El ser humano siempre ha tenido la necesidad de refugiarse para paliar las condiciones adversas de vivir a la intemperie. En la prehistoria, para protegerse del clima adverso o las fieras, solía refugiarse en cuevas naturales, con su familia. Tradicionalmente, en el mundo rural eran los propios usuarios los responsables de construir su vivienda, según sus propias necesidades y usos a partir de los modelos habituales de su entorno; por el contrario, en las ciudades, era más habitual que las viviendas fueran construidas por artesanos y/o arquitectos especializados. En los países desarrollados, el diseño de las viviendas ha pasado a ser competencia exclusiva de arquitectos e ingenieros, mientras que su construcción es realizada por empresas y profesionales específicos, bajo la dirección técnica del arquitecto y/u otros técnicos.

Hoy es obligación de las naciones, instituciones y profesionales brindarle al pueblo una vivienda que siga cumpliendo con los objetivos con que surgieron, no importan cuales sean las condiciones.

El deterioro del medio ambiente, obliga a la sociedad y a todos los sectores productivos y económicos que lo componen a una reorientación de las pautas de producción y consumo. El sector de la construcción contribuye de manera importante a ese deterioro en sus distintas fases (extracción y fabricación de materiales, diseño de la edificación y de sus instalaciones que influye decisivamente en su rendimiento, gestión de la obra y de sus residuos) y necesita dar un giro notable hacia la adopción de decisiones encaminadas hacia la sostenibilidad. Existen ya unas cuantas normas e instrumentos legales que marcan caminos. Entre ellas el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de CO₂ para algunos fabricantes de materiales, algunas ordenanzas solares municipales, el Código Técnico de la Edificación cuya aprobación parece inminente y los requerimientos para una planificación urbanística racional. En el ámbito ya más laboral, la normativa sobre prevención de riesgos laborales incorpora límites al uso de materiales o sustancias peligrosas para la salud.

Es sabido que la construcción es uno de esos sectores de mayor peso en cualquier sociedad. Curiosamente, cuando se asiste a uno de esos cíclicos períodos de expansión económica, también se hace a un repunte en la actividad constructora. Así se puede concluir sin riesgo de equivocación que la construcción pertenece a los elegidos sectores dinamizadores de la economía.

En la Unión Europea, la construcción de edificios consume el 40% de los materiales, genera el 40% de los residuos y consume el 40% de la energía primaria.

Estos datos hablan de un sector impactante sobre el medio económico, ecológico y social, en definitiva, un sector insostenible. La importancia del sector constructivo da idea de los esfuerzos que se deben llevar a cabo para conseguir avanzar hacia un modelo de construcción que no despilfarre energía, recursos naturales y, a su vez, no desborde los vertederos con una avalancha de los denominados Residuos de Construcción y Demolición, en definitiva, un modelo de construcción sostenible.

La certeza de saber que se es afectando de forma quizá irreversible la atmósfera, que la actividad humana emisora de los llamados gases de efecto invernadero parece encaminada a romper todos los equilibrios climáticos con sus catastróficos resultados, hace que parezca imprescindible tomar las medidas adecuadas destinadas a reducir la balanza en el consumo de energía a partir de combustibles fósiles. Y si se recuerda el famoso 40%, parece que la responsabilidad del sector constructivo es evidente.

El riesgo se plantea cuando la abrumadora presencia mediática del calentamiento global hace asimilar el término construcción sostenible con aquella que ahorra energía.

El camino del llamado desarrollo sostenible va desde su minoritario nacimiento allá por 1972, y su «Desarrollo capaz de alcanzar el equilibrio entre el desarrollo económico y el uso racional de los recursos», hasta el actual manejo universal del mismo. En la actualidad, lo utópico no es el ideario verde sino encontrar un discurso político o económico donde no se haga uso y abuso de tan totémico término. El problema se plantea cuando el uso de un vocabulario común no contribuye a avanzar en políticas en verdad sostenibles.

El patrimonio edificado construido y por construir en zonas costeras tiene el gran reto de lograr estructuras que sean cada vez más resistentes a vientos con mayor fuerza destructiva, debe asegurarse de evitar la excesiva erosión de las estructuras debido al alto nivel de salinización, deben de estar correctamente posicionadas para evitar las inundaciones por penetración del mar las cuales dejarán de ser casuales para convertirse en cotidianas, debe de convertirse la utopía de viviendas 100 por ciento ecológicas en una realidad palpable y debe, por sobre todo, dar protección a sus moradores.

Los anteriores son la razón de cientos de investigaciones y estudios que se realizan a cada momento en el mundo y en Cuba pues la realidad dice que son los retos a los que se enfrentan las construcciones.

Conclusiones parciales

- Las zonas costeras constituyen un complejo grupo de ecosistemas formados por humedales, playas, arrecifes marinos y pastizales, por lo que su mirada y entendimiento no debe ser aislado, sino, de forma íntegra, viéndolo como un todo unido e interrelacionado.
- La vulnerabilidad de estos ecosistemas costeros aumenta con el deterioro ambiental, dígase, aumento del nivel medio del mar, aumento de los niveles de salinización, aumento de los vientos, aumento de la intensidad y frecuencia de los fenómenos meteorológicos, aperiodicidad de las mareas durante el día, etc.
- En Cuba el aumento de la velocidad de las corrientes marinas, causa directa del aumento del nivel medio del mar, provocará la permanente inundación de áreas vulnerables especialmente plataformas bajas, dañando a más de 75 asentamientos poblacionales.
- Es necesidad imperiosa de la ingeniería civil desarrollar estrategias y concepciones constructivas capaces de frenar las vulnerabilidades existentes en el patrimonio construido y el que está por edificarse.

CAPÍTULO 2: ALCANCE ESPACIAL Y FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

En este capítulo se define el alcance espacial de la investigación, se presenta un diagnóstico de las condiciones de las viviendas en Cuba y particularmente en Matanzas, y se detalla la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, incluyendo la descripción de los principales métodos y técnicas empleadas.

2.1: ALCANCE Y JUSTIFICACIÓN ESPACIAL DE LA INVESTIGACIÓN.

El alcance espacial de la presente investigación se enfoca hacia toda zona costera del territorio nacional, pero con énfasis en el tipo de costa de terraza baja, entiéndase por ello, “la constituida por rocas carbonatadas, incluyendo el camellón de materiales sueltos tales como cantos, guijarros, gravas y arenas formado durante los temporales, y regularmente cubierto de vegetación. Su límite se establece en el borde extremo hacia tierra del camellón” (estado, 1997).

De acuerdo con ello, y para lograr desarrollar con éxito los objetivos propuestos, la investigación toma como caso de estudio a la terraza rocosa que bordea la costa noroccidental de la provincia de Matanzas, entre la termoeléctrica Antonio Guiteras y Punta Ruvalcaba, siendo sus límites al norte el mar adyacente, al sur la termoeléctrica Antonio Guiteras, al este la bahía de Matanzas y al oeste la carretera Vía Blanca, y de manera particular se estudia el grupo viviendas emplazadas en este tramo del litoral.

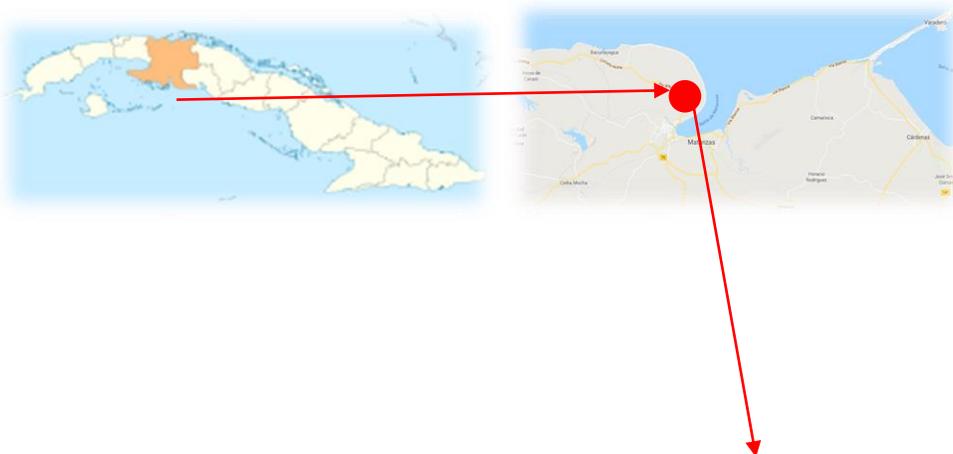




Imagen 1: Microlocalización de la zona de estudio. Fuente: Elaborado por el autor.

En este tramo costero existen un conjunto de viviendas las cuales han sido afectadas por múltiples eventos climáticos, entre los cuales el más reciente y destacado es el huracán Irma. El mismo afectó fuertemente la zona poniendo al descubierto los principales problemas e irregularidades concernientes a la ubicación de los inmuebles, sus cimentaciones, tipos de cubiertas y materiales utilizados, evidencia de la necesidad de crear un grupo de lineamientos que sean capaces de regular la forma de construcción de las nuevas viviendas, y de esta forma lograr la reducción de las vulnerabilidades existentes.

2.2: SECUENCIA METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.

Para la elaboración de una correcta de la metodología a utilizar en la investigación se realizó una amplia y exhaustiva búsqueda de numerosas bibliografías de carácter nacional e internacional para determinar la más adecuada y exacta en de investigaciones previas de carácter similar.

Para la elaboración de la secuencia metodológica se tomó como referencia la utilizada por Erick Almeida Guerra en su Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniería Civil en el año 2016, aunque fue necesario introducir cambios en correspondencia con los objetivos y tareas de la presente investigación.

Se hace necesario señalar que también fueron revisadas otras investigaciones que fueron de gran ayuda para la confección de nuestra secuencia, como la de Eddy D. Barroso Molina en su Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniería Civil en el año 2017.

Además, se consultó el capítulo metodológico de la MSc. Marisel Pasarón Alfonso en su tesis en opción al título de Máster en Gestión y Control Ambiental en el año 2016, en lo referente a la conformación de grupos focales y la utilización de otras técnicas.

En el esquema que sigue, elaborado por el autor, se muestra el orden lógico de la investigación, el cual está definido por fases y las actividades por las cuales transcurrió la misma.

Fase 1: organización y precisión de los fundamentos teóricos y metodológicos de la investigación

- Definición de problema-hipótesis-objetivos de la investigación
- Revisión bibliográfica y establecimiento de los fundamentos
- Determinación de la secuencia metodológica y de los métodos y técnicas de la investigación.

Fase 2: Caracterización y diagnóstico de la situación actual.

- Breve caracterización de la zona costera objeto de la investigación
- Diagnóstico de la situación actual en cuanto a las concepciones constructivas y vulnerabilidad del fondo habitacional en la zona costera objeto de la investigación

Fase 3: Presentación de los resultados y propuestas de la investigación

- Propuesta de lineamientos constructivos generales y para el diseño de viviendas sostenibles.

2.2.1: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

A continuación, se detallará lo realizado en cada una de las etapas de la investigación antes mencionadas.

Fase 1: Organización y precisión de los fundamentos teóricos y metodológicos de la investigación.

En esta fase se realiza una organización preliminar de la investigación además de una recopilación y revisión de documentos relacionados con la presente investigación. También se realizó una búsqueda de estudios relacionados con la zona de trabajo, así como imágenes satelitales y mapas que permitieran el diseño detallado y el establecimiento de los fundamentos teóricos – conceptuales de la investigación.

Se realizó una revisión bibliográfica de las zonas costeras, la erosión, los impactos del cambio climático en estas a nivel mundial y en el caso particular cubano. Fue necesario la recopilación de los datos de cota de inundación, vientos predominantes, factor de mojado y tipo de roca existente.

Se realizó una profunda investigación en las normativas existentes en el país actualmente para la construcción de cualquier tipo de estructuras en las zonas costeras, detectándose la no existencia de lineamientos constructivos en zonas costeras de terrazas bajas en documentos oficiales enfocados en la ingeniería civil, lo que conlleva a la utilización para la presente investigación del *Coastal Construction Manual* del 2011 fundamentalmente junto a la permanente consulta de las Normas Cubanas vigentes.

Se profundizó en la irrefutable importancia de lineamientos constructivos para zonas costeras que sirvan de guía para la construcción de viviendas en estas zonas haciéndolas menos vulnerables ante desastres naturales.

Además, esta fase, se realiza una revisión más profunda de la bibliografía recopilada en la anterior con el fin de lograr consolidar las bases para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación.

Se definió el hilo conductor de la investigación la cual está conformada por cuatro fases, bien descritas al igual que las técnicas empleadas en el esquema 1. En esta etapa se hace

uso de imágenes satelitales y mapas con el fin de lograr definir correctamente el alcance espacial de la investigación.

En esta fase se realiza la selección de los métodos científicos empleados, sean los teóricos (Histórico-lógico, análisis-síntesis, inducción-deducción) y lo empíricos (Estudio documental, interpretación de planos e imágenes, observación directa y levantamiento de campo y la entrevista).

Fase 2: Caracterización y diagnóstico de la situación actual.

En esta fase se realizó el diagnóstico general del caso de estudio aplicando la metodología explicada en la fase 1, de igual forma se hizo uso de todos los métodos científicos, tanto empírico como teóricos, siendo de alto valor para lograr entender las interacciones entre el mar y la costa, la interpretación de las imágenes satelitales.

Además, se realizó un análisis de los factores determinantes para el desarrollo de lineamientos, entiéndase, los que influyen directamente sobre los elementos de la estructura como cimentaciones, pisos, muros y columnas, vigas, cerramientos y cubiertas, y solución de impermeabilización.

Para el desarrollo de lineamientos constructivos en la **cimentación** se utilizó como fuente fundamental la propuesta de Norma Cubana (NC) para el diseño geotécnico de cimentaciones superficiales del 2004, haciéndose estricto uso de las recomendaciones en correspondencia con el caso de estudio, además, de la información recopilada en la fase 1.

Es necesario la consulta de propuestas de diferentes autores para poder adaptar esas soluciones al caso de estudio y evaluar su viabilidad en la situación del estudio.

Se hace imprescindible el conocimiento del tipo de suelo existente, así como su resistencia, datos que fueron suministrados por el Instituto de Planificación Física (IPF) de Matanzas.

Para los **muros y columnas** se empleó de forma constante la NC 207:2003 Requisitos generales para el diseño y construcción de estructuras de hormigón, la NC ISO 15630-1:

2012, Aceros para el armado y el pretensado del hormigón - métodos de ensayo – parte 1: barras, alambres y alambrón para hormigón armado.

Estas normas tienen como objetivos establece los requisitos generales para el diseño y construcción de estructuras de las edificaciones y obras civiles de hormigón.

Abarca también aspectos de ejecución, ya sea para edificaciones como para obras civiles. Es aplicable a todas las construcciones de hormigón con áridos normales (no ligeros) que llevan, bien solas, bien asociadas, armaduras ordinarias que son las armaduras habituales del hormigón armado y armaduras de pretensado puestas en tracción para crear fuerzas de pretensado.

Aunque las fuerzas de pretensado pueden crearse por diferentes medios, la presente norma se aplica solamente para los casos en que estas fuerzas se creen mediante armaduras puestas en tracción. La norma se ha estudiado de forma que se mantenga una continuidad entre el hormigón íntegramente pretensado y el hormigón reforzado con armadura ordinaria. Esta norma no es aplicable ni a los elementos de hormigón celular ni a los elaborados con áridos ligeros, ni a los elementos de hormigón que deban estar expuestos permanentemente a temperaturas superiores a 500C, o durante cortos períodos a temperaturas superiores a 700C, ni a los elementos provistos de armaduras rígidas (perfiles laminados).

Para las **vigas y cerramientos** se hizo uso de las normas cubanas antes mencionadas pues al igual que los muros y columnas son estructuras de hormigón, agregándose en este caso, la consulta de Manuales Ramsar, manejo de las zonas costeras, en su cuarta edición del 2010.

Además de la NC 53-94:1983: Cálculo de estructuras de acero; la cual permite establecer los métodos de diseño aplicables a estructuras de acero, garantizando un grado de seguridad homogéneo para todos los componentes estructurales de las estructuras de acero sometidos a distintos tipos de estados tensionales. Se puede aplicar a las construcciones de acero en las cuales el cálculo envolverá cuestiones específicas (oscilaciones, resonancia, y otras) en los cuales servirá de base de cálculo completándose con las especificaciones e instrucciones relativas a dichas estructuras, contenidas en los documentos respectivos.

El uso de la propuesta Norma Cubana: estructuras de madera aserrada y laminada encolada. Métodos de cálculo, del 2002 fue necesaria su consulta pue la misma brinda los criterios de diseño para estructuras de madera aserrada, madera laminada encolada, paneles estructurales, postes, pilotes y otros componentes estructurales de madera y sus conexiones. Esta se aplicará en el diseño de edificios y estructuras semejantes. Si en cualquier Cláusula de esta norma se hace referencia a los Apéndices de la misma, estos deberán ser también de estricto cumplimiento.

La obtención de las expresiones de los esfuerzos de diseño, así como los valores de resistencia, quedan fuera del alcance de esta normativa. Los esfuerzos y resistencias de diseño establecidos para el uso de esta norma deberán ser determinados de acuerdo con la Norma ASTM D5457-93.

La cubierta, en este momento del estudio no se conocía la solución idónea, fue utilizada la NC 53-12: 1979: Estructuras de hormigón. Losas de hormigón apoyadas en sus cuatro bordes y con armaduras en sus dos direcciones. Métodos de cálculos. La misma establece las especificaciones y formulario necesarios para el proyecto, entiéndase cálculo y diseño, y la comprobación de losas rectangulares apoyadas en sus cuatro bordes y con aceros de refuerzo en dos direcciones. Se aplicará a losas macizas sometidas a cargas uniformemente distribuidas, proyectadas con hormigón clase cuatro.

Es importante aclarar que durante todo el proceso investigativo se hizo necesario el cumplimiento de un grupo de Normas Cubanas con el fin de lograr adaptar las propuestas foráneas a nuestro país, siendo estas las presentadas a continuación:

NC 641: 2008, Edificaciones – viviendas sociales urbanas – requisitos funcionales y de habitabilidad. Esta Norma Cubana establece los requisitos funcionales y de habitabilidad para la vivienda social gestionada y financiada por el Estado en Cuba. Es aplicable a las viviendas de nueva construcción; para la cual se ofrecen áreas de espacios interiores encomendables y en el caso de remodelación y ampliación en edificaciones existentes, donde no pueda cumplirse con las áreas recomendables se ofrecen dimensiones y áreas mínimas para los espacios interiores. La misma es complementaria con la Norma Cubana.

NC 440: 2006 “Edificaciones-Vivienda Social Urbana-Área Útil Máxima” que establece los parámetros de área útil máxima para la vivienda social urbana, gestionada y financiada por el Estado en Cuba y está en correspondencia con la Resolución 390 / 1997 del Instituto Nacional de la Vivienda donde se establecen los requerimientos para considerar una vivienda terminada. La Norma Cubana de “Requisitos Mínimos de Habitabilidad” para la Vivienda Social Urbana existe en Cuba desde el año 1991, como complemento de la norma de “Área Útil Máxima”.

Ambas normas van dirigidas a regular los requerimientos fundamentales que deben satisfacer las viviendas gestionadas y financiadas por el estado cubano. El área útil máxima se regula de forma independiente, ya que su contenido puede ser variado con mayor frecuencia, en dependencia de las condiciones económicas del país. Sin embargo, los requisitos funcionales y de habitabilidad son menos variables, ya que establecen las condiciones que esas viviendas deben cumplir para no afectar la integridad física de las personas que las habitan y en las condiciones de Cuba, donde el estado sigue siendo responsable de la gestión de la vivienda, que es un bien social y no una mercancía, estas normas resultan imprescindibles.

No obstante, se ha hecho necesario revisar y modificar las normas elaboradas 15 años atrás, aprovechando la experiencia acumulada en su aplicación y los nuevos resultados de investigación, con vistas a convertirlas en una herramienta más útil en manos de los proyectistas, en aras de garantizar proyectos de mayor calidad. En este sentido, la nueva propuesta elimina contradicciones internas de la norma anterior y con otras regulaciones de vivienda vigentes, profundiza en los requerimientos de la solución volumétrica y espacial, así como de la solución ambiental (incluyendo recomendaciones para el diseño de las ventanas).

Se establecen relaciones entre la vivienda y el contexto, sobre la solución volumétrica para lograr un buen aprovechamiento del suelo con adecuadas condiciones ambientales interiores. En cuanto a la solución espacial se amplían las recomendaciones con respecto a las dimensiones, las proporciones de los espacios interiores con relación a los exteriores y se agregan recomendaciones con relación a las dimensiones y ubicación de las ventanas.

NC 450:2006, Edificaciones – factores de carga o ponderación – combinaciones. La presente Norma Cubana es complementaria con la Norma Cubana NC 440: 2006 “Edificaciones-Vivienda Social Urbana-Área Útil Máxima” que establece los parámetros de área útil máxima para la vivienda social urbana, gestionada y financiada por el Estado en Cuba y está en correspondencia con la Resolución 390 / 1997 del Instituto Nacional de la Vivienda donde se establecen los requerimientos para considerar una vivienda terminada.

La Norma Cubana de “Requisitos Mínimos de Habitabilidad” para la Vivienda Social Urbana existe en Cuba desde el año 1991, como complemento de la norma de “Área Útil Máxima”. Ambas normas van dirigidas a regular los requerimientos fundamentales que deben satisfacer las viviendas gestionadas y financiadas por el estado cubano. El área útil máxima se regula de forma independiente, ya que su contenido puede ser variado con mayor frecuencia, en dependencia de las condiciones económicas del país.

Sin embargo, los requisitos funcionales y de habitabilidad son menos variables, ya que establecen las condiciones que esas viviendas deben cumplir para no afectar la integridad física de las personas que las habitan y en las condiciones de Cuba, donde el estado sigue siendo responsable de la gestión de la vivienda, que es un bien social y no una mercancía, estas normas resultan imprescindibles. No obstante, se ha hecho necesario revisar y modificar las normas elaboradas 15 años atrás, aprovechando la experiencia acumulada en su aplicación y los nuevos resultados de investigación, con vistas a convertirlas en una herramienta más útil en manos de los proyectistas, en aras de garantizar proyectos de mayor calidad.

En este sentido, la nueva propuesta elimina contradicciones internas de la norma anterior y con otras regulaciones de vivienda vigentes, profundiza en los requerimientos de la solución volumétrica y espacial, así como de la solución ambiental (incluyendo recomendaciones para el diseño de las ventanas). Se establecen relaciones entre la vivienda y el contexto, sobre la solución volumétrica para lograr un buen aprovechamiento del suelo con adecuadas condiciones ambientales interiores.

En cuanto a la solución espacial se amplían las recomendaciones con respecto a las dimensiones, las proporciones de los espacios interiores con relación a los exteriores y se agregan recomendaciones con relación a las dimensiones y ubicación de las ventanas.

También, es necesario el uso constante del **Manual de Construcciones Sostenibles**,(Arq. Antonio Baño, noviembre, 2005), el cual sugieren sistemas constructivos, materiales y equipos más adecuados ambiental o energéticamente. Eso puede originar que otros materiales o sistemas dejen de utilizarse o pierdan cuota de mercado, lo que podría suponer dificultades para algunos fabricantes y empresas que los producen. En cualquier caso, los cambios y reorientaciones en el sector deberían ser progresivos, de manera que permitieran una adaptación de estos fabricantes y empresas sin verse así resentido el empleo y las poblaciones, sobre todo las de menor tamaño, en las que se encuentran localizadas estas industrias.

Además, los datos que arrojaron las entrevistas informales a habitantes de la zona con más de 30 años de permanencia en el lugar, momento en el que se tomaron un paquete de fotografías útiles para lograr un correcto diagnóstico de las viviendas emplazadas en el mismo, resultados luego discutidos por el grupo focal mediante una entrevista realizada a sus miembros, arrojando un grupo de recomendaciones vitales para la creación de los requisitos constructivos.

Fase 3: Presentación de los resultados y propuestas de la investigación.

En esta última fase se realiza un análisis de los resultados de las fases anteriores, tanto en el diagnóstico de la situación actual del tema como del análisis de las normativas vigentes que permiten la adaptabilidad de soluciones mundiales en Cuba. Se parte de bloque de referencias para el diagnóstico de la zona de estudio y para la creación de lineamientos constructivos, los cuales fueron seleccionados luego de la unión de criterios entre las normas vigentes en el país, la visita al lugar de trabajo y entrevistas informales con los moradores de la zona, y, por último, el debate y consulta con el grupo focal de la investigación.

Para cumplir los objetivos de esta fase fue necesario el ajuste a la situación cubana de múltiples soluciones que dan autores foráneos, algunas de estas soluciones se presentan a continuación con el fin de que el lector logre la comprensión de la variedad de soluciones y su complejidad. Es por ello, que se sintetizan a continuación algunos lineamientos generales, los cuales sirvieron también como punto de partida para el análisis detallado de los lineamientos concretos de la presente investigación.

Diseño y construcción.

Al igual que en la construcción eficiente en materia energética, muchas de las técnicas de diseño y construcción para resistir a los desastres se someten a prueba. Por ejemplo, diseñar casas sobre plataformas o pilotes protegerá a los habitantes, sus pertenencias y principales espacios de vivienda de potenciales riesgos. La utilización de cemento o algún sistema de fortalecimiento estructural similar para los pisos inferiores hará que la vivienda sea resistente a los vientos huracanados. Los materiales duraderos y resilientes al agua también resistirán a los daños que produzcan las inundaciones (Banco Mundial, 2011) y, de manera similar a las tecnologías eficientes en materia energética descritas anteriormente, si bien estas técnicas de diseño y construcción son con frecuencias más caras inicialmente, a largo plazo implican un ahorro al reducir los daños y los costos de reparación generados por tormentas y desastres.

Aumentar la flexibilidad de los sistemas estructurales, mecánicos, de electricidad, agua y ventilación de las viviendas permitirá soportar mayores cargas en el futuro. A modo de ejemplo, a largo plazo puede ser necesario garantizar que los sistemas de electricidad puedan soportar un mayor volumen y una demanda de aire acondicionado más regular. Del mismo modo, construir las conexiones necesarias para instalar sistemas de recogida de agua de lluvia en el futuro puede evitar las demandas energéticas adicionales que pueden requerir los sistemas de saneamiento tradicionales. A pesar de no ser tan crucial como otras estrategias de resiliencia, contar con un diseño flexible constituye una adaptación directa a los impactos del cambio climático.(Colectivo de autores, septiembre, 2013)

Materiales.

El análisis de las variables anteriores en todo el ciclo de vida del material nos puede determinar una serie de pautas a seguir para seleccionar los materiales más sostenibles. Son los materiales que:

- procedan de fuentes renovables y abundantes;
- no contaminen;
- consumen poca energía en su ciclo de vida;
- sean duraderos;
- puedan estandarizarse;
- sean fácilmente valorizables;
- procedan de producción justa;
- tengan valor cultural en su entorno;
- tengan bajo coste económico.

(Arq. Antonio Baño, noviembre, 2005)

La selección de materiales de bajo nivel de energía cautiva es crucial para garantizar que en todo el ciclo de construcción se reduzca el consumo de energía. Para los países de América Latina y el Caribe, esta estrategia es particularmente difícil dada la utilización tradicional de construcciones de concreto.

Aumentar el uso de sustitutos del cemento tradicional y de alternativas para la producción e instalación tradicionales de cemento (como concreto aislado, concreto de cenizas volátiles, concreto celular de autoclave y sustitutos de agregados de concreto) sería el cambio más eficaz y completo en cuanto a la especificación de los materiales. No obstante, las técnicas de construcción nativas tales como la utilización de componentes y mezclas estructurales de tierra renovables (como el adobe, ladrillos de suelo y cemento y desechos agrícolas) pueden ser una opción viable y económica que reduzca el impacto ambiental de forma significativa. (Colectivo de autores, septiembre, 2013)

Sistemas constructivos.

En primer lugar, sería recomendable la estandarización e industrialización de los elementos y procesos constructivos, ya que mejoran la calidad de los productos, optimizan los gastos de producción y podrían posibilitar su reutilización al final de la vida útil del edificio al que pertenecen.

Para ello, y consecuentemente, deben primarse los sistemas de montaje en seco, ya que facilita el desmontaje de componentes y su posterior inserción en otras construcciones. Al mismo tiempo, las labores de acoplamiento de las distintas partes generan menos residuos y un menor coste global que los sistemas de unión de tipo húmedo.

En cualquier caso, si éste fuera el sistema elegido, será preciso atender a la homogeneización de los materiales constituyentes, en orden a su posterior valorización como residuo. Sobre la elección de uno u otro sistema, no existen criterios claros, aunque la vida útil y la durabilidad, podrían ser dos de ellos (existen construcciones centenarias en buenas condiciones de uso).

Los costes ambientales serán aún menores si utilizamos elementos de fácil manejo y transportabilidad, y cuyo mantenimiento no requiera de operaciones de envergadura, ya sea por su buena calidad, lo que incidirá de manera decidida en su durabilidad ya sea por su accesibilidad, lo que permitirá revisiones periódicas de control y con ello la prevención de deterioros de consideración y reparaciones cuantiosas. Se reducirá consecuentemente la producción de residuos de construcción y demolición, factor determinante en cualquier fase de obra, con la obligación añadida de gestionar adecuadamente los residuos generados.

No podemos olvidar que, en el plano estructural, un dimensionado estricto de secciones minimiza el aporte de material y de elementos auxiliares. La flexibilidad de uso de los espacios de modo que puedan albergar ocupaciones diferentes a lo largo de la vida útil de un inmueble, debe de ser refrendada por las técnicas y sistemas constructivos utilizados y contribuir a la posibilidad de modificaciones en las estancias, sin que ello suponga alteraciones de consideración en el esquema estructural original.

En cuanto a las instalaciones, si se proyectaran registrables y de fácil acceso, permitirían optimizar las labores de mantenimiento, reparación y desmontaje selectivo, posibilitando

incluso la recuperación de conductos, líneas, mecanismos y aparatos, etc., para su ulterior reutilización o reciclado. La toma en consideración de todas estas cuestiones desde la etapa de diseño del inmueble contribuye a la racionalización de la construcción y a la minimización de los costes energéticos y medioambientales.(Arq. Antonio Baño, noviembre, 2005)

Cimentación, muros.

Es imprescindible igualmente resaltar el considerable volumen de suelo excedente que producen las excavaciones, ya que en ocasiones pueden revertir en la propia obra si se organizan ritmos de obra y espacios de almacenamiento adecuados.

Las estructuras portantes sobre rasante no tienen, en principio, esa relación inmediata con el terreno; dependen básicamente de la catalogación ambiental del material de que están formadas y sobre todo de dos consideraciones: la incorporación o no de los sistemas de unión en seco y la utilización de elementos con el mayor grado de prefabricación posible.

Además es imprescindible, como en tantos otros casos, la coordinación con las estrategias pasivas de acondicionamiento, ya que en el caso de necesitar la contribución de la inercia térmica podemos acudir, como modelo más extendido, a sistemas estandarizados completos de losas alveolares, de los que se obtienen buenos rendimientos y mejores prestaciones, se ha efectuado requiere de la implantación de inercia térmica en el interior de nuestro hábitat, de modo que la energía solar incidente traspase los vidrios, se aloje en el muro, guarde el calor y luego lo devuelva, debemos preparar al muro para que esto sea posible.

Por otro lado, si el edificio tiene un carácter eminentemente residencial, se obtendrá un beneficio importante en cuanto a la estabilidad térmica del ambiente interior. Si observamos la construcción convencional actual (un cerramiento «normal» está constituido, desde el exterior al interior, por medio pie (11,5 cm) de fábrica de ladrillo cerámico, aislamiento térmico y/o cámara de aire, y una hoja interior de tabique o tabicón de ladrillo hueco que sirven de soporte a los guarnecidos de yeso), el aislamiento térmico divide el muro en dos partes que sitúan la mayor masa, y por tanto la mayor capacidad de

almacenaje térmico, al exterior, lo que no permite aprovechar sus prestaciones; la hoja colocada al interior tiene muy escasa capacidad de almacenar energía.

Para lograr los objetivos sería preciso darle la vuelta a esta disposición, dejando que los elementos que tengan mayor masa térmica se conviertan en la hoja interior, en contacto directo con el ambiente a acondicionar, y el aislamiento térmico se sitúe sobre el haz exterior de esta hoja, impidiendo la transmisión energética. Lo que constructivamente suceda de aquí hacia fuera, puede depender de muchos factores, entre otros de la configuración estética del edificio.

Es el fundamento de las fachadas ventiladas donde toda la masa se concentra hacia el interior, el aislante térmico resguarda y protege la posibilidad de perder la energía almacenada por el muro, y la hoja exterior, confeccionada con fábrica cerámica, pétreo, madera, metal o vidrio, sirve de cierre a este sistema.

Esta disposición permite optimizar otro de los recursos a tener en cuenta, sobre todo en construcciones de poca altura: el doble papel que pueden ejercer los cerramientos del volumen habitable y esqueleto (estructura portante).

Se ha hablado de la posibilidad de darle la vuelta a la habitual configuración del muro y así explotar térmicamente toda la masa que vuelca al interior. Pero pudiera acontecer que la masa térmica fuera perjudicial a nuestros intereses.

Si se dispone de un sistema de captación solar directa, el tiempo requerido para la restitución energética puede ser de varias horas, con lo que contamos con sistemas de apoyo convencionales o disponemos sistemas de aportes rápidos encaminados sobre todo al calentamiento del aire. Para ello recurrimos a los sistemas de trasdosados de paneles que preservan la posibilidad de que el muro incorpore la más mínima cantidad de energía calorífica. Puede ser el caso de usos en el sector terciario, donde necesitamos de aportes rápidos en horarios determinados, espacios que no necesitan ser calefactados durante el resto de la jornada.

Esta situación, donde como veremos es muy posible la existencia de suelos técnicos y falsos techos –baja inercia térmica–, puede requerir la confección de fachadas con paneles ligeros que son coherentes con la distribución general de inercia en el edificio en cuestión.

La utilización de elementos modulares prefabricados pesados en fachadas o forjados puede responder a patrones de comportamiento que hayan sido diseñados al efecto y que requieren de tiempos de respuesta medidos y previstos en fase de proyecto.

Cubiertas.

La cubierta, considerada por el movimiento moderno como la quinta fachada, representa opciones similares en cuanto a la correspondencia entre las estrategias pasivas de captación energética y las diversas disposiciones constructivas admitidas por la práctica habitual. Una azotea convencional está formada por un soporte estructural (el forjado) y una serie de capas contiguas en contacto, que pretenden impedir el paso al agua de lluvia y procurar que la transferencia energética en su seno sea la menor posible.

Reconocida la eficacia ante la primera función, siempre que la ejecución haya sido correcta, existen serias dudas sobre la segunda, máxime si tenemos en cuenta que durante la época estival el paramento que mayor radiación solar recibe es precisamente la cubierta. Algunas soluciones adoptadas agravan aún más la situación, al disponer pavimentos cerámicos o pétreos de colores oscuros, o lastrar con gravas protectoras si la cubierta plana no es transitable.

La acumulación de calor en materiales muy propicios para ello potenciaría la transferencia calorífica al interior incrementando los aportes energéticos necesarios para la refrigeración del ambiente. Otro tanto sucede con las cubiertas inclinadas convencionales que protegen espacios habitables.

Para mitigar estos efectos, la construcción convencional ya ha ensayado sistemas que han sido contrastados por la experiencia y que arrojan buenos resultados. Es solución muy extendida, allí donde la pluviosidad puede requerir la presencia de una cubierta inclinada, la conformación del tablero de cubierta sobre tabiques palomeros (o cualquier otro recurso

constructivo) que dejan una cámara de aire ventilada, convirtiéndose en la única solución realmente eficaz ante los excesivos aportes solares del período veraniego.

Solución similar representa la azotea denominada a la catalana, para climas cálidos, donde las consecuencias del excesivo soleamiento de verano son más acusadas que las derivadas de las pérdidas caloríficas originadas durante el invierno. También en esta ocasión, el sistema despliega una cámara de aire ventilada entre el forjado que sirve de techo al habitáculo inferior y la superficie transitable exterior encargada de asegurar la estanqueidad de la construcción. Son ejemplos de cómo los sistemas constructivos deben acomodarse a la climatología imperante, rechazando de plano la construcción global válida para cualquier región y situación.

Sin embargo, en ambos casos hemos podido comprobar cómo el desconocimiento de estos aspectos ha inutilizado su correcto funcionamiento; al permitir, por ejemplo, la habitabilidad de los espacios bajo cubierta y no arbitrar sistemas compensatorios, se potencian los efectos nocivos para el confort por sobrecalentamiento. También hemos presenciado que el desconocimiento del papel regulador que efectúa la cámara ventilada en las azoteas catalanas, ha provocado la obturación de los huecos de ventilación o directamente la demolición de «ese espacio sobrante» que tanto ocupa y del que parece que en principio nos podemos servir, sin perjuicio alguno.

Si analizamos una cubierta inclinada, ésta puede estar constituida por un soporte, ligero o pesado, un aislamiento térmico fijado mecánicamente, un impermeabilizante que bien pudiera ser una placa ondulada –cuya fijación es igualmente mecánica– y una capa de terminación compuesta de tejas sobre rastreles. Si repasamos lo anteriormente expuesto, la secuencia propuesta puede ser invertida sin muchos problemas y sin originar residuos de consideración, permitiendo la reutilización de casi todos sus componentes y por ende su mantenimiento.

El análisis es muy similar si tomamos una cubierta plana invertida o una cubierta plana de tipo flotante. La secuencia constructiva nos deja una serie de elementos que se colocan unos encima de otros y que tan sólo requieren ocasionalmente el concurso de fijaciones

mecánicas. En el caso de la cubierta invertida compacta que se propone, se coloca un fieltro sobre el forjado que sirve de soporte, posteriormente una lámina impermeable y a continuación una losa de hormigón poroso que lleva incorporado el aislamiento térmico. El mantenimiento de sumideros y conductos de evacuación de pluviales se convierte en algo instantáneo y sencillo, así como su demolición.

Con la cubierta denominada flotante ocurre algo similar, ya que su capa exterior, la que permite deambular por ella, está conformada por un pavimento sobre elevado resuelto con baldosas que se depositan sobre soportes que pueden ser articulados, graduables, de plástico o de hormigón. Las prestaciones que de esta solución se pueden obtener, pueden ser fácilmente deducidas por el lector. Yuxtaposición de elementos en cubierta plana existe desde hace tiempo una nueva generación de cubiertas de tipo ecológico o cubiertas ajardinadas extensivas, donde la capa exterior de cobertura la ocupa un sustrato de pequeño espesor que alberga especies vegetales de poco o nulo mantenimiento, en contraposición con la cubierta ajardinada habitual, intensiva, de ventajas similares, pero donde los continuos aportes de agua y nutrientes, las colocan en dudosa posición en el marco de la sostenibilidad. Son soluciones ensayadas por la arquitectura vernácula, aunque adaptadas al entorno tecnológico actual.

Con estas premisas, se han desarrollado buen número de tipologías que van desde la cubierta drenante hasta la cubierta aljibe, y donde recipientes o materiales de diversa índole recogen el agua de lluvia, almacenándola hasta que la vegetación la requiera. (Arq. Antonio Baño, noviembre, 2005)

2.3: MÉTODOS CIENTÍFICOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.

2.3.1: MÉTODOS TEÓRICOS.

Histórico-lógico.

Se expone al realizar un análisis de todo lo concerniente a las zonas y asentamientos costeros, los antecedentes de la ingeniería civil en la gestión de los mismos, así como el

orden lógico de la evolución de estos procesos tanto a nivel mundial como en Cuba, y específicamente, en la provincia de Matanzas, lo que referencia la lógica de la investigación.

Análisis-Síntesis.

Se analiza la bibliografía recopilada sobre el tema y se sintetizan los aspectos consultados, lo cual es necesario para lograr la concepción del marco teórico y el diagnóstico del caso de estudio.

Inducción-Deducción.

Es evidente en la introducción de aspectos que hacen posible ir de lo general a lo particular y a la deducción de elementos encontrados durante el proceso de investigación, vital para comprender la relación existente entre sus distintos elementos.

2.3.2: MÉTODOS EMPÍRICOS.

Estudio-Documental.

A través de este método se puede encontrar y consultar la bibliografía y otros materiales de posible utilidad para la investigación. Permite extraer y recopilar la información relevante para la justificación del problema planteado de la investigación y la definición del hilo conductor a seguir en lo adelante, asimismo permite definir los instrumentos y técnicas a emplear.

Interpretación de planos e imágenes.

Consiste en observar un hecho o caso determinado con el fin de tomar información y registrarla para su posterior análisis. En este caso resalta el empleo de la cámara fotográfica, grabadora de sonido, instrumentos de medición y otros que fueron necesarios para recolectar los datos de gran interés.

Observación directa y Levantamiento de campo:

Consiste en observar atentamente un hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. Es precisamente en esta técnica que los especialistas se apoyan para obtener el mayor número de datos (Guerra, 2016).

Grupo Focal de la investigación.

Fue un método fundamental para el desarrollo de la investigación, debido a que a partir de la creación de un grupo focal se logró una mayor objetividad de la investigación.

Este grupo focal estuvo formado por especialistas de diferentes instituciones con un alto grado de conocimiento y experiencia en el tema que están involucrados en el asunto de la investigación.

Nombre y Apellido	Cargo	Especialidad
Beatriz Martínez	Profesora UM	Ing. Civil
Carlos Rodríguez	Profesor UM	Ing. Civil
Darién Leyva	Ingeniero de la oficina del conservador de la ciudad de Matanzas	Ing. Civil
Javier García	Profesor UM	Ing. Civil
Alejandro Hernández	Jefe del departamento de Ingeniería civil en UM	Ing. Civil
Orlando Santos	Profesor UM	Ing. Civil
Ángel Alfonso	Director Unidad Medio Ambiente-CITMA Matanzas	Geógrafo-Ambientalista

Alfredo Cabrera	Profesor UM	Geógrafo-Ambientalista
-----------------	-------------	------------------------

Tabla 1: Composición del grupo focal. Fuente: Elaborado por el autor

El rango de edad de la mayoría de las personas entrevistadas se encuentra entre 26 y 45 años los cuales cuentan con suficiente experiencia en el ramo. En conjunto, todos tienen nivel universitario y residen en diferentes municipios de la provincia

Entrevistas a especialistas y personas de la comunidad.

En una primera parte de la entrevista se toma los datos personales de los entrevistados para así conformar una base de datos o perfiles de las personas

En la segunda parte se pasa al cuerpo de la entrevista, donde se encuentran los aspectos a analizar y preguntar al entrevistado. Esta incorpora las distintas temáticas abordadas a lo largo de la investigación. Estas respuestas son luego catalogadas por el entrevistador para determinar criterios unánimes y contradicciones vistas a lo largo de la entrevista. Una vez catalogada se pasa su análisis, y elaborar los lineamientos y propuestas teniendo en cuenta los criterios aquí recopilados

Guía de entrevista semiestructurada para especialistas de ingeniería civil del territorio.

Objetivo: Conocer la opinión de dichos especialistas ante las posibles soluciones constructivas brindadas por el autor.

Aspectos organizativos:

Fecha: _____ Lugar: _____ Hora: _____

Entrevistado: _____ Entrevistador: _____

Preguntas a formular:

1. ¿Cómo considera el estado actual de las construcciones en zonas costeras?

2. ¿Con la creación de lineamientos constructivos que permitan la optimización de recursos y correcta colocación de los elementos se podría mejorar la situación actual a corto, mediano y largo plazo?
3. ¿Qué comentario le atribuye a las siguientes líneas de construcción?
 - a) Las edificaciones siempre deben estar ubicadas detrás del camellón de tormentas y 20 metros posterior a la misma
 - b) Debe existir una adecuada consulta con las entidades competentes
 - c) La cota de fondo de la estructura debe estar nunca menos de 0.55 m por encima del nivel de terreno
 - d) La cimentación debe ser aislada con un correcto diseño que permita la permanencia de la estructura en el tiempo
 - e) Se recomienda siempre hacer uso de los materiales disponibles en las zonas, prefiriéndose siempre para ello, materiales no metálicos, pero de usarse, permitir una correcta protección de los mismos por especialistas
 - f) La cubierta debe ser a dos aguas con una pendiente no menor del 15 %, preferiblemente cubierta ligera
 - g) Todas las uniones deben ser rígidas húmedas
4. ¿Qué lineamientos usted agregaría a la lista ya existente?
5. ¿Qué país del mundo, con variables meteorológicas similares, considera puntero en este ámbito?

Conclusiones parciales.

- Con la utilización de imágenes satelitales, entrevistas informales a pobladores y fotografías tomadas del asentamiento de la zona en estudio se definió el alcance espacial de la investigación y rasgos generales de dicha zona.
- Se conformó un esquema que revela el hilo conductor de la investigación, considerando tres fases fundamentales, así como sus tareas y métodos
- Se seleccionan los métodos para el correcto desarrollo de la investigación, tanto los empíricos como los teóricos, permitiendo una correlación de objetivos en el proceso investigativo

CAPÍTULO 3: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE LINEAMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

En este Capítulo se presentan los resultados de la investigación vistos en dos etapas fundamentales, una primera de caracterización y diagnóstico de la zona de estudio, y una segunda etapa de se proponen los lineamientos constructivos que se deben aplicar partiendo del análisis de los resultados obtenidos.

3.1: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

3.1.1: CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El conjunto de viviendas, en forma de pequeños caseríos, se localiza en la costa noroccidental del municipio Matanzas, en la provincia de igual nombre.

Se encuentran en la terraza rocosa que bordea la costa de la provincia de Matanzas, entre la termoeléctrica Antonio Guiteras y Punta Ruvalcaba, siendo sus límites al norte el mar adyacente, al sur la termoeléctrica Antonio Guiteras, al este la bahía de Matanzas y al oeste la carretera Vía Blanca, y de manera particular se estudia el grupo viviendas emplazadas en este tramo del litoral.

En cuanto a su forma se clasifica como apoyada a un saliente rocoso o terraza baja, como poblado costero se encuentra bajo la influencia directa del viento y el aerosol marino, dada la carencia de barreras naturales que lo resguarden.

Este tipo de llanuras costeras de carso desnudo, donde se encuentra la zona objeto de la presente investigación, se extienden casi continuamente a lo largo de gran parte de la costa norte de La Habana y Matanzas. Están representadas por una franja de unos 100 a 200 metros de ancho, y es aquí donde generalmente aflora un microrelieve de lapiés costero (diente de perro) que se desarrolla vigorosamente, sobre todo en una franja de unos 20 metros de ancho.

Esta llanura coincide con la primera terraza marina, con alturas promedios de 7 metros y está separada del mar por un acantilado abrasivo cuya altura oscila entre los 1 y 6 metros.

La presencia de cubetas de disuasión, pequeñas casimbas, grutas marinas, y bufaderos son otro de los rasgos característicos de la zona.

En cuanto al análisis de las variables climatológicas de la zona, se hace uso de los datos suministrados por Meteoblue la cual ha archivado datos del modelo meteorológico. En 2014 se comienza a calcular modelos meteorológicos con los datos históricos a partir de 1985 y se genera una continua historia global de 30 años con datos meteorológicos por hora. Los diagramas climáticos son el primero conjunto de datos de clima simulados hechos públicos en la Internet.

Los datos derivan del modelo meteorológico mundial NEMS aproximadamente 30 km de resolución y no pueden reproducir efectos meteorológicos locales en detalle, como las islas de calor, las corrientes de aire frío, tormentas o huracanes.

Para el caso de las lluvias se puede apreciar en el histograma a continuación que se definen dos épocas del año, una seca y una húmeda.

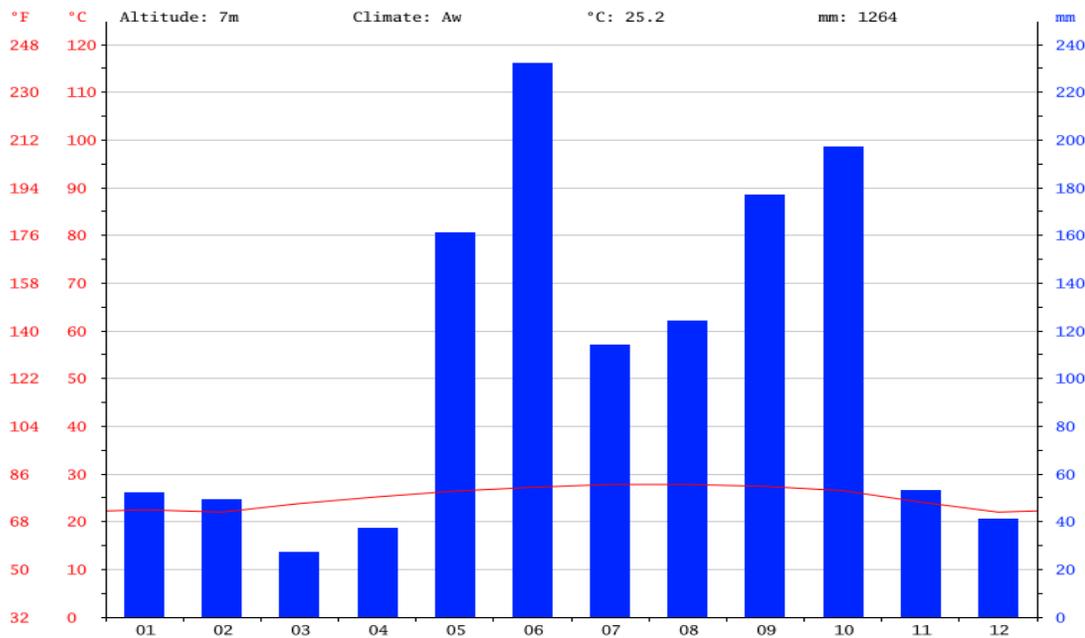


Gráfico 1: Histograma de lluvias en Matanzas. Fuente: Tomado de Meteoblue

Los vientos predominantes de la zona son del noreste con una velocidad promedio durante todo el año de 35 km/h, estas velocidades se ven afectada ante eventos climatológicas, dígase, huracanes y frentes fríos. Los vientos máximos de diseño son de hasta 150 km/h, que corresponden a un huracán categoría IV en la escala de Saffir – Simpson.

La temperatura de la zona está en correspondencia con la del resto de la provincia, la cual presenta una temperatura promedio de 28.5°C.

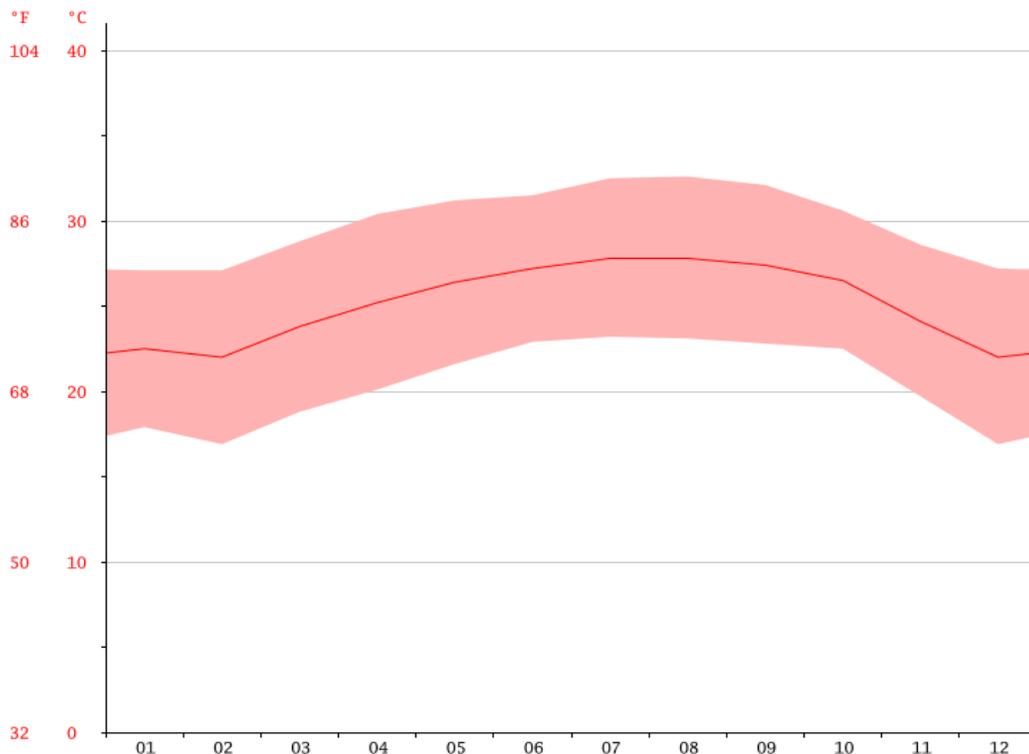


Gráfico 2: Gráfico de temperaturas en Matanzas. Fuente: Tomado de Meteoblue

En el caso de estudio, según Meteoblue, el 74.6% de los días del año son considerados con un 20 % o menos de nubes, por lo que se consideran días soleados.

Esta zona aporta importantes bienes y servicios, y al respecto cabe destacar que, aunque ha prevalecido una visión muy parcializada hacia los servicios culturales, estéticoescénicos y de recreación, también son dignos de resaltar los servicios de aprovisionamiento, de

soporte y de regulación, que a pesar de las modificaciones de la estructura y funcionamiento original todavía están presentes y justifican una mejor gestión, con verdadero enfoque ecosistémico.

Siguiendo el esquema incluido en el Decreto-Ley 212: Gestión de la zona costera, se puede representar este tipo de costa, como sigue a continuación.

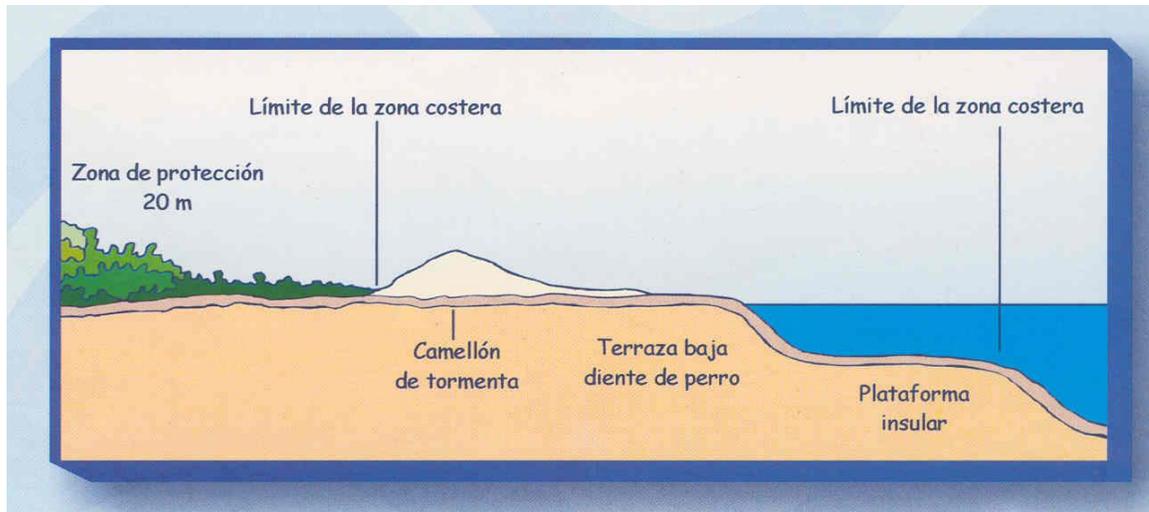


Imagen 2: Zona costera de terraza baja. Fuente: Tomado del Decreto-Ley 212

Sin embargo, durante el levantamiento de campo realizado se pudo apreciar que actualmente el área está contaminada con material de relleno, existe un tránsito de vehículos por la zona y un conjunto de construcciones duras cercanas a la línea de costa, lo cual contribuye a la aceleración de los procesos erosivos, y que de hecho es el origen de la presente investigación.

3.1.2: DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

Entre las acciones principales que aceleran los procesos erosivos y de degradación ambiental se encuentran la construcción de las viviendas, con estructuras de forma incoherente e indebida, sobre e incluso por delante del camellón de tormentas, lo cual de por sí mismo explica muchos de los problemas analizados en este caso de estudio, al quedar totalmente expuestas y vulnerables tales construcciones, lo que es un punto de partida del diagnóstico general.

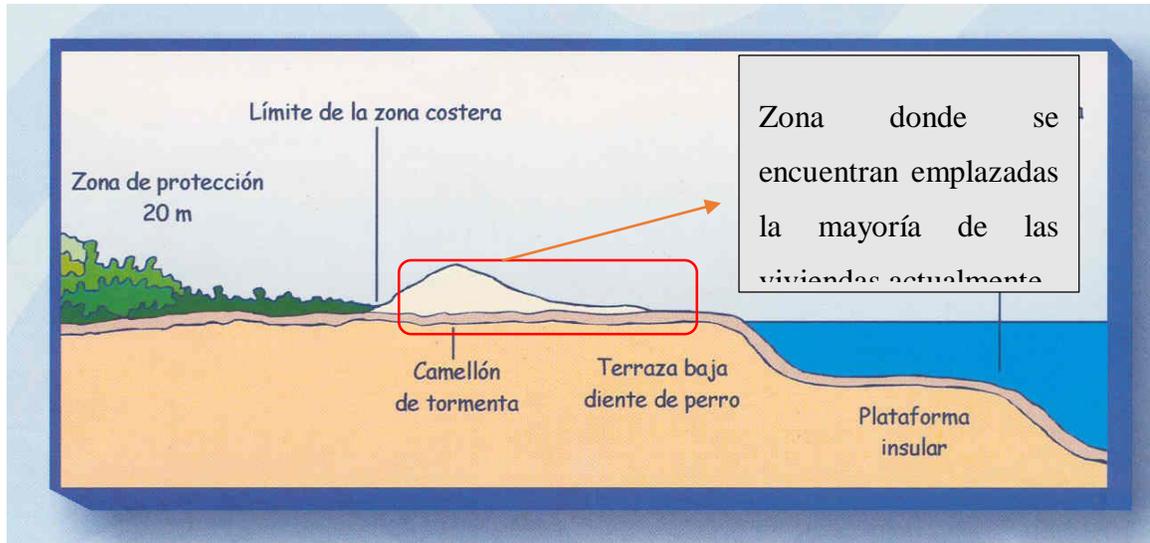


Imagen 3: Representación de la localización de la mayoría de las viviendas en la zona de estudio. Fuente: Elaborado por el autor

En la presente investigación se realiza un análisis de las infraestructuras existentes y se elaboró una tabla resumen donde se recogen las principales características que poseen las infraestructuras presentes actualmente en dicha zona.

En la zona existen viviendas aisladas en su mayoría, aunque se pueden apreciar dos grandes grupos, uno cercano y a continuación de la termoeléctrica Antonio Guiteras, y el otro, en el tramo hasta Punta Ruvalcaba.

En toda esta zona costera estudiada, el número de viviendas existentes no superan los 100 inmuebles edificadas, válido aclarar que en tiempos anteriores al paso del huracán Irma, este número era superior, lo que se constata en los numerosos escombros y restos de cimentaciones apreciables.



Imagen 4: Muestra escombros de inmuebles afectados por el huracán Irma. Fuente: Tomado por el autor. (4-6-2018)

Más del 85 por ciento de los inmuebles se encuentran ubicados sobre la línea de costa y sobre el mismo camellón de tormentas, lo que hace aún mayor los impactos de los vientos y el mar, nótese, que el total de las viviendas con afectaciones de derrumbes o daños considerables por el paso del huracán Irma se encuentran ubicadas ahí.



Imagen 5: Ubicación incorrecta de las viviendas. Fuente: Tomada por el autor. (4-6-2018)

La totalidad de las viviendas presentan una cimentación corrida tipo zapata, lo que facilita la construcción de las mismas y disminuye los costos, causas fundamentales del uso de la misma en la zona, pero priva a la estructura de defensas ante penetraciones del mar.

En la visita al lugar se conoció por varios pobladores, fundamentalmente los ciudadanos Ramón Rosendo y Omar García, que las viviendas ubicadas correctamente, entiéndase por ello las colocadas posterior al camellón de tormentas, el nivel del mar solamente subió menos de 50 cm, y de hecho apenas recibieron afectaciones del huracán.

Todos los muros exteriores son de bloques o cantos con revoques adecuados, a opinión del autor, pero con visibles áreas de humedades, notándose la ineficiencia de las soluciones de impermeables.

En cuanto a las cubiertas, hay presencia de una amalgama de materiales, diseños y pendientes, por lo que no es posible determinar un modelo constructivo en la zona que sea el más general, pues se encuentran viviendas con cubierta a dos aguas de fibrocemento,

cubiertas de tejas criollas también a dos aguas y cubiertas pesadas planas (las llamadas placas), como se muestra en las siguientes imágenes.





Imagen 6: Diferentes cubiertas usadas en la zona de estudio. Fuente: tomada por el autor. (4-6-2018)

En todos los casos se carece de un sistema de impermeabilización de la cubierta, pues a pesar de que las tejas criollas pueden ser usados con este fin, en estas viviendas son utilizadas como cubierta, una muestra más de la carencia de consulta a entidades competentes o profesionales validados para estas funciones.

A partir del diagnóstico de la infraestructura presente en la zona, y de su alta vulnerabilidad ante eventos extremos, como se verificó con el paso del huracán Irma, se pasó a la definición de los Lineamientos constructivos a tener presente en el futuro inmediato, y para ello se trabajó arduamente con el grupo focal de la investigación, y en particular se aplicó y procesó la entrevista a este un grupo de especialistas e ingenieros con el objetivo de aumentar la veracidad de los mismos, así como su eficacia.

Los resultados que arrojó las entrevistas fueron de gran significación para la investigación pues en la misma se evidenciaron algunas ausencias de elementos importantes en las líneas constructivas, así como la posibilidad de elevar el nivel de eficiencia en otros.

Todos los entrevistados estuvieron de acuerdo en que la situación actual de los inmuebles cercanos a la costa es mala, existiendo un ineficiente control por parte de algunas entidades las cuales tienen la responsabilidad de gestionar la construcción en la zona.

Existe un consenso en cuanto a un conjunto de lineamientos, los cuales fueron expresados y aprobados por todos los entrevistados, mientras que en algunos casos se aportaron diversas ideas y recomendaciones para estos lineamientos, como en el caso del Ing. Carlos Rodríguez, quien consideró que no se debe construir con elementos metálicos pues en Cuba existe una gran dificultad y deficiencia en el mantenimiento de los mismos.

La siguiente tabla sintetiza algunos resultados del proceso y tabulación de las entrevistas al grupo focal.

1. Todos los entrevistados consideran importante que las edificaciones siempre deben estar ubicadas detrás del camellón de tormentas y 20 metros posterior a la misma, lo cual por otra parte es una exigencia claramente expresada en el Decreto- Ley 212, de Gestión de la zona costera en Cuba.
2. Muy en relación con lo anterior, en el Grupo focal se enfatizó que debe existir una adecuada consulta con las entidades competentes, y un mayor control del cumplimiento de lo establecido.
3. Aunque existen diversos criterios en cuanto a la altura exacta, todos los entrevistados destacan la importancia de que la cota de fondo de la estructura debe estar elevada con respecto al nivel de la superficie del terreno, y algunos proponen una altura mínima de 0.55 m por encima del nivel de terreno.
4. Todos plantean que la cimentación debe ser aislada, con un correcto diseño que permita la permanencia de la estructura en el tiempo
5. Fue una recomendación de prácticamente todos los entrevistados y consultados que siempre se deben priorizar los materiales disponibles en las zonas, prefiriéndose siempre

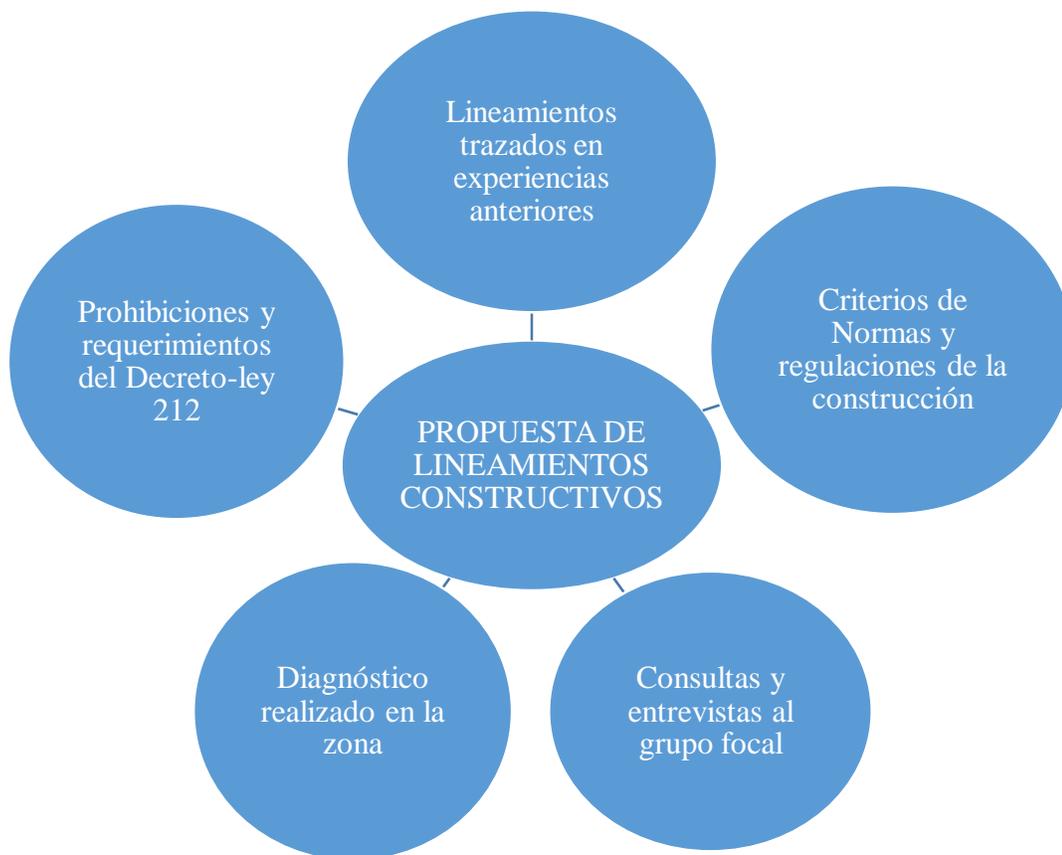
para ello, materiales no metálicos, pero de usarse, permitir una correcta protección, en consulta con los especialistas

6. Con respecto a las cubiertas, predomina el criterio de que debe ser a dos aguas con una pendiente no menor del 15 %, y preferiblemente cubierta ligera
7. Se parecía un consenso en cuanto a que todas las uniones deben ser rígidas húmedas.

3.2: PROPUESTAS DE LINEAMIENTOS CONSTRUCTIVOS PARA ZONAS DE TERRAZAS ROCOSAS BAJAS.

Posterior al levantamiento de campo y al diagnóstico integral realizado, y partiendo de toda la revisión bibliográfica realizada, tanto en el nivel nacional, como a escala internacional, considerando la necesidad de adaptación a las normas y regulaciones de la construcción cubana, y sobre todo, teniendo en cuenta los criterios y valoraciones del grupo focal a través de entrevistas y debates se ha conformado la propuesta de lineamientos constructivos para las construcciones en zonas costeras de terrazas bajas, que constituye un aporte de la presente investigación.

Este importante proceso de la investigación se sintetiza en el siguiente esquema:



Esquema 1: Representación gráfica de los principales factores y criterios considerados para la propuesta de los lineamientos constructivos. Fuente: Elaborado por el autor.

Ello quiere decir que se deben tener en cuenta una diversidad de factores y criterios, que son aplicables a construcciones costeras, incluyendo las del caso de estudio, y desde un primer momento se debe contar con la aprobación y con los requerimientos técnico-constructivos, para construir las viviendas u otras infraestructuras en este tipo de escenario costero, y ello obliga a una estricta aplicación y cumplimiento de la normativa existente en el país, partiendo del propio Decreto-Ley 212 del 2000.

Considerando lo anterior, se presentan seguidamente los Lineamientos Constructivos para zonas costeras de terrazas bajas rocosas que se proponen.

I. Ubicación:

1. Las edificaciones deben estar correctamente ubicadas, es decir, 20 metros detrás del camellón de tormentas.
2. Los inmuebles deberán estar colocados con una inclinación de aproximadamente 35° frente a los vientos predominantes de la zona, asegurando así no crear edificaciones tipo pantallas.

II. Cimentación

1. Las cimentaciones deben ser aisladas, con una prolongación del cabezal de las mismas que permita obtener la altura mínima de 0.55 m por encima del nivel de terreno.
2. La cota de fondo de las estructuras debe estar elevada del nivel de terreno, para permitir la libre circulación de agua ante penetraciones del mar.
3. Deben protegerse las cimentaciones con mantas asfálticas, u otra protección, que reduzca la acción de las humedades.

III. Muros y columnas

1. La utilización de muros de bloque o canto, ha demostrado ser eficaz, los mismos se recomiendan puesto que el valor de adquisición es menor que otros materiales.
2. El tipo de columnas, es decisión de quien diseña la estructura, pero es recomendable usar columnas catalanas, siempre que se usen muros de bloques o cantos.
3. Las uniones entre elementos de la cubierta, las columnas y muros deben ser empotradas en el cerramiento.

IV. Cerramiento y cubierta

1. La cubierta debe ser de tipo ligera.
2. La cubierta debe estar colocada a dos aguas con una pendiente no menor de 25 °, lo cual asegura un correcto escurrimiento de las aguas y permite la disminución del efecto del impacto de los vientos.
3. Se recomienda la utilización de pinturas impermeabilizantes para las cubiertas que no sean agresivas al medio ambiente.
4. La unión de los elementos de cubierta con la estructura soportante se realizará de forma ordinaria, es decir, con grampas en el caso de planchas de fibrocemento, y mortero en caso de las tejas.

V. Otros Lineamientos de carácter general.

1. En todo el proceso de diseño y construcción de los inmuebles debe existir una correcta consulta con los organismos competentes, principalmente con el CITMA y el Instituto de Planificación Física (IPF), entre otras.
2. Los materiales utilizados deben ser de la zona de emplazamiento, lo que evita gastos grandes de transporte y contribuye al aumento de la economía local.
3. No deben existir obstrucciones bajo los pisos elevados, puesto que esto modifica el paso e impacto de las olas.
4. Si se desea cercar el área de la subestructura se debe realizar con materiales con cuadrículas, que interrumpa lo menor posible la dinámica eólica y costera en general.
5. Todas las uniones deben ser húmedas, siempre que se usen muros de bloque o cato, pues aseguran un mayor grado de protección ante la acción del salitre.
6. La carpintería debe ser de aluminio o madera, recomendándose de aluminio por la elevada resistencia a la corrosión, pues las de madera presentan elementos metálicos para unir las partes.
7. Deben existir barreras naturales, con los distanciamientos y composición arbórea adecuadas, según o establecen los especialistas de este tema.
8. Todos los aceros ocultos deben tener como mínimo un recubrimiento de 6 centímetros.

Conclusiones parciales

- La mayor parte de las construcciones en el caso de estudio se encuentran mal ubicadas, puesto que violan el Decreto – Ley 212-2000.
- Las viviendas construidas presentan características constructivas similares lo que facilitó el diagnóstico de las mismas.
- Para las nuevas construcciones se deben aplicar los lineamientos constructivos definidos por el autor lo que permitirá construcciones sostenibles y duraderas en un medio cada vez más agresivo e implacable.

CONCLUSIONES

- El estudio de las afectaciones por procesos erosivos y de fenómenos naturales extremos ha permitido proponer un conjunto de lineamientos constructivos aplicable a las nuevas construcciones en zonas costeras de terrazas bajas rocosas.
- Con la revisión bibliográfica y el estudio del estado del arte se logró demostrar la gran atención a nivel mundial que se brinda al tema tratado en la presente investigación.
- Se realizó un diagnóstico en la zona de estudio lo que permitió identificar que el problema fundamental de las construcciones costeras es la incorrecta ubicación y el uso de materiales y formas constructivas erradas.
- A partir del diagnóstico y revisión de normativas se logró un conjunto de lineamientos constructivos con el fin de que, luego del correcto manejo de los mismos por las entidades encargadas, se disminuyan las vulnerabilidades del patrimonio por construir ante eventos climáticos extremos.

RECOMENDACIONES

A todas las entidades que participan en el proceso de construcción de una vivienda, hacer uso de los lineamientos constructivos presentados en esta investigación en las nuevas construcciones de zonas costeras de terraza baja rocosa, pues sin el uso de los mismos por dichas entidades, esta investigación carecería de un aporte práctico.

Bibliografía

1. ÁLVAREZ-VERGNANI, C. Diciembre 2014. Propuesta de política de adaptación al cambio climático en zonas costeras -Vulnerabilidades sociales y salud de los ecosistemas en Costa Rica-.
2. ARQ.ANTONIO BAÑO, I. A. V.-E. noviembre, 2005. Manual de construcciones sostenibles.
3. CABRERA, J. A. mayo, 2018. La TAREA VIDA y lo que nos toca como Universidad de Matanzas.
4. CIENCIADECUBA 1 febrero, 2012 Cambio Climático. El desafío de la adaptación en Cuba. *Cienciadecuba*.
5. COLECTIVO DE AUTORES, C. M., GISELA CAMPILLO, HILEN MEIROVICH, JESUS NAVARRETE septiembre, 2013. Mitigación y adaptación al cambio climático a través de la vivienda pública Marco teórico para el Diálogo Regional de Políticas sobre Cambio Climático del BID.
6. COLECTIVO DE AUTORES, D. E. O. P. G., LIC. ROGER RIVERO VEGA, MSC. VLADIMIR GUEVARA VELAZCO 2012. Impacto del Cambio Climático y medidas de adaptación en Cuba.
7. COLECTIVO DE AUTORES, G. B., MÓNICA GARCÍA,, CRISTINA VARISCO, M. G. G., NOELIA PADILLA, N. M., JORGELINA CANO, G. G., LUCÍA CAMPOLIETE, L. C., CAROLINA IRIGOIN, V. J., CONSTANZA LALLI, N. L. & AILÍN MAILÉN TUR MAURI, J. O. diciembre 2013. Gestores costeros, se la teoría a la práctica: una aplicación en áreas litorales.
8. CONSEJO DE ESTADO, C. 2000. DECRETO-LEY No. 212 Gestión en zonas costeras.
9. DR. ARQ. JACQUELINE DOMÍNGUEZ, A. A. G. 2015. Valoración técnica del deterioro de las edificaciones en la zona costera de Santa Fe.
10. ESTADO, C. D. 1997. DECRETO-LEY No. 212
11. GESTION DE LA ZONA COSTERA.

12. GUERRA, E. A. 2016. *PROGRAMA DE INTERVENCIÓN PARA LAS EDIFICACIONES DE LA COMUNIDAD COSTERA 28 DE OCTUBRE, DEL MUNICIPIO DE MARTÍ*. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
13. OMS, O. M. D. L. S. 1 de febrero del 2018. *Cambio climático y salud* [Online].
14. OSCAR FIGUEREDO, D. D. 16 de mayo del 2017. Tarea Vida: ¿Cómo enfrentará Cuba el cambio climático? . *CUBADEBATES*.
15. HERRINGTON, T. O. 2001. Manual for coastal hazard mitigation.
16. INTERNATIONAL CODE COUNCIL 2009. International Residential Code.
17. MARTÍ, J. L. J. 1996. La erosión en las playas de Cuba. Alternativas para su control. Tesis de doctorado.
18. MARTÍ, J. L. J. 2003. Diagnóstico de los Procesos de Erosión en las Playas Arenosas del Caribe.
19. PONS, A. G. F. 2016. Proyecto de Restauración Paisajística de la playa Menéndez. Municipio Martí.
20. RODRÍGUEZ, C., DELGADO, P. A. H., LÓPEZ, L. & ARESTUCHE, L. R. G. 2013. Rehabilitación Protección Costera Autopista Sur de Varadero.
21. SARDÁ, R., ARIZA, E., JIMENEZ, J. A., VALDEMORO, H., VILLARES, M., ROCA, E., PINTÓ, J., MARTÍ, C., FRAGUELL, R., BALLESTER, R. & FLUVIÁ, M. 2015a. The Beach Quality Index, BQI.
22. SARDÁ, R., PINTO, J. & VALLS, J. F. 2015b. Hacia un nuevo modelo integral de gestión de playas.
23. SECO, R. 2004. Geomorfología.
24. TAMAYO, J. A. G. 2016. Proyecto de restauración ecológica y servicios. Playa Menéndez, municipio Martí.