



EPSEB

Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona

MÁSTER UNIVERSITARIO OFICIAL EN EDIFICACIÓN

Tesina final de máster

Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible

República Dominicana

“Propuesta de criterios de diseño sostenibles aplicados a la construcción de nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”

Autor:

Ayala García Pedro Antonio
(Arquitecto)

Directoras:

Dr. Rodríguez Cantalapiedra Inmaculada
Dr. Lacasta Palacio Ana María

Convocatoria:

Barcelona, Abril de 2015



“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”



Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana

“Propuesta de criterios de diseño sostenibles aplicados a la construcción de nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”

Universidad Politècnica de Catalunya (UPC)
Escuela Politècnica Superior de Edificació de Barcelona (EPSEB)
Departamento de Física aplicada.

Tesina presentada al Máster Universitario Oficial en Edificación de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC), como parte de los requisitos para la obtención del título de Máster en Edificación en la especialidad de Tecnología.

Este trabajo de investigación surge como iniciativa para explicar, de la forma más minuciosa posible, todo lo referente al tema del clima tropical en la arquitectura. La voluntad del mismo es la realización de un análisis crítico respecto al concepto de la sostenibilidad en las edificaciones enfocadas a la realidad climática del trópico caribeño. La intención de esta tesina es pretender aportar con un pequeño grano de arena, mediante la definición de criterios lógicos de diseño, que permitan sentar las bases para pretender cambiar la actitud de la República Dominicana, hacia el ejercicio de una arquitectura que resulte progresiva, correcta y conveniente a la hora de cumplir con los objetivos de proveer bienestar, confort y eficiencia energética en las edificaciones sin impactar, severamente, al medio ambiente. La investigación se realizará desglosada en una serie de partes complementadas mediante documentación; gráfica, escrita y planimétrica, que servirán como suplemento para facilitar una comprensión detallada de la misma.

Arq. Ayala García Pedro Antonio

Arq.pedroag@hotmail.com
Arq.pedro.ag@gmail.com

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”

Abordando los temas relacionados con el medio ambiente, la sostenibilidad y la eficiencia energética, cabe decir, que actualmente se han convertido en asuntos prioritarios en múltiples debates e importantes campos de investigación, dejando de ser temas discutidos por expertos a ser los temas del diario vivir de cada uno de nosotros. El impacto ambiental que últimamente ha generado el desarrollo de las grandes urbes en todo el mundo, ha despertado la preocupación de diferentes organismos internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas ONU (Cumbre internacional contra el cambio climático 2014), a crear debates respecto a los retos que debe afrontar la sociedad actual para reducir y revertir los efectos negativos (Emisión de gases de efecto invernadero CO₂), que ocasionan el cambio del clima en el planeta.

Esta realidad de ámbito mundial tiene gran incidencia en los campos de la arquitectura y la edificación, producto de ser unos sectores económicos que generan mayor impacto al medio ambiente (50% de los recursos mundiales, convirtiéndose en una de las actividades menos sostenibles del planeta), donde últimamente ha existido una preocupación creciente en garantizar la sostenibilidad al momento de llevar a cabo cualquier tipo de proyecto; que desde su concepción, planificación, construcción hasta su vida útil genere ambientalmente el menor daño posible. Para el diseño de un hábitat, las consideraciones en cuanto su entorno requieren de un análisis previo minucioso, en donde es fundamental conocer y considerar: la naturaleza geográfica y climática de la zona de su emplazamiento, además debe tenerse en cuenta la eficacia y moderación en el uso de los materiales y el uso racional de los recursos energéticos, tomando siempre en cuenta que los métodos de acondicionamientos y las tecnologías constructivas sean lo más eficiente para lograr así un hábitat con miras hacia un desarrollo sostenible.

En la perspectiva de lograr edificaciones más eficientes desde un enfoque ecológico, la presente tesina de fin de máster establece las bases para obtener un nuevo modelo de hábitat que responda a las condiciones climáticas de la República Dominicana. Esta propuesta servirá como iniciativa para definir criterios de diseño sostenibles para el desarrollo de soluciones viables en la mejora y el confort de las edificaciones, adaptándolas a los parámetros medio ambientales del clima de la región del Caribe. El propósito es tomar iniciativas innovadoras para definir políticas y lineamientos que ayuden, en el país, a dar una mirada distinta a los proyectos básicos de edificaciones desde el punto de vista bioclimático. La investigación pretende brindar aportaciones teóricas respecto los estándares nacionales e internacionales, en materia de eficiencia y sostenibilidad de las edificaciones, tomando modelos referentes de España y Costa Rica, mediante el proceso, en una primera etapa, de investigación y recopilación de información, seguido por el proceso de selección del estándar de certificación más adecuado para la República Dominicana. De igual manera se analizará un caso de estudio, mediante un modelo experimental, en donde se determinará la cantidad de energía requerida para llegar a una temperatura interior confortable, ante las condiciones de verano e invierno, tomando en cuenta los factores climáticos del viento y la radiación solar, en donde se examinará los resultados térmicos obtenidos, para definir que pautas son las más adecuadas para dar el primer paso hacia ese nuevo modelo propuesto.

La motivación para el desarrollo de esta investigación se debe a la poca o nula experiencia, existente en el país ante un concepto tan relevante como la **“Arquitectura Tropical Sostenible”**, concepto que hasta el momento no se ha transformado en una realidad concreta en la práctica de la arquitectura y la edificación local, por lo que el presente trabajo pretende analizar, mediante una valoración crítica, las carencias y necesidades en tales sectores, reflexionando en que falta por implementar para alcanzar esas buenas prácticas que ayuden a obtener una arquitectura amable y consciente con nuestro paraíso tropical, y que busque soluciones medioambientales eficientes, mezclando lo altamente tecnológico con lo altamente natural, para crear esa relación entre el edificio con el clima y obtener del mismo un alto nivel sostenibilidad, confort y reducción de sus necesidades energéticas.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura sostenible, Arquitectura ecológica, Arquitectura bioclimática, Arquitectura tropical, Arquitectura del Caribe, Arquitectura verde, Arquitectura ambiental, Arquitectura y energía.

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”

Abstract

Addressing issues related to the environment, sustainability and energy efficiency, we can say, now have become priorities in multiple debates and important areas of research, no longer issues discussed by experts to be the subjects of daily living each of us. The environmental impact has recently led to the development of large cities worldwide, has aroused the concern of various international bodies such as the United Nations Organization (UN international climate change summit 2014), to create debates regarding the challenges facing today's society to reduce and reverse the negative effects (Emission of greenhouse gases CO₂) causing climate change on the planet.

This global reality has a large impact in the fields of architecture and building, product to be some economic sectors that generate greater impact on the environment (50% of global resources, making it one of the least sustainable activities on the planet) where he has recently been a growing concern in ensuring sustainability when performing any type of project; since its conception, planning, construction to life environmentally emitting the least possible damage. To design a habitat considerations regarding its environment require a thorough preliminary analysis, where it is essential to know and consider the geographical and climatic nature of the area of its location, it must also take into account the efficiency and moderation the use of materials and the rational use of energy resources, always taking into account that the methods of layouts and construction technologies are as efficient in order to achieve a habitat with a view towards sustainable development.

In the perspective of achieving more efficient buildings from an ecological perspective, this thesis final project lays the foundation for a new habitat model that responds to the climatic conditions of the Dominican Republic. This proposal will serve as an initiative to define judgements for sustainable development of viable solutions in improving and comfort of buildings, adapting to environmental parameters climate of the Caribbean region design. The purpose is to take innovative initiatives to define policies and guidelines to assist in the country, to give a different basic building projects from the point of view bioclimatic look. The research aims to provide theoretical input on national and international standards in efficiency and sustainability of buildings, taking models relating to Spain and Costa Rica, through the process, in a first stage, research and information gathering, followed by the process of selecting the most appropriate certification standard for the Dominican Republic. Similarly a case study is analyzed through an experiment model, where the amount of energy required to reach a comfortable indoor temperature, before the summer and winter conditions, taking into account weather factors of wind and determine the solar radiation, wherein the heat obtained results are examined to determine which patterns are best suited to take the first step towards this new proposed model.

The motivation for the development of this research is due to little or no experience, existing in the country before such an important concept as the "Tropical Sustainable Architecture" concept so far has not become a reality in practice architecture and local building, so this paper analyzes, through a critical assessment, gaps and needs in such sectors, reflecting on remains to be implemented to achieve these good practices to help get a friendly architecture and conscious our tropical paradise, and seek efficient environmental solutions, mixing high-tech with highly natural, to create the relationship between the building climate and get a very high degree of sustainability, comfort and reducing their energy needs.

KEYWORDS: Sustainable architecture, Green Building, bioclimatic architecture, tropical architecture, Architecture Caribbean, green architecture, environmental architecture, architecture and energy.

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”

Tabla de contenido

ÍNDICE:

Resumen	05
Abstract	07
Índice	09
Glosario	15

CAPÍTULO I: Marco General

1.1 Introducción	18
1.2 Definición de objetivos	19
1.3 Problemática: “Perfil de la arquitectura y la edificación actual dominicana”	20
1.4 Justificación	21
1.5 Metodología	22
1.8 Conclusiones	23

CAPÍTULO II: Análisis del contexto

2.1 Introducción: “El Trópico y el Caribe”	26
2.2 La República Dominicana: “Un paraíso tropical”	28
2.3 Características del clima	30
2.4 Tipos de climas	30
2.5 Factores climáticos	31
2.6 Elementos climáticos incidentes en el diseño de la edificación	32
2.7 Soleamiento	36
2.8 Fenómenos meteorológicos: Tormenta tropicales y huracanes	36
2.9 Nubosidad	37
2.10 Brisas	37
2.11 Fenómenos telúricos: Sismo-tectónico	38
2.12 Aspecto socio-económico	38
2.13 Arquitectura	39
2.13.1 Prefacio	39
2.13.2 Arquitectura Taína	40
2.13.3 Arquitectura Colonial	42
2.13.4 Arquitectura Colonial Afrancesada	43
2.13.5 Arquitectura Vernácula	43
2.13.6 Arquitectura Victoriana	45
2.13.7 Arquitectura Popular	46
2.13.8 Arquitectura Actual	47
2.13.9 Conclusiones	48

CAPÍTULO III: Marco conceptual

3.1 Introducción: “Todo está en el diseño”	52
3.2 El Hábitat y la Sostenibilidad	52
3.3 Sostenibilidad en la arquitectura	53
3.4 Sostenibilidad en el desarrollo de la edificación	55
3.5 Arquitectura Sustentable	55
3.6 Arquitectura Ecológica	56
3.7 Arquitectura Bioclimática	56
3.8 Beneficios adoptados para la presente propuesta	58
3.9 Conclusiones	59

CAPÍTULO IV: Marco específico

4.1 Introducción “Diseñar para una latitud”	62
4.2 Tropicalidad en el Caribe	62
4.3 Confort en los Trópicos	62
4.4 Arquitectura Tropical: “Diseñar pensando en nuestro entorno”	63
4.5 Característica de la Arquitectura Tropical	64
4.6 El diseño Tropical: “Estrategias para trabajar con el clima”	65
4.7 Arquitectura Tropical del Caribe: “En busca de una sintonía”	66
4.8 Las nuevas propuestas caribeñas: “De espalda a la región”	67
4.9 Conclusiones	68

CAPÍTULO V: Marco regulatorio

5.1 Introducción: “Ley General N° 64-00 y Ley N°57-07”	72
5.2 Arquitectura Verde	72
5.3 Edificios verdes	73
5.4 Edificios verdes en la República Dominicana	73
5.5 Arquitectura Ambiental: “Una Arquitectura a favor del medioambiente”	74
5.6 Impacto medio ambiental en la edificación dominicana	75
5.7 Arquitectura y Energía: “Eficiencia energética en la edificación dominicana”	76
5.8 Producción de energías renovables en República Dominicana	78
5.8.1 Potencial eólico	79
5.8.2 Potencial solar	79
5.8.3 Potencial hidroeléctrico	80
5.8.4 Potencial biomasa	80
5.8.5 Potencial mareomotriz	81
5.9 Integración de energías renovables en la Edificación	82
5.10 Certificación energética: “Optimización en el uso de la energía”	83
5.10.1 Ámbito internacional	83
5.10.2 Ámbito nacional	85
5.10.3 Comparativa	85
5.11 Conclusiones	86

CAPÍTULO VI: Desarrollo de la propuesta

6.1 Descripción de la propuesta	90
6.2 Ámbito de aplicación	91
6.3 Propuesta de criterios de diseño	91
6.3.1 Sistemas pasivos	91
6.3.2 Sistemas activos	95
6.4 Caso de estudio	96
6.5 Memoria descriptiva de la edificación	96
6.5.1 Localización	96
6.5.2 Descripción del edificio	97
6.6 Datos climáticos de la ciudad de Santo Domingo	98
6.6.1 Vientos	98
6.6.2 Radiación solar	98
6.7 Materiales	99
6.8 Análisis térmico	100
6.8.1 Descripción del análisis	100
6.9 Metodología	101
6.9.1 Método de cálculo	101
6.9.2 Cálculo flujo de calor (Modelo 1: Simple)	102
6.9.3 Cálculo flujo de calor (Modelo 2: Remodelado)	104
6.10 Análisis de los datos obtenidos	107
6.11 Consideraciones finales	108

Conclusiones generales	109
Conclusiones específicas	110
Conclusiones personales	110
Recomendaciones	111
Futuras líneas de investigación	111
Agradecimientos	112
Bibliografía	113
Anexos	116
Planta arquitectónica de conjunto techo	117
Planta arquitectónica de conjunto amueblada (Planta baja)	118
Planta arquitectónica de conjunto amueblada (Planta primera)	119
Planta arquitectónica dimensionada (Planta baja)	120
Planta arquitectónica dimensionada (Planta primera)	121
Elevación frontal	122
Elevación lateral derecho	122
Elevación lateral izquierdo	122
Elevación posterior	122
Corte longitudinal	123
Contenido del CD	124

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Yucayeques o aldeas (Poblados tainos)	40
Imagen 2. Plaza España de Santo Domingo de Guzmán	42
Imagen 3. Basílica de Santa maría la menor (Catedral Primada de América)	42
Imagen 4. Casa Vernácula Dominicana de madera	44
Imagen 5. Sistema Constructivo con tejamanil (Pueblo Viejo, Azua)	44
Imagen 6. Casa victoriana, Centro Históricos de Puerto Plata	45
Imagen 7. Casa estilo victoriano, Bani (Provincia Peravia), República Dominicana	45
Imagen 8. Casa Popular Dominicana	46
Imagen 9. Casa Popular (San Juan de la Maguana)	46
Imagen 10. Vista panorámica, Distrito Nacional, Santo Domingo	48
Imagen 11. Torre Veiramar (2007), Malecón Santo Domingo, Rep. Dom.	48
Imagen 12. Torre Taymée y Michelle Natalia, Santo Domingo, Rep. Dom.	48
Imagen 13. Consulado de los Estados Unidos (Rep. Dom.)	74
Imagen 14. Centro comercial Ágora Mall (Santo Domingo)	74
Imagen 15. Edificio Orange Dominicana (Santo Domingo)	74
Imagen 16. Edificio Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Santo Domingo)	74
Imagen 17. Parque eólico Los Cocos, provincia Peravia, República Dominicana	79
Imagen 18. Paneles solares, planta energía solar, Aeropuerto internacional del Cibao	80
Imagen 19. Potencial Hidroeléctrico: Presa de Valdesia y Presa del Aguacate	80
Imagen 20. Vista frontal en tres dimensiones del modelo de estudio	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Región tropical del planeta Tierra	26
Figura 2. Región tropical caribeña	26
Figura 3. Ubicación geográfica de la República Dominicana	28
Figura 4. Bohío (Casa usada para uso general) y Caney (Casa usada para los jefes o caciques)	41
Figura 5. Programa funcional, Bohío y Caney	41
Figura 6. Esquema de climatización Bohío	41
Figura 7. Programa funcional, Basílica de Santa maría la menor (Catedral Primada de América)	42
Figura 8. Esquema de climatización, edificación colonial	42
Figura 9. Fachada edificación colonial afrancesada	43

Figura 10. Programa funcional, Casa Vernácula Dominicana	44
Figura 11. Pared de palos parados	44
Figura 12. Pared de bajareque o tejamanil	44
Figura 13. Pared de tablas de palma real, yarey, cana o manada	44
Figura 14. Esquema de climatización, Casa Vernácula Dominicana	45
Figura 15. Detalle Tejamanil, Casa Vernácula Dominicana	45
Figura 16. Detalle de horcón en horqueta, Casa Vernácula Dominicana	45
Figura 17. Detalle de ensamblaje de la estructura del techo, Casa Vernácula Dominicana	45
Figura 18. Representación programa funcional vivienda victoriana	45
Figura 19. Esquema de climatización, vivienda popular sobre pilote	46
Figura 20. Programa funcional, vivienda Popular	46
Figura 21. Esquema de climatización, vivienda Popular	47
Figura 22. Ilustración conceptual de Sostenibilidad	53
Figura 23. Áreas de afectación del desarrollo sostenible	54
Figura 24. Ilustración conceptual Arquitectura Ecológica	56
Figura 25. Factores incidentes en la Arquitectura Bioclimática	57
Figura 26. Intercambio de calor del cuerpo humano	63
Figura 27. Inclinación eje de rotación del planeta Tierra	65
Figura 28. Carta de proyección estereográfica	66
Figura 29. Casa tropical, Camarim Architects, Brasil	69
Figura 30. Ilustración conceptual Arquitectura Verde	72
Figura 31. Ilustración conceptual de las ramas de la Arquitectura Ambiental	75
Figura 32. Ilustración conceptual certificación energética	83
Figura 33. Sistema certificación energética LIDER-CALENER, España	84
Figura 34. Sistema certificación RESET, Costa Rica	85
Figura 35. Ilustración conceptual certificación RESET	85
Figura 36. Esquema de diseño no sostenible	90
Figura 37. Esquema de diseño sostenible	90
Figura 38. Cuadro sinóptico, aplicación criterios de diseños	90
Figura 39. Provincia Santo Domingo de Guzmán	97
Figura 40. Planta de conjunto amueblada, (Planta baja)	97
Figura 41. Planta de conjunto amueblada, (Planta primera)	97
Figura 42. Planta de conjunto, (Techo)	97
Figura 43. Planta arquitectónica ejecutiva amueblada (Planta baja)	98
Figura 44. Planta arquitectónica ejecutiva amueblada (Planta primera)	98
Figura 45. Área de aplicación del análisis (Corte longitudinal y planta arq. Planta primera)..	100
Figura 46. Carta estereográfica y flujo de viento diurno y nocturno (Verano)	100
Figura 47. Carta estereográfica y flujo de viento diurno y nocturno (Invierno)	101
Figura 48. Propuesta de aislante térmico	105
Figura 49. Planta arquitectónica de conjunto techo	117
Figura 50. Planta arquitectónica de conjunto amueblada (Planta baja)	118
Figura 51. Planta arquitectónica de conjunto amueblada (Planta primera)	119
Figura 52. Planta arquitectónica dimensionada (Planta baja)	120
Figura 53. Planta arquitectónica dimensionada (Planta primera)	121
Figura 54. Elevación front.....	122
Figura 55. Elevación lateral derecho	122
Figura 56. Elevación lateral izquierdo	122
Figura 57. Elevación posterior	122
Figura 58. Corte longitudinal	123

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa físico de la República Dominicana	28
Mapa 2. Dimensiones máxima de la República Dominicana	29
Mapa 3. División política y regional de la República Dominicana	29
Mapa 4. Áreas tipos de climas, República Dominicana	31
Mapa 5. Isoyeta (Precipitación media anual), República Dominicana	34

Mapa 6. Radiación solar en la República Dominicana	36
Mapa 7. Ruta tormentas tropicales y huracane, República Dominicana	37
Mapa 8. Mapa Sismo-tecnónico, República Dominicana	38
Mapa 9. Ubicación geográfica de los Cacicazgos de la isla de La Española	40
Mapa 10. Áreas potencial eólico y ubicación parque Los Cocos, Rep. Dom.	79
Mapa 11. Potencial solar y ubicación planta energía solar, República Dominicana	80
Mapa 12. Ubicación presas de Valdesia y el Aguacate, República Dominicana	81
Mapa 13. Potencial biomasa, República Dominicana	81
Mapa 14. Ubicación futuro proyecto piloto de energía de olas, República Dominicana	82
Mapa 15. División política, República Dominicana	97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de personas por sexo (ONAPLAN)	29
Gráfico 2. Área y porcentaje por tipos de climas de la República Dominicana	30
Gráfico 3. Temperatura promedio en algunas localidades de la República Dominicana	33
Gráfico 4. Radiación solar mensual de la República Dominicana	33
Gráfico 5. Porcentaje de pluviometría en algunas localidades de la República Dominicana	34
Gráfico 6. Porcentaje de Humedad Relativa (HR) en algunas localidades de la Rep. Dom.	36
Gráfico 7. Horas de soleamiento de la República Dominicana	38
Gráfico 8. Nubosidad mensual de la República Dominicana	38
Gráfico 9. PIB Nominal de la República Dominicana 1998-2003	40
Gráfico 10. Porcentaje producción de energía eléctrica en base a combustibles fósiles	79
Gráfico 11. Porcentaje de consumo energético por sectores productivos	80
Gráfico 12. Consumo de energía por sistemas de instalaciones	78
Gráfico 13. Comparativa; demanda de flujo de calor, modelo simple y remodelado (Verano)	107
Gráfico 14. Comparativa; demanda de flujo de calor, modelo simple y remodelado (Invierno)	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propuesta de criterios de diseño , emplazamiento y forma (Sistemas pasivos)	92
Tabla 2. Propuesta de criterios de diseño, elementos arquitectónicos (Sistemas pasivos)	93
Tabla 3. Propuesta de criterios de diseño, elementos arquitectónicos, radiación y viento	94
Tabla 4. Propuesta de criterios de diseño sostenible, techos (Sistemas pasivos)	95
Tabla 5. Propuesta de criterios de diseño sostenible, materiales	95
Tabla 6. Propuesta de criterios de diseño sostenible (Sistemas activos)	96
Tabla 7. Áreas y superficies construída (Modelo de estudio)	98
Tabla 8. Parámetros climáticos de la ciudad de Santo Domingo	99
Tabla 9. Características de los materiales	99
Tabla 10. Promedio de temperaturas (Verano e invierno)	102
Tabla 11. Superficie cerramientos (Modelo 1: Simple)	104
Tabla 12. Producto superficie (Modelo 1: Simple)	104
Tabla 13. Superficie cerramientos (Modelo 2: Remodelado)	106
Tabla 14. Producto superficie (Modelo 2: Remodelado)	106
Tabla 15. Consideraciones generales de sostenibilidad ambiental	109

Glosario

TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

Climatización pasiva: Gestión de la temperatura y la humedad relativa del aire sin hacer uso de recursos que demandan consumo de energía para el logro del confort de los habitantes de la edificación.

Componentes del edificio: Elementos o partes de la edificación que pueden consistir desde un material hasta un sistema constructivo completo.

Confort: Condición del aire cuya temperatura, humedad y movimientos son favorables a la actividad que se desarrolla en determinado espacio.

Consumo pasivo: Energía utilizada por algún dispositivo eléctrico activo conectado a una fuente de energía que estando apagado consume energía.

Diaclasa: Grieta que se forma en una roca sin existir desplazamiento de los bloques situados a ambos lados de la misma.

Edificación: Obra de construcción que suministra refugio para sus ocupantes o contenidos como uno de sus principales objetivos, por lo general, parcial o totalmente cerrado y diseñado para estar de forma permanente en un solo lugar.

Eficiencia: Capacidad de un producto, elemento o proceso que comparativamente con productos, elementos o procesos de uso común, consiguen la optimización o ahorro de recursos.

Eficiencia energética: Reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Energía renovable: Energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Hábitat: Lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal.

Lluvia orográfica: Es la producida por el ascenso de una columna de aire húmedo al encontrarse con un obstáculo orográfico, como una montaña.

Milibar: Es una unidad de presión equivalente a una milésima parte del bar, un bar es igual a 1000 (mil) milibares.

Pluviometría: Parte de la meteorología que mide y estudia la cantidad, la intensidad y la regularidad de las lluvias según el espacio geográfico y las estaciones del año.

Terral: Viento flojo que sopla durante la noche de la tierra al mar.

Xerófilo: Planta vegetal adaptada a la vida en un medio seco.

Yucayeque: Nombre que recibían las aldeas de la cultura taína.

ACRÓNIMOS Y SIMBOLOGÍA:

°C: Grado Celsius o grado centígrados.

Cal/día: Caloría por día.

CO₂: Gases de efecto invernadero.

DSP: Criterios de Diseño Solar Pasivo.

Ha: Hectárea.

Hm² °C/ Kcal: Hora metro cuadrado grado centígrado sobre kilocaloría.

Kcal/hm² °C: Kilocaloría sobre hora metro cuadrado grado centígrado.

Kcal/hm °C: Kilocaloría sobre hora metro grado centígrado.

Km: Kilómetro.

Km/h: Kilómetros por hora.

kWh/m²: Kilovatio hora por metros cuadrados.

Mbar: Milibar.

Mm: Milímetros.

MW: MegaWatts.

DB-HE: Documento Básico de Habitabilidad y Energía.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

BNV: Banco Nacional de la Vivienda.

CELADE: Crecimiento Latinoamericano de Demografía

CEPAL: Comisión para América Latina y el Caribe.

CNE: Comisión Nacional de Energía.

CSP: (Concentrated Solar Power) - Energía Solar Concentrada.

CTE: Código Técnico de la Edificación.

DIA: (Development in the Americas), Desarrollo en las Américas.

FEWP: Fundación Erwin Walter Palm.

FMI: Fondo Monetario Internacional.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

GHI: (Global Horizontal Irradiance) - irradiancia horizontal global.

IDEA: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

INVI: Instituto Nacional de la Vivienda

I+D+i: Investigación, desarrollo e innovación.

LEED: Leadership in Energy & Environmental Design, (Liderazgo en Diseño de Energía y Medioambiente).

LOE: Ley de Ordenación de la Edificación.

MSW: Municipal Solid Waste (Residuos Sólidos Municipales).

NASA: (National Aeronautics and Space Administration), Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio.

ONAMET: Oficina Nacional de Meteorología.

ONAPLAN: Oficina Nacional de Planificación.

ONE: Oficina Nacional de estadística.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

PCH: Pequeña Central Hidroeléctrica.

PIB: producto interno bruto conocido, (producto interior bruto – República Dominicana).

PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

AM: antes meridiano (antes de mediodía).

PM: Pasado meridiano (después del mediodía).

RESET: Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico.

USAID: United States Agency for International Development, (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional).

UASD: Universitario, de la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

ZCIT: Zona de Convergencia Intertropical.

CAPÍTULO I: **MARCO GENERAL**

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación,
viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”



1.1 Introducción

¿Qué es el diseño sostenible?

- De acuerdo con el Consejo de Diseño del Reino Unido; *“El diseño sostenible implica el uso estratégico del diseño, en cualquier área o campo, para satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras, sin comprometer al medio ambiente”*¹.
- Bajo la acepción de la Organización de las Naciones Unidas ONU, es aquel; *“Que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”*.

En la arquitectura: El objetivo del diseño sostenible consiste en eliminar completamente los impactos medioambientales negativos a través de un hábil diseño, que permita crear espacios saludables y adaptables a las necesidades del usuario, atendiendo los principios de sustentabilidad ecológica, social y económica. El diseño sostenible tiene que ver con la reducción del calentamiento global mediante el uso y aplicaciones de técnicas, tomando en cuenta los conceptos ecológicos desde la fase inicial del desarrollo de un proyecto (Construyendo bien desde la fase de su diseño) y tomando decisiones claves para la construcción del mismo, que sin importar cualquiera que sea su naturaleza: La flexibilidad de su diseño debe de tomar en cuenta la luz diurna y ventilación natural, así como su simplicidad funcional y la maximización del acceso a energías renovables, priorizando siempre su máxima durabilidad. Para así conformar un hábitat racional, económico y con el mayor grado de eficiencia posible. Pero a la hora de dar inicio a su proceso de diseño y en el momento de aplicar los criterios sostenibles más adecuados para su ambientación es necesario tomar en cuenta las condiciones climáticas del lugar de su emplazamiento y cuestionarse las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo es el clima?
- ¿Cuáles son las variables climáticas que intervienen en la zona?
- ¿Cómo interactúan éstas en el diseño de la edificación?

Según expertos del Instituto de Arquitectura Tropical en Costa Rica, plantean que el tema del clima en la arquitectura surge como una necesidad en un cambio de actitud para el diseño y construcción de edificios, garantizando no sólo la conservación del medio ambiente y la salud de los ciudadanos, sino también su adaptación al clima, recuperando de él sus atributos y recursos renovables, favoreciendo el uso de materiales eficientes y locales.

Para entender lo que realmente es la arquitectura tropical, debemos conocer primero sus inicios desde la arquitectura de nuestros antepasados, quienes consideraban la región, el clima y la naturaleza en el diseño de sus refugios, hasta la época actual y poder entender donde se ha dado el cambio de esa idea que existía anteriormente. Varios arquitectos caribeños plantean que la llegada repentina del movimiento Moderno y su visión fue abordando rápidamente el mundo entero, borrando las expresiones culturales tradicionales, dando como resultado un internacionalismo que fue introducido a los Trópicos. Tantos estilos fueron implementados que sólo atendían a la imagen, a lo estético y se fueron olvidando completamente del espacio en que se introducían.

A lo largo del siglo XX y en especial a inicios del siglo XXI, los arquitectos comenzaron poco a poco a incorporar los atributos climático del ambiente para adaptar las formas, materiales, conceptos y valores culturales de las edificaciones, con el objetivo de definir una arquitectura con una actitud sostenible y ecológica, que busque responder de manera responsable y comprometida a las cuestiones que siguen surgiendo debido al maltrato hacia el medio ambiente. Pero en la actualidad las ciudades contemporáneas, especialmente las ciudades caribeñas, siguen una metodología de desarrollo desligadas de los criterios climáticos y ambientales que las definen. La República Dominicana, como tal, no es la excepción ante esta falta de consideración al construir edificios e infraestructuras sin interesarse por crear ambientes urbanos sostenibles, que en muchos de los casos no consideran, a su favor, la existencia de los vientos, las lluvias y el soleamiento que la impregna y mucho menos la vegetación y la topografía que la definen como isla.

1 <http://www.americanhardwood.org/es/sostenibilidad/suministro-sostenible-de-madera/que-es-el-diseno-sostenible/>

La incorporación indiscriminada de soluciones proyectadas para regiones con condiciones climáticas discrepante a sus condición tropical, ha generado que el incontable aumento de edificaciones sin identidad propia, inhóspitas y con métodos nocivos de construcción, sin seguir una lógica de crecimiento sostenible sea alarmante. La República Dominicana, un país tropical, que actualmente se encuentra en los senderos del desarrollo, el sector de la edificación es, sin lugar a dudas, un sector estratégico y uno de los más dinámicos de su economía, con un potencial de edificación que avanza rápidamente, (Equivalente al 15% del producto interno bruto; según el Banco Nacional de la Vivienda, BNV y el Instituto de la Vivienda, INVI), en donde no se toman en cuenta criterios de diseños ni sistemas propios de evaluación para saber hasta dónde se puede llegar a contemplar las variables climáticas y energéticas cuando se edifica en el país y que tipo de arquitectura es la que se aplica².

Es por eso que la presente investigación pretende estudiar y recopilar datos respecto a las temáticas actuales en acondicionamiento ambiental, desde la arquitectura y la edificación, con tal de obtener las directrices iniciales para lograr adaptar su aplicación en la República Dominicana. El propósito es introducir en el país las bases para la práctica de una arquitectura encaminada a la incorporación de nuevas soluciones enfocadas en el análisis de sus condiciones climáticas, mediante la elaboración y el planteamiento de alternativas que deberían considerarse en el diseño para garantizar el confort en las edificaciones respecto a su entorno caribeño, en pocas palabras; Esta propuesta lo que busca es **“Crear una agenda para el logro de edificaciones sostenibles”**, que ayude a dirigir el ejercicio de la arquitectura y la edificación en una mejor armonía con el medio ambiente, mediante técnicas innovadoras de diseños ecológicos y sustentables que ayuden a buscar una respuesta arquitectónica adecuada a nuestro clima tropical.

1.2 Definición de objetivos

1.2.1 Objetivo principal:

Proponer criterios de diseño, en función a los factores climáticos de la República Dominicana, que impulsen el desarrollo de la arquitectura y la edificación hacia un nuevo modelo sostenible.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Reconocer los cambios actuales de la arquitectura y la edificación dominicana, en materia de; diseño, materiales, ahorro energético e impacto ambiental, enfocados en la condición de su entorno tropical.
- Conocer los aportes climáticos de la República Dominicana para definir una arquitectura con identidad propia y eco-eficiente.
- Analizar los conceptos claves referentes a la Arquitectura Sostenible y su aplicación en diseños pensados para un clima tropical.
- Explicar las estrategias de diseños tropicales para conseguir diseños de edificaciones coherentes con el entorno caribeño.
- Estudiar los estándares regulatorios internacionales, en criterios de eficiencia y sostenibilidad, de las edificaciones (España y Costa Rica), y elegir el más factible para la República Dominicana.
- Realizar un caso de estudio, mediante un modelo piloto y medir su comportamiento para identificar las tecnologías de diseño más adecuadas en ahorro energético para arquitectura en zonas tropicales.

1.3.3 Objetivos personales:

- Contribuir en el proceso del I+D+i respecto a la temática; **“Arquitectura Tropical Sostenible”** y aportar un pequeño grano de arena en el avance de la arquitectura y la edificación Dominicana.
- Profundizar en el conocimiento de herramientas, métodos y procedimientos técnicos más empleados en la actualidad, en materia de certificación y eficiencia energética.
- Adquirir ideas innovadoras que aporten soluciones o alternativas para llevar a la edificación del país hacia un modelo más sustentable.

2 Disponible en: <http://invertirend.wordpress.com/2010/09/29/la-industria-de-la-construccion-en-la-republica-dominicana/>

1.3 Problemática

Perfil de la arquitectura y la edificación actual de la República Dominicana

Analizando el estado actual en cuanto a temas relacionados con la sostenibilidad y el medio ambiente en el ejercicio de la arquitectura y la edificación dominicana, es más que evidente la poca experiencia que existe en el sector, en cuanto al reconocimiento que actualmente sufren las mismas. Habitualmente en el país al momento de llevar a cabo un proyecto de edificación, ya sea pública o privada, los criterios y requerimientos ambientales mínimos para su construcción, así como la condiciones climatológicas en donde se emplazará la misma, resulta ser de aplicación voluntaria o en su mayoría no tomada en cuenta, lo que conlleva a la hora de aplicar políticas de acondicionamiento y uso de materiales, que su diseño no corresponda a las condiciones climáticas del lugar y mucho menos a las características medioambientales de su entorno.

La revista Archivos de Arquitectura Antillana (AAA), en su edición número 046, señala que; *“Las grandes potencias del mundo utilizan las teorías de la arquitectura sostenible para disminuir el consumo energético de los edificios, reduciendo su impacto sobre el medio ambiente desde el momento de su fabricación, durante su período de uso e incluso su aprovechamiento luego de que los mismos entren en desuso”*³. En países caribeños como la República Dominicana, donde los problemas giran entorno al desarrollo de la nación, los temas en relación al medio ambiente y la sostenibilidad son degradados a un plano de atención inferior. A pesar que unos cuantos profesionales si sienten gran preocupación por el efecto sobre el entorno en el que vivimos, la sociedad en general, desconoce las consecuencias reales que esto conlleva y mucho menos como enfrentarlas. Uno de los problemas medioambientales que enfrenta sector, a la hora de lograr un hábitat ecológicamente eficiente, es la falta de criterio ante los nuevos métodos tecnológicos en materia de sostenibilidad que no resultan ser del todo factible para el diseño de una arquitectura bioclimática. Para corroborar con dicha descripción tomo las palabras del Arq. Gustavo Moré, quien nos dice; *“Hay proyectos de una marcada influencia moderna, con materiales y tecnologías de vanguardia que para el área caribeña, son cada vez más evidentes en las vallas y folletos de propaganda.” Lo cual ha creado en el territorio una “arquitectura de catálogo, que corresponden a otras sociedades, a otros climas y a otras culturas”*.

Según Arq. Oscar Imbert plantea que el arquitecto dominicano tiene que ser responsable y cumplir con el rol que le ha tocado vivir en su país, en este caso República Dominicana. El mismo considera que; *“La arquitectura de nuestro país algún día debe corresponder a la calidad de trópico de isla, es algo por lo cual debemos estar orgullosos y sacar ventaja de nuestras condiciones; del mar, de la lluvia y de los huracanes, que son condiciones con las que debemos vivir para diseñar.”* Para él es muy preocupante el hecho de que las tipologías arquitectónicas de los últimos años, en la República Dominicana, se hayan importado de otras latitudes, sustituyéndose las brisas del clima por espacios cerrados impregnados de aire acondicionado, los cuales requieren de mucha energía eléctrica, problema que no ha sido fácil de resolver para los dominicanos.⁴ Hasta que no se logren concretar lo ha dicho el Arq. Oscar Imbert y el Arq. Gustavo Moré, en el país, se seguirán con las mismas problemáticas que tenemos hoy en día: Arquitectura con poca circulación de vientos, dándole la espalda al mar y plagio de un estilo y tecnología que ignoran nuestro clima, por lo que se termina implementando sistemas artificiales de control ambiental que elevan el consumo energético y contaminan el medio ambiente.

Estos planteamientos comprueban la preocupación que existe respecto al tema de sostenibilidad y de eficiencia energética de las edificaciones en el ámbito nacional y dejan en evidencia que las tipologías arquitectónicas de la República Dominicana de las últimas décadas, no ha tenido como concepto prioritario la integración del edificio con su entorno, lo que constituye una urgencia la creación de políticas, sobre todo en lo concerniente a la edificación sustentable con el cuidado al medio ambiente, cuya solución debe de ser carácter general inmediato e impostergable dentro del sector.

3 Bioarquitectura, “HACIA UNA VIVIENDA SOSTENIBLE SANTO DOMINGO” (Revista AAA, edición n°046). <http://archivosdearquitecturaantillana.com/046/bioarquitectura.html#.VCqX7RaROsp>

4 Disponible en: http://arquitectura.do/2008/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=2

1.4 Justificación

“La forma sigue al clima” (Arq. Charles Correa)

Vivimos en tiempos donde la conservación del medio ambiente es inminente y regresar a los principios básicos de diseño arquitectónico que se adapten a la región donde vivimos debe ser la prioridad. Para lograr un hábitat sostenible, en la República Dominicana, debe romperse con la rutina y los malos hábitos adquiridos por décadas de derroche y mal manejo del uso de los recursos del medio que nos rodea, además del inadecuado uso de los materiales de construcción y la ampliación de medios mecanizados para la climatización de las edificaciones, que conlleva a un incremento desbordado de los índices en su consumo energético y contaminación. Según el arquitecto y urbanista indio Charles Correa en su publicación: Principios de arquitectura doméstica en el Trópico (Instituto de Arquitectura Tropical), plantea que; *“Vivir en el tercer mundo es responder al clima. Nosotros sencillamente no podemos desperdiciar la energía requerida para climatizar una torre de cristal bajo un sol tropical. Y esto, por supuesto, es una ventaja. Significa que el propio edificio debe por su forma, crear “controles” que necesita el usuario. Este grado de control climático involucra bastante más que ángulos solares y persianas: concierne a la sección, a la planta, a la forma y el corazón del edificio”*⁵.

Al igual el reconocido arquitecto Bruno Stagno, precursor de la arquitectura bioclimática en las regiones tropicales del mundo, plantea que; *“Arquitectura Tropical Sostenible”, no se trata de crear edificaciones en serie que compartan un conjunto de características idénticas, sino más bien particularidades simples pero imprescindibles. además sostiene que toda obra construida en el trópico debe tener un sistema de ventilación que no requiera necesariamente de energía eléctrica, materiales que respeten el medio ambiente, estructuras que, sin romper estéticamente con el entorno en el que se encuentran, sean resistentes a los fenómenos atmosféricos propios de esta región*”. La construcción sostenible es viable económicamente ya en nuestros días y la República Dominicana siendo un país tropical está destinado a adoptar una arquitectura basada en criterios y aspectos que logren cumplir con una adaptación adecuada a este entorno. La arquitectura dominicana debe buscar la forma de construir usando un diseño arquitectónico tropical caribeño que se valga de nuevas tecnologías, materiales y formas apropiadas para nuestro clima, que nos conecte al entorno natural que nos rodea y que en definitiva afirme nuestra tropicalidad de una manera innovadora.

En estos tiempos cobra gran importancia, en el mundo, el pensar en una arquitectura para latitudes tropicales que por igual, vaya en mayor sintonía y se convierta en un aliado integral del medio ambiente, teniendo como premisa el integrarse con técnicas de diseño bioclimáticos opuesto al aislarse con tecnología y recursos no renovables. En los últimos años, la República Dominicana ha mostrado un crecimiento económico sobresaliente en el contexto de América Latina (Promedio del PIB en torno al 5,5% entre 1991 y 2013, de acuerdo con los indicadores del Doing Business 2014 del Grupo del Banco Mundial), lo que resulta factible la aplicación de criterios sostenibles y tecnologías constructivas para poder impulsar el desarrollo de nuevos modelos de edificaciones sustentables. Para dicha aplicación sólo es necesario que los profesionales del sector fijemos nuestros objetivos por encima de todo al análisis de nuestras condiciones climáticas, los vientos dominantes en la región, el asoleamiento, la protección contra los huracanes, humedad, aspectos culturales, económicos, etc. Con tal de dar empleo a materiales de menor impacto ambiental y soluciones basadas en energías renovables para lograr una mayor eficiencia energética y autosustentabilidad de las propias edificaciones.

Es por ellos que considero necesario el desarrollo de este análisis para tomar la iniciativa y avanzar en la investigación de criterios acordes a las necesidades y capacidades medioambientales, para crear una visión que elimine soluciones inadecuadas con la realidad climática del país y nos permita desarrollar un nuevo modelo edificación sostenible, viable y adaptable, a sus condiciones circunstanciales específicas, que hoy día dentro del ámbito de la arquitectura y la edificación local es un concepto cuya realidad es incipiente.

1.5 Metodología

1.5.1 Desarrollo metodológico para el manejo de los datos

La metodología empleada para la obtención de los objetivos planteados en esta investigación está basada mediante el: **Método Analítico**, que es aquel que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos, para conocer más respecto al objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer conclusiones o nuevas teorías.

1.5.2 Recolección de datos

Para poder llevar a cabo la investigación, se ha recurrido al estudio y consulta de libros, revistas e informes respecto al tema y otras referencias digitales que contengan análisis y críticas referidas al tema de estudio en cuestión. Dichas fuentes proporcionaron el material y la información necesaria para la elaboración de este análisis y cada una de las cualidades respecto a la Arquitectura Tropical y sus principios internacionales sostenibles adaptables a la edificación de la República Dominicana.

1.5.3 Análisis de la información

El diseño metodológico para el análisis de la información se ha realizado con el fin de asegurar la factibilidad del estudio. La realización del mismo busca como fin evaluar los datos climáticos respecto al objeto de estudio y conocer el desempeño de las edificaciones antes tales condiciones para definir criterios sostenibles para su diseño.

1.5.4 Estructura de la investigación

La estructura de la investigación fue siendo desarrollada a lo largo de la misma, adaptándose a las nuevas necesidades y a las nuevas inquietudes en reflexión al tema. A continuación se identifican los capítulos o apartados en que desarrollará este trabajo y se comentan las actividades a realizar en cada una de ellas:

- 1. En el Capítulo 1 (Marco general):** Se realiza una revisión de las condiciones generales, marcando los objetivos y metodología a los cuales se encamina el análisis, conociendo las problemáticas respecto al estado actual de la arquitectura y edificación en la República Dominicana, con el fin de establecer un diagnóstico correspondiente al concepto de la sostenibilidad en el contexto dominicano.
- 2. En el Capítulo 2 (Análisis del contexto):** Se analiza los datos climáticos y la arquitectura precedente, puntualizando sus aportes como requisitos básicos para la elaboración de la propuesta.
- 3. En el Capítulo 3 (Marco conceptual):** Se presentan los conceptos referentes a la Arquitectura Sostenible y se clasifican los datos por aspecto de interés, con tal de encontrar soluciones a las problemáticas planteadas.
- 4. En el Capítulo 4 (Marco específico):** Se recopilan la información contundente respecto a la arquitectura tropical y sus parámetros de diseño fundamentados a dar respuesta al clima y proveer confort en las edificaciones dominicanas.
- 5. En el Capítulo 5 (Marco regulatorio):** Se mencionan las normativas medio ambientales y de eficiencia energética. Además se analizan los estándares de certificación a modo de visión global (España y Costa Rica), para identificar sus posibilidades de implementación en el ámbito local.
- 6. En el Capítulo 6 (Desarrollo de la propuesta):** Se definen los criterios de diseño sostenible y se presenta el modelo piloto de análisis, se discuten los resultados obtenidos y se evalúan las ideas que justifiquen la viabilidad y adaptabilidad de tal propuesta en el país.

Finalmente, se formulan las principales conclusiones derivadas de los resultados obtenidos, así como las recomendaciones y posibles futuras líneas de investigación. Además se muestra la bibliografía empleada para la elaboración de la investigación.

1.5.5 Alcance y área de aplicación

La realización de este análisis contempla como área de estudio todo el territorio de la República Dominicana, de manera que los resultados puedan ser presentados en diferentes ámbitos territoriales como: nacional, regional, provincial y municipal. La manipulación de la información tratará de evidenciar la evolución, progreso, retraso o falta de atención respecto al tema de reacondicionamiento ambiental, no sólo en el aspecto constructivo, sino también en el aspecto bioclimático o de sostenibilidad en el sector de la edificación del país. El estudio se engloba en un plano internacional y luego se especificará en el plano local, comprendiendo que parámetros se deben seguir para llevar a la edificación a un nivel más sostenible y eficiente. Además su alcance busca ser producto de futuras líneas de investigación para crear en la región una arquitectura que nos permita pensar y proyectar a futuro con una nueva perspectiva, más responsable y comprometida con el medio ambiente. En definitiva la investigación será un recurso con pauta para concientizar e informar que respetando nuestro entorno, siendo consciente climáticamente y ahorrando energía, es la mejor manera de diseñar y construir inteligentemente.

1.5.6 Limitantes

Cabe destacar que para la recolección de los datos correspondientes al tema se encontraron ciertas limitantes para el tráfico de información, debido a la complejidad del sector analizado y el restringido acceso a antecedentes e información actualizada en el ámbito local. En la República Dominicana existen pocos ejemplares de este tipo de propuesta y cuyo campo de estudio, hasta el momento, es un concepto emergente. En el ámbito internacional las limitantes teóricas fueron mínimas, producto de que las fuentes bibliográficas en cuanto al tema de investigación son abundantes. La propuesta proporciona los criterios de diseño más importantes, en materia de acondicionamiento, es por eso que la misma no puede dar respuesta a todas las variables que se pueda dar en un proyecto. Siendo sus limitaciones las siguientes:

- La Propuesta está dirigida al diseño de nuevas edificaciones, aunque sus criterios pueden aplicarse a proyectos de rehabilitación con cierta precaución.
- La propuesta se desarrolla para el clima general de la República Dominicana.
- La propuesta se puede aplicar a cualquier tipo de construcción convencional.

1.8 Conclusiones

En la República Dominicana la construcción de edificios con características sostenibles y amigables con el medio ambiente tiene aún un largo camino por recorrer, debido a que por el momento su aplicación corresponde a una base teórica en el campo y aún no se ha transformado en realidad. Correspondiente a la evaluación respecto al análisis de esta primer apartado pude evidenciar que:

- La mayoría de las edificaciones dominicanas no se adaptan a su contexto.
- La arquitectura que últimamente se ha creado en el país corresponde a otras latitudes discrepantes a la caribeña.
- No se le saca ventaja a las condiciones climáticas del país para lograr edificaciones sustentables que ayuden al desarrollo sostenible de la nación.
- Las tipologías arquitectónicas de las últimas décadas sólo se interesan en responder a la moda estética, sin tener en cuenta su integración con el entorno.
- La gran mayoría de los edificios construidos actualmente suplen un pésimo diseño bioclimático con enormes consumos energéticos.

Reconocer los aportes climáticos de una región, en este caso la caribeña, y como estos puede definir un tipo de arquitectura es de suma importancia. Las valoraciones que anteriormente he mencionado muestran la necesidad que tiene el país de desarrollar criterios de sostenibilidad respetuosos con el medio ambiente que le permita a la edificación trascender hacia una nueva generación que si responda de forma eficiente a sus condiciones climáticas. Esta propuesta pretende ser un instrumento para ayudar a definir los senderos de la edificación en la República Dominicana desde el punto de vista de la sostenibilidad y establecer una nueva línea de actuación común, que reconozca las singularidades de tener un hábitat más consolidado y de calidad.

CAPÍTULO II: **ANÁLISIS DEL CONTEXTO (Clima y Arquitectura)**

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación,
viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”



2.1 Introducción

2.1.1 El Trópico

El cinturón del mundo como también se le llama, se caracteriza por tener condiciones extremas tanto geográficas como meteorológicas. El término Trópico proviene del latín *tropīcus*, y éste del griego *τροπικός* que significa vuelta. La región tropical de la Tierra ha sido definida generalmente como aquella situada entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio, y éstos la vez por las zonas conocidas como; zona intertropical, tórrida o tropical.

Desde el punto de vista biogeográfico, los trópicos pueden extenderse más allá de los paralelos de Cáncer y Capricornio, ampliada hasta la zona de afección de las altas presiones subtropicales, situada sobre los 30°-35° latitud Norte y latitud Sur del ecuador. Los trópicos cubren un área alrededor del 40% de la superficie total de la tierra, albergando la mayor riqueza de flora y fauna de cualquier zona de vida en el planeta y a algo más del 40% de la población mundial.

El clima se define por el calor y la humedad, dividiéndose en dos grupos climáticos: húmedo-cálido y caliente-árido. El mismo se debe al ángulo de incidencia de la radiación solar que se produce en estas regiones (casi perpendicular al suelo todo el año). Esto hace que la temperatura sea alta y que las variaciones diurnas sean también muy altas. Ante esto el flujo de evaporación desde el suelo también es alto por lo que la humedad suele ser alta. A esto se le añade que el Ecuador es la región terrestre donde se encuentran los vientos fríos de un hemisferio (que está en invierno-otoño) con los de su opuesto, que serán más cálidos (por estar en verano-primavera), lo cual produce un estado de bajas presiones constantes llamado zona de convergencia intertropical (ZCIT), lo que produce precipitaciones constantes e intensas durante la mayor parte del año⁶.

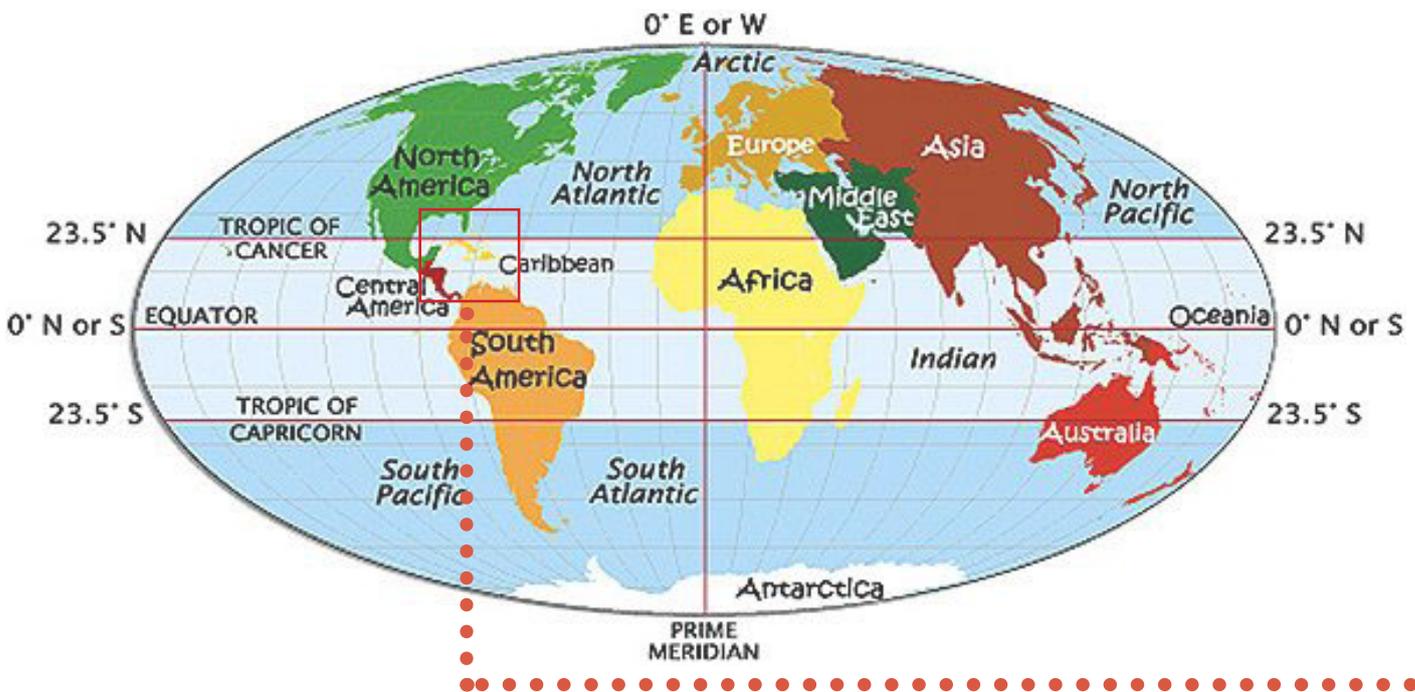


Figura 1: Región tropical del planeta Tierra
Fuente: Wikipedia

6 Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Clima_tropical

2.1.2 El Caribe

El Caribe es una región conformada por el mar Caribe, además por sus islas y las costas que rodean a este mar. La región se localiza al sureste del golfo de México y América del Norte, al este de América Central, y al norte de América del Sur. El clima en esta región es tropical, con temperaturas que no varían mucho en todo el año, con máximas de 30°C en verano y mínimas de 22°C o 23°C en invierno y por tener una humedad promedio de 80%, además está ubicado en una zona donde anualmente se producen huracanes y tormentas.

El Caribe es una zona que se caracteriza por una convergencia entre diversas culturas, costumbres y razas. Según el arquitecto colombiano Alberto Samudio Trallero, a través sus versos de la Revista Tadeo, edición n° 66 (La Arquitectura vernácula del Caribe), define al Caribe como; *“El lugar cuyo sólo nombre sugiere de inmediato una paleta de múltiples colores: la inmensa gama de azules de sus cielos y sus mares, el blanco de sus playas, el verde de sus palmeras y el follaje de sus árboles y la variedad de tonos cálidos y alegres de sus crotos, sus cayenas y sus veraneras y, dominándolo todo, el oro de su sol. Todo este colorido es apenas uno de los factores determinantes de su arquitectura”*⁷. Por tanto la edificación en esta zona debe de ser pensada como una respuesta a la tropicalidad.

Para lograr una proyección arquitectónica tropical sostenible en la República Dominicana es preciso conocer que son los trópicos y el caribe para poder entender las condiciones climáticas que tenemos que enfrentar los arquitectos y constructores que quisiéramos diseñar en esta zona. Para poder brindar espacios cómodos a los usuarios los mismos deben, antes que nada; entender el trópico y entender las características del caribe, es decir: el modo de vida de las personas, sus costumbres y sobre todo su arquitectura.



Figura 2: Región tropical caribeña
Fuente: Wikipedia

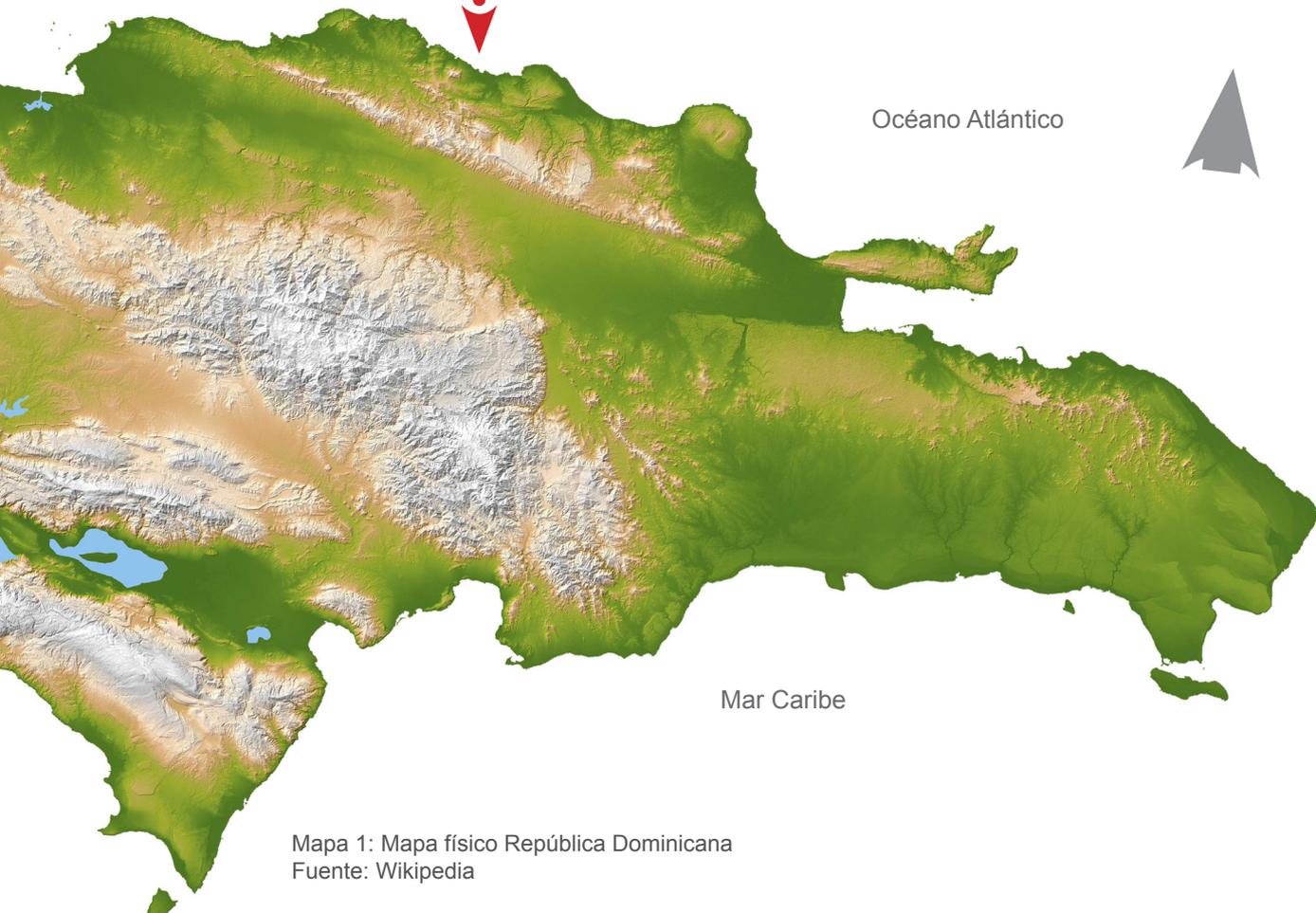
2.2 La República Dominicana: “Un paraíso tropical”.



La República Dominicana o Quisqueya (Vocablo taíno que significa «Madre de las tierras»), como también se le llama, pertenece al grupo de islas de las Antillas Mayores (Cuba, Jamaica, Puerto Rico y La Española). Con una extensión territorial es de 48, 442 kilómetros cuadrados, ocupando algo más de los dos tercios orientales de la isla, es decir; el 74% del territorio, el cual comparte con su vecino país, la República de Haití en su tercio occidental⁸.

8 Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Rep%C3%BAblica_Dominicana

Figura 3: Ubicación geográfica de la República Dominicana en el Trópico caribeño
Fuente: Wikipedia



Mapa 1: Mapa físico República Dominicana
Fuente: Wikipedia

Área: Incluyendo sus islas adyacentes, la República Dominicana cuenta con una superficie total de 48,730 km² de tierra, 350 km² de agua y una longitud lineal de 1,576 km de costa. Su forma es la de un triángulo con base en la frontera haitiana.

Límites: La República Dominicana limita al norte con el Océano Atlántico a lo largo de 586 km, al sur con el Mar Caribe en una distancia de 545 km, al oeste con Haití en 276 km de frontera (donde se encuentran las desembocaduras de los ríos Dajabón al norte y Pedernales al sur), y al este con el Canal de la Mona, separándola de la isla de Puerto Rico.

Coordenadas geográficas: La República Dominicana se ubicada en el hemisferio norte, al sur del trópico de Cáncer, en la región subtropical de los huracanes. Geográficamente, sus coordenadas geográficas la sitúa entre los paralelos 17° 36' (Cabo Beata) y 19° 58' (Cabo Isabela) de latitud Norte y entre los meridianos 68° 19' (Cabo Engaño) y 74° 31' (Cabo Iris) de longitud Oeste, con dimensiones máximas lineal de Este-Oeste de 385 Km. desde Punta de Agua a Las Lajas y de Norte-Sur de 258 Km. desde Cabo Isabela hasta Cabo Beata.

División política y población: La República Dominicana se divide en un distrito, (Distrito Nacional), donde se encuentra la capital nacional (Santo Domingo de Guzmán), y 31 provincias, estas a su vez se dividen en: 155 municipios, 231 distritos municipales, 1,777 secciones y 10,225 parajes. El país ha sido dividido en 3 macroregiones que son: Norte o Cibao, Suroeste y Sureste. Estas a su vez fueron subdivididas en 10 regiones administrativas o de desarrollo. Según la ONAPLAN (Oficina Nacional de Planificación), por medio del decreto presidencial N° 710-04 del 30 de Junio de 2004. Según los resultados preliminares del IX Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, la República Dominicana está habitada por 9, 378,181 personas, de los cuales 4.6 millones son mujeres y 4.7 millones son hombres, ONE (Oficina Nacional de estadística). Siguiendo la topología del Crecimiento Latinoamericano de Demografía (CELADE), el país se encuentra actualmente en la etapa «plena» del proceso de transición demográfica con una tasa de crecimiento poblacional promedio de 1,4%. La densidad demográfica alcanza aproximadamente 200 Hab/Km² (habitantes por Kilómetros cuadrados).⁹



Porcentaje de personas por sexo:



Gráfico 1: Porcentaje de personas por sexo

Región Norte o Cibao

- Cibao Norte
- Cibao Sur
- Cibao Este
- Cibao Oeste



Región Sureste

- Yuma
- Higüamo
- Ozama



Región Suroeste

- Valdesia
- El Valle
- Enriquillo



Mapa 3: División política y regional, República Dominicana
Fuente: Wikipedia

9 DOMINICANA EN CIFRAS 2010 (Oficina Nacional de Estadística) Pag. 20 - 21.

2.3 Características del clima

La República Dominicana posee un clima tropical en su mayoría, pero en zonas de gran altitud posee un clima desde el templado oceánico hasta semifrío húmedo, influenciado por los vientos alisios del noreste y por la topografía del país. Las variaciones climáticas oscilan desde semiárido a muy húmedo. En la costa el promedio de temperaturas es de unos 25°C, en las montañas más altas de -10°C a 15°C, y en otros lugares como los grandes valles 35°C¹⁰. Las estaciones no cambian mucho, pero se puede encontrar cambios significativos como, la primavera es seca, pero verde, florece todo el país, las temperaturas suelen ser frescas al principio y ligeramente cálidas al final. El verano es húmedo, lluvioso y caluroso. El otoño en algunos árboles se tornan un poco amarillentos y otros suelen cambiar sus hojas, al principio es caluroso y al final ligeramente fresco y los inviernos suelen ser templados y húmedos.

2.4 Tipos de climas (Microclimas)

Aunque con una modesta extensión geográfica, por así decirlo; La República Dominicana se destaca no sólo por contar con la mayor biodiversidad del Caribe y el tercero en el mundo, sino también por ser el país que más variedad de climas contiene en esta zona, entre los que podemos mencionar:

El clima árido (Seco Estepario): Su temperatura media se aproxima a los 30°C y desciende por las noches. la precipitación anual está por debajo de 500 mm. Y la vegetación es xerófila.

El clima semi-árido (Tropical Húmedo de Sábana): Tiene una temperatura media de 25°C, La precipitación anual es aproximadamente 1.500 mm. Y predomina la vegetación alternadas con algunos bosques y se encuentra en la llanura costera del Caribe.

El clima húmedo seco (Tropical Húmedo de Bosque): Su temperatura media es de 25°C. La precipitación anual sobrepasa los 2.000 mm. Y la vegetación es boscosa.

El clima semi-húmedo (Clima Húmedo de Selva): Durante todos los meses del año la temperatura está por encima de 18°C, la precipitación anual es de más de 2.000 mm. Y la vegetación es espesa.

El clima húmedo (Altitudinal Frío o de Montaña): Su temperatura media va por debajo de los 18°C, menos en el verano que aumenta de 19°C a 20°C. Se registra una precipitación anual entre 1.000 mm. Y 1.500 mm. Se cultivan vegetación de hortalizas, flores y frutas de clima templado¹¹.

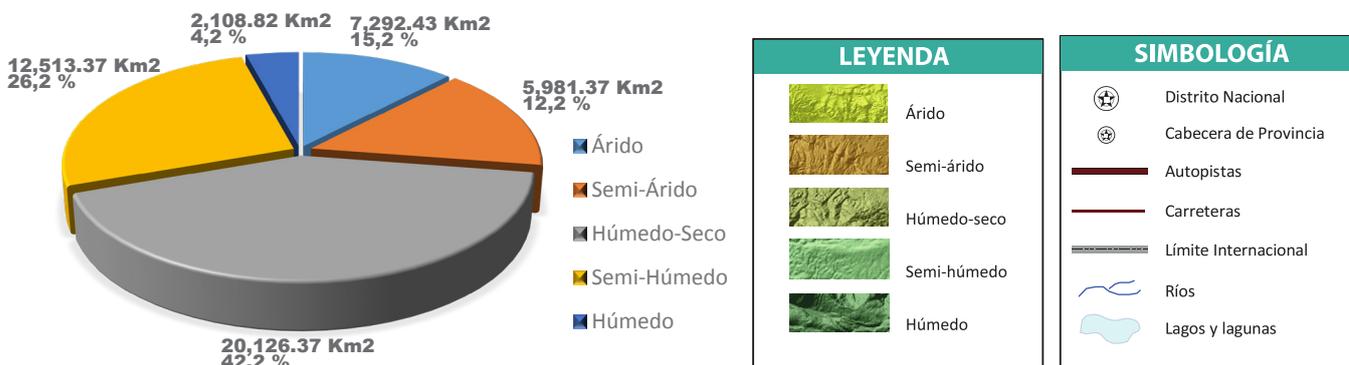
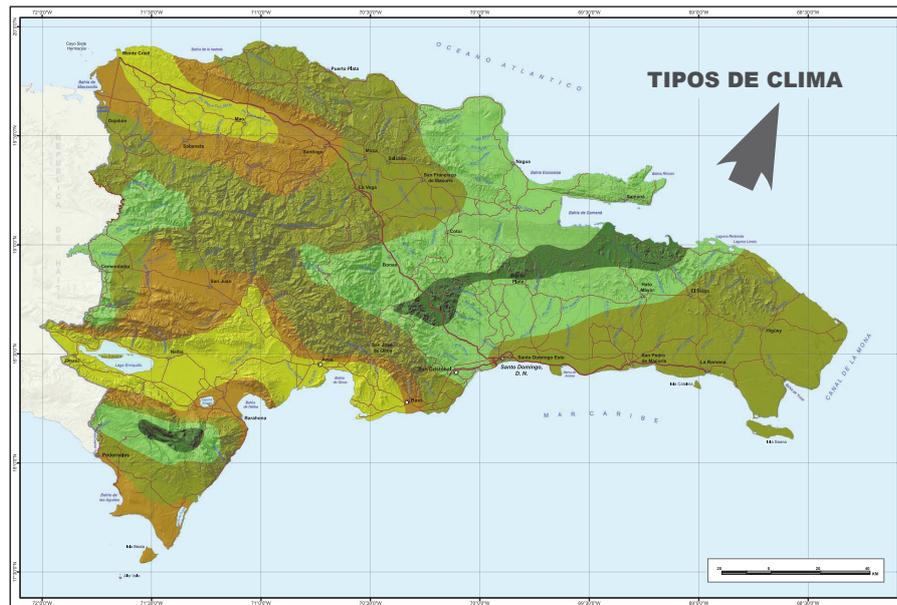


Gráfico 2: Área y porcentaje por tipos de climas, República Dominicana
 Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana (Ministerio de medioambiente y recursos naturales)

10 Disponible en: http://www.dominicanaonline.org/portal/espanol/cpo_clima.asp
 11 Disponible en: <http://www.encyclopediadetareas.net/2012/07/tipos-de-clima-en-la-republica.html>



Mapa 4: Áreas tipos de climas, República Dominicana
Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana
(Ministerio de medioambiente y recursos naturales)

2.5 Factores climáticos

Los factores climáticos son los que cambian las características de cada clima en particular y por ende la arquitectura de cada lugar. La República Dominicana presenta, por su ubicación geográfica, una gran variedad de climas, los cuales es producto de la interacción de los siguientes factores:

- **Latitud:** ubicada entre los paralelos 17° 36' y 19° 58'. Esto coloca al país al borde de la zona tropical norte, lo que se refleja en los elementos del clima que están relacionados con la radiación solar (temperatura, presión, vientos, humedad, lluvia, etc.), tanto en su duración como intensidad.
- **Insularidad (y reducida extensión):** El hecho de ser una isla de reducida extensión y que se encuentra bastante alejada de las masas continentales hacen que la influencia del mar sea importante. Las brisas diarias mar-tierra suavizan y uniforman las temperaturas e influyen en la cantidad y distribución de las “lluvias”, al arrastrar las masas de aire húmedo procedentes del mar. El país, y la isla, están libres de las temperaturas extremas a que están sometidos los continentes.
- **Proximidad a grandes masas de agua y tierra:** Las Corrientes Ecuatoriales del Norte y del Sur afectan al país debido a sus altas temperaturas y acuosidad, contribuyendo a intensificar esos caracteres en nuestro clima. Por otra parte, nuestra relativa cercanía a Norte América nos pone al alcance de las masas de aire frío que desciende en invierno por las llanuras centrales de Estados Unidos y que, al llegar a nuestro país, determinan lluvias menudas y bajas temperaturas, fenómeno conocido como “Norte”.
- **Temperatura de los mares vecinos:** La temperatura no es igual en el Océano Atlántico y en el Mar Caribe. Las aguas costeras del Norte reciben los efectos de las bajas temperaturas del Atlántico Norte; además, el Mar Caribe está más próximo a la línea ecuatorial.
- **Dominio de los vientos del Este:** Los vientos Alisios del Noreste (o del Atlántico) son vientos que vienen absorbiendo humedad a lo largo del Atlántico y producen lluvias abundantes al encontrarse con las montañas. A pesar de ser constantes están sujetos a un ritmo estacional así como a cambios diarios. Las perturbaciones producidas en el seno de los Alisios (ondas Alisias o del Este) ocasionan períodos de días muy lluviosos, seguidos de otros secos.
- **Sistemas de presión:** Entre los centros de altas y bajas presiones afectan el país, están los centros de alta presión que se encuentran el del “Atlántico - Bermudas” y el continental de América del Norte; un centro de baja presión es el de los golfos de Mosquito y Darién.

- **Relieve de la isla:** El variado relieve de la isla y, por lo tanto, del país determina importantes variaciones locales así como grandes variaciones diarias en los distintos elementos meteorológicos. Otro tanto puede decirse de las precipitaciones, pues la posición de nuestras cordilleras, cuyos ejes se orientan de Noroeste a Sudeste, permite elevadas precipitaciones del lado de barlovento y lluvias escasas a sotavento.
- **Huracanes:** Estos están asociados con fuertes vientos (que en ocasiones sobrepasan los 200 km/h) y lluvias torrenciales (con intensidades superiores a los 500 mm/24 horas). Los huracanes y otras tormentas tropicales se registran en el periodo comprendido entre el 1 de Junio y el 30 de Noviembre, afectando mayormente al Suroeste del país entre los meses de Agosto y Octubre.¹²

2.6 Elementos climáticos incidentes en el diseño de la edificación

Como lo que se busca, mediante esta investigación, es una respuesta arquitectónica que afecte lo menos posibles al medioambiente y que a la vez se adapte al clima de la región en que nos ubicamos, para llegar a esto, debemos estudiar los elementos climáticos que inciden en el diseño de las edificaciones, que son producto de las relaciones entre distintos fenómenos físicos que les dan origen y que a su vez se relacionan con otros elementos.

2.6.1 Temperatura

La República Dominicana queda dentro de una isoterma media anual de 25°C. Está suavizada en unos 1.5°C, respecto a la temperatura que le correspondería por su latitud, debido a la influencia marítima y las brisas. A causa de la acción estabilizadora de las corrientes marinas y aéreas, en la costa es raro que el termómetro registre temperaturas por debajo de 10°C; pero hacia el centro de la isla, durante la noche se pierde por radiación gran parte de su calor y en varias localidades pueden registrarse temperaturas extremas por debajo de 10°C. La temperatura desciende a medida que asciende el relieve montañoso. La disminución es de, aproximadamente, 0.5°C por cada 100 metros. Así se explica que Santo Domingo, al nivel del mar, tenga una temperatura media de 25.6°C y Constanza, a 1,234 metros sobre el nivel del mar, tenga 18°C de temperatura media anual. Durante los meses de invierno ocurren heladas en las partes altas de las regiones montañosas. Sin embargo, la mayor parte del país se encuentra libre de éstas, debido a que muy raras veces la temperatura baja a menos de 15°C. Son comunes las temperaturas altas durante los meses de verano, sobrepasando algunas veces los 34°C durante el mediodía¹³.

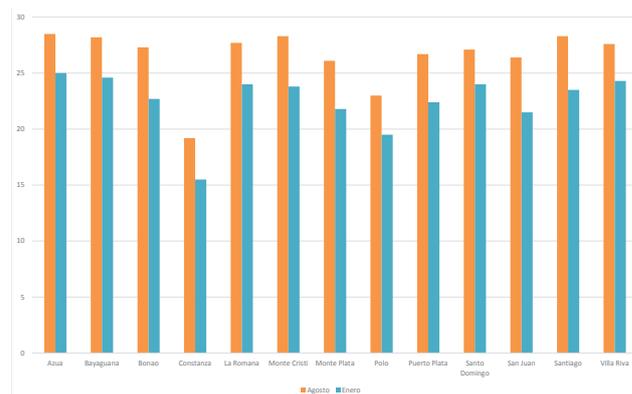


Gráfico 3: Temperatura promedio en algunas localidades de la República Dominicana
Fuente: José Marciano

La temperatura en la arquitectura es esencial porque nos permite crear y diseñar zonas que se adapten al entorno donde se construyen y donde las personas se sientan a gusto. Los factores que definen la temperatura son el asoleamiento, la latitud y la naturaleza del suelo. La temperatura que se considera ideal oscila entre 23°C a 25°C. Es en esta temperatura que el cuerpo humano se encuentra en su zona de confort siendo la humedad relativa igual a 50%.

12 Disponible en: <http://www.dominicanaonline.org/DiccionarioMedioAmbiente/es/definicionVer.asp?id=396>

13 MI PAÍS GEOGRAFÍA <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima2.html>

2.6.2 Radiación

En los climas tropicales las edificaciones deben procurar exponerse al mínimo a la radiación, la orientación más conveniente es con las fachadas más importantes mirando a Norte y Sur, que son las menos expuestas a la radiación. La ubicación geográfica de la República Dominicana cerca del ecuador es muy ventajosa para la generación de la energía solar. La NASA hizo el siguiente análisis sobre la eficiencia de paneles solares en la República Dominicana. El país está ubicado entre las longitudes -70° y -69° y las latitudes 18° y 19° . El análisis fue calculado a base de una longitud de -70° y una latitud de 18° , en donde calculó un promedio de radiación anual de 6.09 kWh/m^2 por día. Estas condiciones convierten a este país en un lugar ideal para la aplicación de la tecnología fotovoltaica¹⁴.

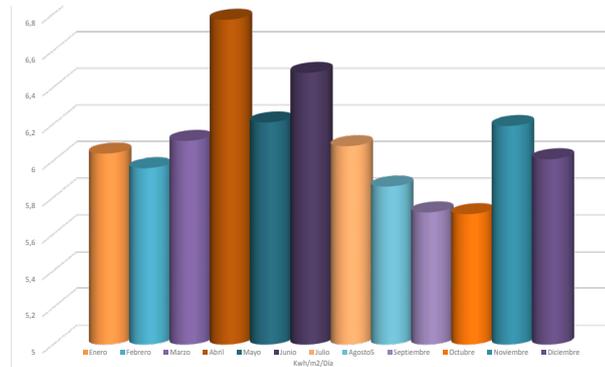


Gráfico 4: Radiación solar mensual en la República Dominicana
Fuente: José Marcano

2.6.3 Presión atmosférica

La presión máxima diaria se da a las 10 am y la mínima a las 4 pm. La variación diaria es de 1.2 (en mayo y junio) a 2 mbar (en febrero y noviembre). La variación anual es de 5 mbar. La máxima anual es de 1,017 mbar, ocurre a principios de año, mientras que la mínima anual es de 1,012 mbar, se presenta en Octubre.¹⁵

2.6.4 Viento

En los climas tropicales el viento (ventilación) es la herramienta más importante para disipar el calor dentro de las edificaciones. Adicionalmente es importante observar cuidadosamente las condiciones del entorno e intentar favorecerse de los vientos predominantes y de los movimientos cíclicos atmosféricos. El régimen de vientos puede descomponerse en dos partes: una debida a la circulación media o general en la estructura de la atmósfera (vientos alisios), y otra a las perturbaciones locales de cada región (brisas). Y habría que tener en cuenta las variaciones estacionales¹⁶. El viento es el que mejor combate los incómodos efectos de la humedad. En el interior de los edificios se genera humedad tanto por las actividades de los usuarios como por el sudor y la respiración de los mismos. Esto nos deja dicho que el viento es un factos indispensable para diseñar arquitectura que responda al clima y proporcione el máximo nivel de confort climático. Para poder aplicar en la arquitectura la ventilación natural, debemos de saber las características principales del viento. El viento es uno de los principales elementos climáticos que hay que tener en cuenta para construir. Según el arquitecto barcelonés Rafael Serra Florensa (1941-2012) en su libro: *Arquitectura y clima*, sostiene que el factos más importante en el clima es el aire, el arquitecto sustenta su hipótesis en el hecho de que tres de los parámetros más importantes del clima que están relacionados son; la temperatura, la humedad y el movimiento del aire.

2.6.5 Vientos alisios

Los vientos alisios predominan sobre la isla durante todo el año. Se hacen sentir más sobre los sistemas montañosos, donde soplan con mayor violencia. La sensación en las Antillas es que vienen desde el Este durante todo el año pero lo habitual es soplar del Noreste en invierno y del Sureste en verano.

14 MI PAÍS GEOGRAFÍA <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima2.html#dia>

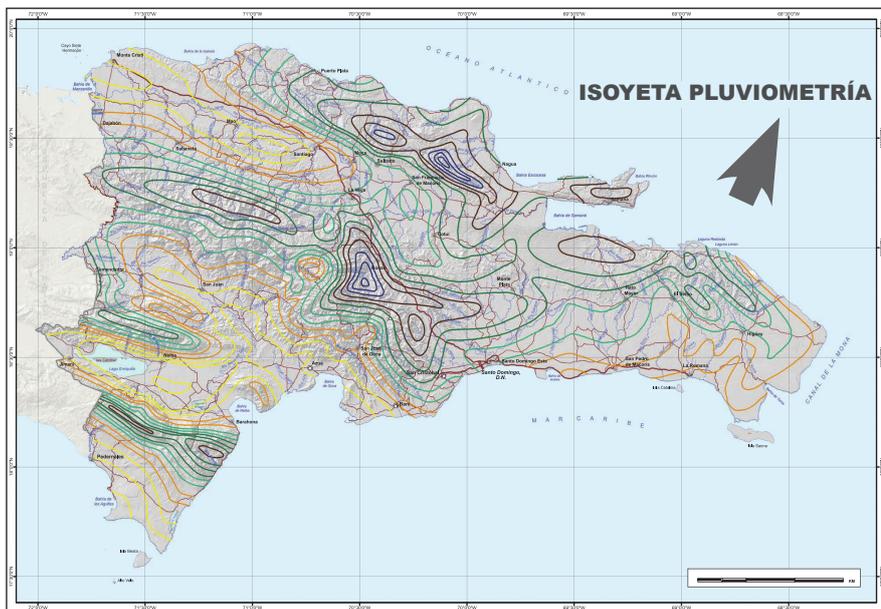
15 Disponible en: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima1.html>

16 Disponible en: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima4.html>

La acción de los vientos alisios influye decisivamente sobre nuestro clima y se hacen sentir más en las áreas más expuestas a las corrientes. Lo contrario ocurre en las áreas resguardadas, donde no llega libre su acción.

2.6.6 Pluviometría

Según la ONU la República Dominicana es el tercer país insular con más biodiversidad del mundo, su mérito se debe a la gran variedad en precipitación y microclimas. La precipitación media anual para todo el país es de unos 1,500 mm, con variaciones que oscilan de 350 en la Hoya de Enriquillo hasta 2,743 mm anuales en la Cordillera Oriental. Gran parte del país goza de más de 100 días de lluvia anuales (± 0.5 mm por día), con variaciones que oscilan desde 31 días para Pedernales y 265 días para San Cristóbal. Es de gran importancia la distribución de esas lluvias a lo largo de todo el año, siendo diferente para cada región y zona. Conociendo el promedio de precipitación que tiene el lugar donde construiremos, podremos hacer un diseño más efectivo, de esta manera sabremos como deberán ser los techos, el sistema de drenaje y los materiales que se utilizarán.



Mapa 5: Isoyeta (Precipitación media anual), República Dominicana
 Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana
 (Ministerio de medioambiente y recursos naturales)

En el país hay cinco causas o factores determinantes de la precipitación pluvial:

- 1. Relieve.** El relieve o topografía da lugar a lo que se llama lluvias orográficas. Hay cuatro áreas en el país cuyas precipitaciones son de 2,000 mm o más y se deben a ese tipo de lluvias.
- 2. Frentes polares.** Las lluvias que traen los llamados frentes polares se deben al paso de ciclones subtropicales por el océano Atlántico, al Norte de la isla. Los vientos que predominan en las latitudes medias vienen del Oeste, y los vientos polares se mueven hacia el Ecuador. La zona donde se encuentran ambas corrientes da lugar a un conflicto o frente polar, el cual arrastra consigo lluvias menudas y bajas temperaturas.
- 3. Convección.** Esta clase de lluvia se produce por ascenso del aire caliente cargado de humedad. La precipitación ocurre por enfriamiento en regiones elevadas de la atmósfera, lo mismo que en el caso de la lluvia orográfica.
- 4. Ondas del Este.** Llamadas también Ondas Alisias porque son los alisios los vientos predominantes y ellos las impulsan hacia el Mar Caribe. Estas ondas traen al país lluvias que pueden durar tres días o más.
- 5. Huracanes.** Las corrientes ascendentes de aire en un huracán van cargadas de gran cantidad de humedad, y esa humedad, en estado de vapor, al ascender se convierte en lluvia¹⁷.

17 Disponible en: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima3.html>

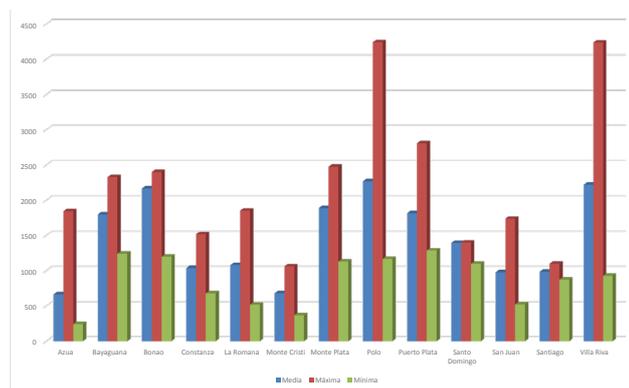


Gráfico 5: Pluviometría anual para algunas localidades de la República Dominicana
Fuente: José Marcano

2.6.7 Humedad relativa (HR)

La humedad es el sinónimo del contenido de vapor de agua que está en el aire. La humedad relativa media anual registrada varía entre 72% para Santiago y 84% para Sabana de la Mar. El siguiente gráfico muestra los promedios mensuales de humedades relativas en algunas localidades del país. En Santo Domingo, con una media anual de 80%, la variación diaria oscila, entre el amanecer y el mediodía, de 82% (en enero) y de 80% a 75% (en julio).

El siguiente gráfico muestra el porcentaje de HR (Humedad Relativa) para algunas localidades del país. Cuando hay un exceso de humedad, nos sentimos incómodos y con una sensación de frío. Desde el punto de vista del diseño, éstas son condiciones que tenemos que evitar dentro de la edificación. En el caso de los países cuya humedad relativa no es tan elevada como en la República Dominicana, se implementa incluso métodos de mejora para elevar el bienestar de sus ocupantes.

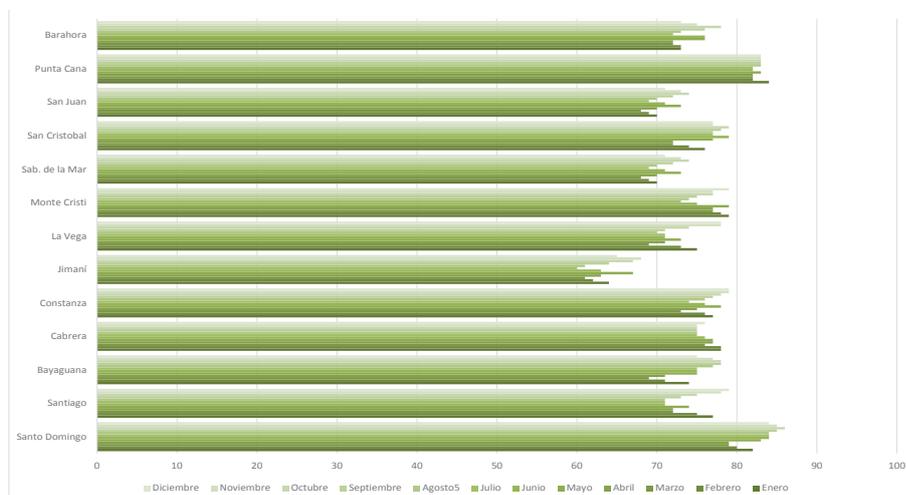


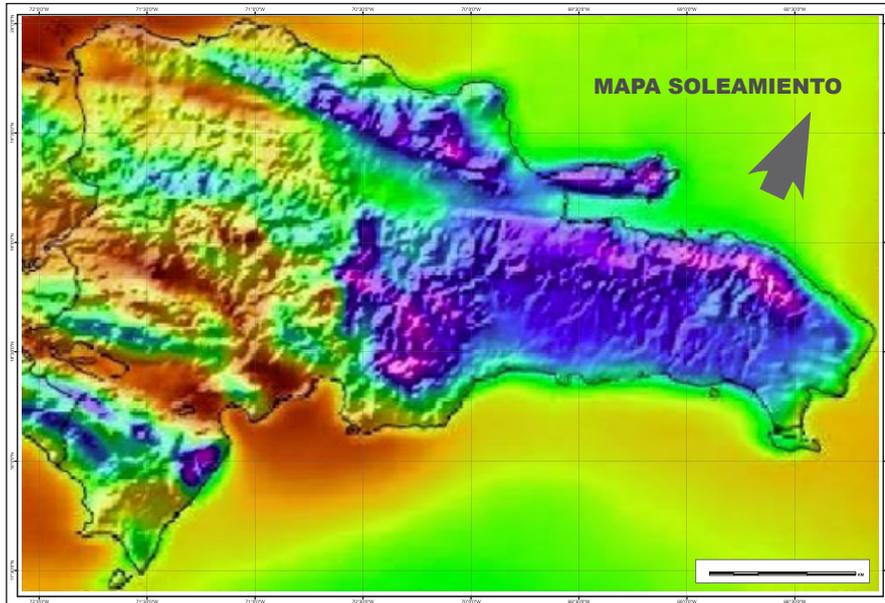
Gráfico 6: Porcentaje Humedad Relativa (HR) en algunas localidades de la República Dominicana
Fuente: José Marcano

2.6.8 Evaporación

La relativa perpendicularidad de los rayos solares que inciden sobre las latitudes tropicales implica una radiación solar intensa que acelera la evaporación y los procesos termodinámicos. En consecuencia, el porcentaje de nubosidad, vapor de agua y otras partículas suspendidos en la atmosfera es alto. En la República Dominicana la evaporación es aguda dado el carácter tropical de la isla, especialmente en los valles, según cálculos de la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET), la evapotranspiración potencial (suma de la evaporación directa desde el suelo y de la transpiración de las plantas), varía entre 1,043 y 1,616 mm anuales.

2.7 Soleamiento

En la República Dominicana la duración del día (tiempo que permanece el sol sobre el horizonte) oscila entre 11 y 13 horas, dada nuestra latitud o cercanía al Ecuador. La siguiente gráfica muestra la duración promedio del día para cada mes, en los paralelos 18, 19 y 20 de latitud Norte del país. La insolación (número de horas con sol brillante) oscila entre 6 horas, para Diciembre-Enero, a 7 horas, para Marzo-Agosto y una insolación media anual de 50%.



Mapa 6: Radiación solar, República Dominicana
Fuente: Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET)

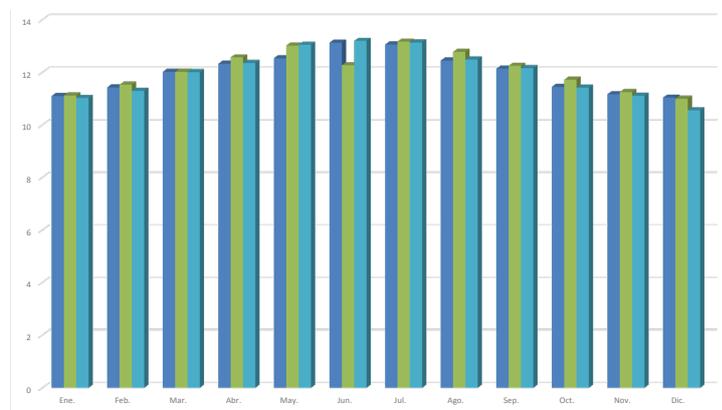
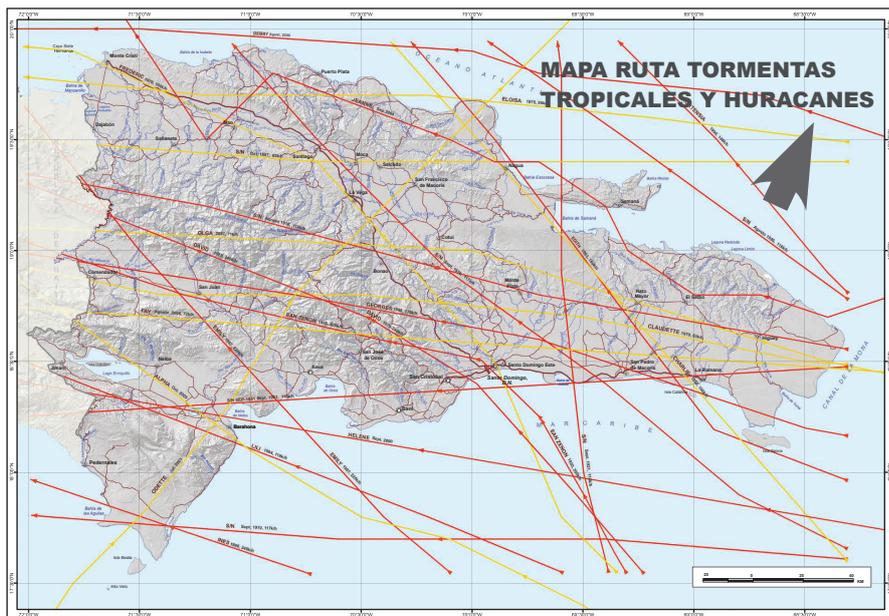


Gráfico 7: Horas de soleamiento, República Dominicana
Fuente: José Marcano

2.8 Fenómenos meteorológicos (Tormentas tropicales y huracanes)

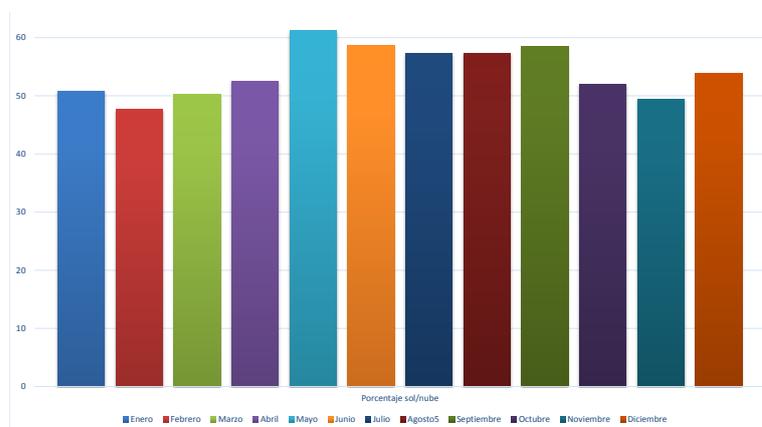
También hay que tomar en cuenta que el territorio dominicano se encuentra en el área de influencia de los huracanes, los cuales se originan en los sistemas de baja presión. El término ciclón tropical se aplica para todas las circulaciones que se originan sobre aguas tibias tropicales durante los meses de junio a noviembre y que según la velocidad de sus vientos, se pueden clasificar en; Depresión tropical si no alcanzan 61 km/h, Tormenta tropical si oscilan entre 61 y 117 km/h y Huracán cuando superan los 117 km/h. La costa Sur de la República Dominicana es la región más afectada, recibiendo el 67% de los ciclones que asotan el territorio, dada su situación en su trayectoria, formados al Este de los 70° Oeste y bajo los 20° N, que son los que más afectan al país¹⁸. Definitivamente, este tipo de eventos extremos significan un riesgo para el diseño de edificaciones y donde hay que tomar en cuenta su destructiva influencia, considerando factores de seguridad, especialmente en la parte estructural.



Mapa 7: Ruta tormenta tropicales y huracanes, República Dominicana
Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana (Ministerio de medioambiente y recursos naturales)

2.9 Nubosidad

Las variantes estacionales de nubosidad muestran una máxima doble: en Mayo o Junio y en Septiembre u Octubre, siendo la primera un poco más pronunciada. Por lo general, en la región montañosa el porcentaje más bajo de nubosidad ocurre entre Diciembre y Abril. El promedio de nubosidad diurna varía considerablemente pero, por lo general, es mayor entre las 4 y las 6 de la tarde.



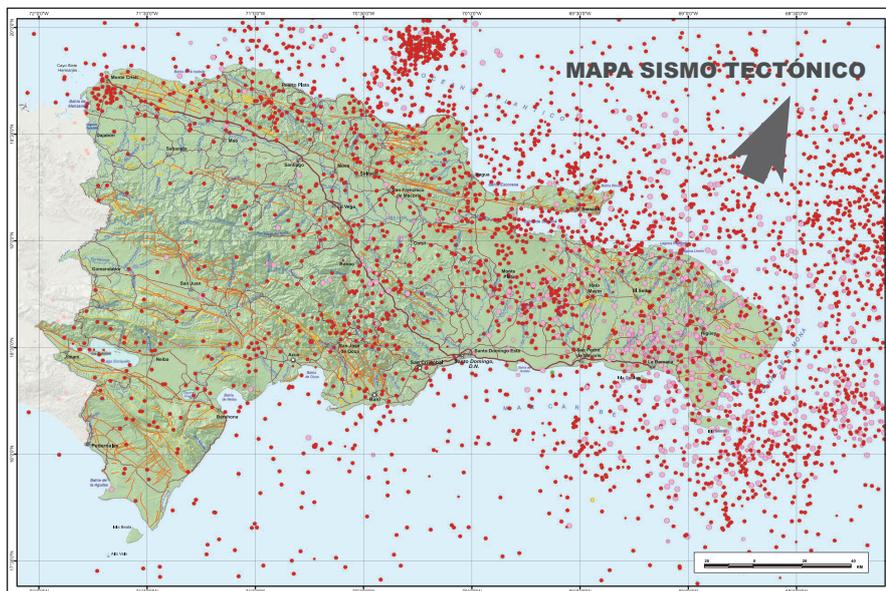
Gráfica 8: Nubosidad mensual, República Dominicana
Fuente: José Marcano

2.10 Brisas

- **Brisas mar – tierra:** Estas son corrientes que se manifiestan durante el día y la noche en las zonas costeras del país. Su causa es la diferencia de calentamiento de las tierras y las aguas del mar.
- **Brisas marinas:** (brisas marinas, o simplemente brisa) idealmente comienza hacia las 10 a.m., como consecuencia de la diferencia de temperatura entre la tierra y el mar durante la mañana; registra su máxima velocidad hacia las 2 p.m.
- **Brisas valle – montaña:** Estas corrientes se producen de un modo similar a las brisas mar – tierra, a lo largo del año. Las laderas de las montañas se calientan y enfrían más rápidamente, sobre todo si son rocosas o deforestadas, mientras que el valle, protegido por las montañas, lo hace más lentamente¹⁹.

2.11 Fenómenos telúricos (Sismo-tectónico)

En el país la vulnerabilidad de las edificaciones ante eventos sísmicos es notoria, ya que el mismo se encuentra en el borde de interacción entre la placa tectónica de norteamérica y la placa tectónica del Caribe. La isla esta travesada por varias fallas tectónicas; dividiendo el territorio en placas de mayor o menor actividad. La medición y localización de los movimientos telúricos se realiza por medio de sismógrafos instalados en estaciones que utilizan equipos especializados para registrar la magnitud, profundidad y la distancia del sismo desde su epicentro. Existen dos escalas para medir la intensidad del movimiento telúrico: la de Mercalli modificada, que mide el fenómeno con un rango de 1 a 12, midiendo cualitativamente los daños causados; y la escala Richter, con rango de 1 a 10, que mide cuantitativamente la magnitud del movimiento, siendo ésta la escala más usada en el país. En los últimos siete años y medio, desde 2003 a Septiembre del 2011, según registros del Instituto Sismológico Universitario, de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Se ha producido un total de 3,586 movimientos telúricos, de los cuales 1,979 tuvieron magnitudes entre 2,4 a 5,4 en la escala Richter. La información contenida en el mapa está referida a los eventos telúricos ocurridos en la República Dominicana durante un período de siete años y nueve meses²⁰.



Mapa 8: Sismo-Tectónico, República Dominicana
 Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana
 (Ministerio de medioambiente y recursos naturales)

2.12 Aspecto Socio-económico

La economía es también un aspecto importante que influye en la expresión arquitectónica, siendo una limitante que condiciona como será dicha expresión. En el contexto de los países de América Latina y el Caribe, la República Dominicana se ha destacado por su nivel de crecimiento económico en las últimas dos décadas. Según el Informe Nacional de Desarrollo Humano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, República Dominicana 2005, establece que este país se ha insertado en la economía mundial, conociendo tasas de crecimiento económico promedio anual por encima del 5%. Sin embargo, el carácter excluyente del modelo económico que se ha impuesto, no ha traducido este crecimiento al bienestar de la población. Los resultados del informe, que realiza anualmente el Banco Central de la República Dominicana, sobre el comportamiento de la economía al cierre de 2013; El país había registrado un crecimiento de 4.1%, según datos preliminares, superando en poco más de un punto porcentual la proyección de 3.0%, creciendo por encima del promedio de las economías a nivel de Latinoamérica y El Caribe, que el Fondo Monetario Internacional (FMI) estima en 2.7% y la Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL) en 2.6%.

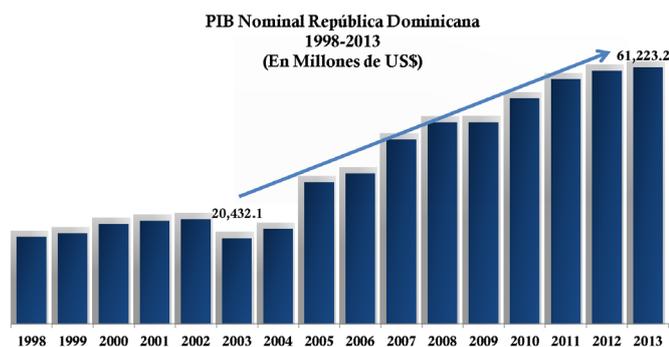


Gráfico 9: PIB Nominal República Dominicana 1998-2013

Fuente: Banco Central de la República Dominicana

2.13 Arquitectura

“Para saber hacia dónde vamos, debemos conocer de donde venimos”.

Arq. Bruno Stagno.

2.13.1 Prefacio

Siglos atrás, grupos migratorios provenientes de tierras continentales fueron poblando la isla La Española y con ellos trajeron, entre otras cosas, sus modelos arquitectónicos y sus tradiciones constructivas. Pero ante las nuevas condiciones ecológicas, posiblemente tuvieron que hacer algunos cambios de materiales, al no encontrar en la isla o en la región de la isla donde se establecieron los materiales tradicionalmente utilizados por ellos. Según el historiador dominicano Marcio Veloz Maggiolo, nos comenta en su libro: *La isla de Santo Domingo antes de Colón*, en su publicación en el año 1993, que los primeros en asentarse en la isla fueron los Barreroides, hacia el año 4000 A. C. Un grupo de recolectores provenientes de Centroamérica, quienes eran; *“Navegantes con conocimientos, muy rudimentarios del uso de los espacios, y escogieron las zonas cercanas a las minas de sílex; Materia prima con la que confeccionaban sus instrumentos”*²¹. El autor expresa que el grupo migratorio era muy amplio y que ocuparon varias zonas de la isla, como rocosas, cerca de las playas, ríos y arroyos, veces retirados del mar. Cabe decir: que aunque se tienen vestigios de esta cultura no se tiene muestra de sus expresiones arquitectónicas y que tipos de métodos ambientales utilizaban en su acondicionamiento. El historiador dominicano Frank Moya Pons, comenta que un segundo grupo llamados los Banwaroides provenientes de los arawak de América del Sur se le unió 1,500 años después y que éstos tenían mayor dominio del medioambiente.

En las Antillas aparecieron otros grupos de inmigrantes, pero es en el siglo IX que aparece un grupo llamado los Taínos, los cuales perduran 600 años hasta la llegada de la colonización. Basándome en la información proporcionada por el colonizador español Fernández de Oviedo (1478 –1557) en su libro: *Historia general y natural de las Indias*, describe las casas taínas quisqueyanas en dos tipologías: una de planta circular y techo cónico llamado Caney, y otra rectangular llamada Bohío, con techo a dos aguas y las principales con galerías frontales. En cuanto a los materiales constructivos, utilizaban productos vegetales típicos como yagua, cana, yarey, guano, palma, bejuco, etc., y el método constructivo era con postes de madera que enterraban en el suelo y cañas sujetadas por bejucos con los techos de palma o paja, dejando en lo alto un respiradero, recubierto por un caballete, para la salida del aire caliente y del humo de las brasas que siempre mantenían dentro de las casas. Este tipo de arquitectura, aunque creada de manera empírica, lograba confort climático por medio de la manipulación de sus elementos arquitectónicos como respuesta a la radiación solar, la precipitación y los vientos, y mantenía una temperatura del aire y un bajo nivel de humedad dentro de los espacios habitables, logrando así una verdadera sostenibilidad.

El Caribe, que deriva de los caribes (Nombre utilizado para describir la etnia Amerindia predominante en la región a finales del siglo XV), sirvió como antesala a la apropiación de los grandes territorios continentales. Con la llegada de Cristóbal Colón, en 1492, al territorio de República Dominicana (Quisqueya), la bautizó con el nombre de La Española, convirtiéndose en la primera colonia europea en América; posteriormente se fundó la ciudad de Santo Domingo, capital del país y

primera capital de España en el Nuevo Mundo. En la segunda mitad del siglo XIX, con el nacimiento de la República, se solidifica la clase campesina y surgen nuevos poblados en el interior del país, dando origen a estilo arquitectónico vernáculo. Las migraciones son más frecuentes, así como el intercambio comercial con las demás islas del Caribe. Por esa razón, el siglo XIX es más rico en influencias arquitectónicas y artísticas. Teniendo La Española orígenes y similar historia a las demás islas del Caribe. Durante las últimas décadas del mismo siglo, se introduce la arquitectura victoriana con nuevos materiales, especialmente industrializados. Con la introducción de éstos y con otros cambios de estos siglos, se van perdiendo muchas de las tradiciones y conocimientos constructivos que fueron pasando de generación a generación, dando paso a otra categoría de arquitectura denominada popular, en donde estas viviendas ya no son construidas por los usuarios ni en convites, sino por maestros constructores (Aparejadores).

He de afirmar que tanto en la República Dominicana como los demás países caribeños, presentan un historial de construcciones sostenibles muy marcada, fruto de la transmisión de herencias culturales, mezclas de diversas culturas y presencia de nuevos factores geográficos y ecológicos. Como he señalado anteriormente, en el país existieron diversos factores que tuvieron una importante influencia para llegar a los tipos de edificaciones que tenemos hoy día, donde las condiciones climáticas establecían de manera considerable la forma construida y las edificaciones se adecuaban perfectamente al lugar, manifestando el ingenio que tuvieron los habitantes para resolver los diferentes retos constructivos; de acuerdo a las condiciones meteorológicas, los materiales disponibles, así como las tradiciones culturales y demás factores que fueron relevantes dentro de la forma de cada tipo de arquitectura. Vamos a analizar ahora, de manera más detallada, las evoluciones de las características arquitectónicas y sus elementos representativos correspondientes, de acuerdo a la manera en que eran diseñadas las edificaciones durante el paso del tiempo en el país y como las mismas eran adecuadas climáticamente dentro de la forma de cada estilo.

2.13.2 Arquitectura Taína

La ocupación territorial aborígen de La Española es resultado de la mezcla de muchos pueblos y pequeños poblados ubicados a orillas del mar, en las riberas de los ríos, en los valles y alrededor de lagos y lagunas, rodeados de “muchas labranzas a manera de granjas”. Estos pueblos se dividían en provincias o cacicazgos, éstos a la vez se dividían en clases sociales en el que la autoridad era el cacique. La isla estaba conformada por cinco cacicazgos, los cuales tenían sus villas principales.



Mapa 9: Ubicación geográfica Cacicazgos de la isla de La Española
Fuente: Wikipedia



Imagen 1: Yucayeque o aldea, Poblado taíno
Fuente: Wikipedia

La primera muestra arquitectónica que hubo en la isla fue la arquitectura de la cultura Taína. Las viviendas podían tener planta circular, a las que llamaban Bohíos, los cuales constituían la mayoría, o rectangular a la que llamaban Caneyes, aunque este término era empleado, al menos por los españoles, de forma genérica como sinónimo de vivienda²².

22 TESIS: Núñez Zorrilla, María del Pilar (2011). “ARQUITECTURA VERNÁCULA Y COLONIAL DOMINICANA”, Trabajo final de especialización en Arquitectura y sostenibilidad: Herramienta de diseño y técnicas de control medioambiental. Universidad Politécnica de Cataluña, UPC. Barcelona, España. (Pag 8-9).

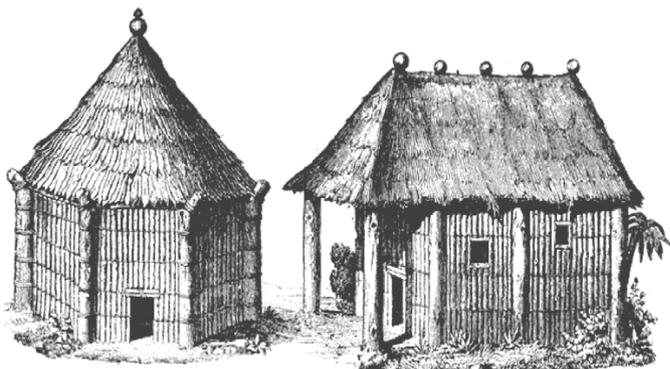


Figura 4: Caney (Casa usada para uso general) y Bohío (Casa usada para los jefes o caciques)

Fuente: Wikipedia

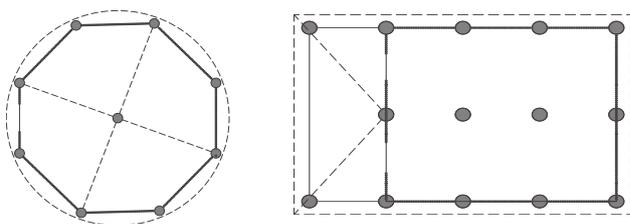


Figura 5: Programa funcional, Caney y Bohío.

Fuente: Del mismo autor

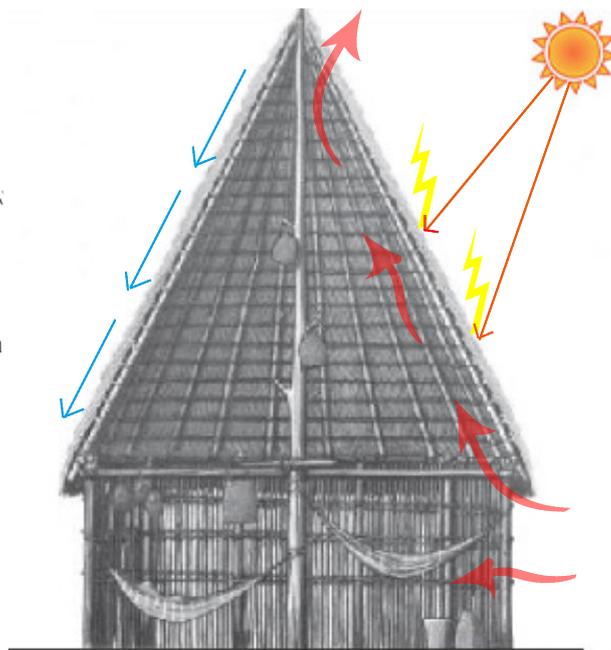


Figura 6: Esquema de climatización, Bohío.

Fuente: Del mismo autor

La estructura básica de los bohíos era a base de gruesos horcones, de unos 25cm de diámetro, con el extremo superior en forma de horqueta, sobre las cuales se apoyaban las soleras o vigas perimetrales. Estos horcones eran enterrados unos 80cm y el espacio entre ellos era cerrado por varas o cañas colocadas verticalmente. Sobre las soleras apoyaban largas varas, las cuales eran atravesadas por cañas o correas, las que para hacerlas más sólidas, las ponían de dos en dos, y a un palmo de distancia. Todos estos elementos que conformaban la estructura del bohío eran amarrados con bejucos. Las cubiertas eran hechas básicamente de yaguas, hojas de palma cana, palma real, guano, bihao o paja. El caney de planta rectangular tenía un techo cónico de gran peralte, dejando en lo alto un respiradero, recubierto por un soporte, para la salida del aire caliente y del humo de las brasas que se encontraban dentro de las casas, donde las paredes también eran fabricadas usando hojas secas de cana o yagua de palma real. Climáticamente tiene la ventaja de que con cualquier orientación se mantiene ventilada, ya que el viento penetra por los pequeños huecos formados entre los postes de madera y por ser de planta circular no presenta superficies perpendiculares al sol, por lo tanto se calienta menos. La vivienda tiene entre 6 y 7 m. de diámetro y la misma altura en el centro. Los muros tienen 2.20 m. de altura hasta el cerramiento de la puerta, el techo sobresale hasta 1.50m de la parte exterior del muro, para protegerlos de la lluvia y del sol. Los interiores de las casas eran sencillos y normalmente sin ninguna división interior, aunque parece ser que las viviendas grandes sí tenían tabiques que formaban diferentes espacios o cuartos. El elemento decorativo principal lo constituían las esteras que ocasionalmente cubrían las paredes. Los pisos eran de tierra y bien barridos, pero hay descripciones de pisos de ladrillos pequeños, negros o blancos, y con dibujos ornamentales, de los cuales no se han encontrado evidencias arqueológicas. También usaban esteras tejidas con fibra vegetal, para cubrir los pisos.

Las casas de los caciques eran bastante diferentes de las demás, ya que tenían mucho mayor tamaño eran rectangulares, más espaciales con techos a dos aguas o cuatro aguas, de una gran pendiente, donde las principales viviendas poseían galerías o marquesinas en la parte frontal como recibimiento, median aproximadamente 26.90 por 8.40 metros. Colocadas frente a la plaza donde se reunían los miembros de las tribus para realizar celebraciones y actividades sociales. También tenían una cocina exterior. Inclusive se tienen noticias del uso de embarrado en los tabiques o paredes divisorias. Los interiores, además de los pisos de ladrillos y esteras, eran más decorados, con tapices policromados de algodón y como mobiliario adicional tenían un estrado, donde se sentaba el cacique principal para reunirse con sus caciques y sus invitados.

De las cocinas exteriores de las casas de los caciques, sólo se sabe que eran capaces de albergar a la vez, a unas cuarenta tainas cocinando.

2.13.3 Arquitectura Colonial

La arquitectura colonial en la isla de Santo Domingo surgió como consecuencia de la necesidad de hospedaje de los españoles, a comienzos del Siglo XVI, este estilo tenía ciertas características que no se alejan de las necesidades para el confort en este clima tropical. Estas casas coloniales entraban dentro del estilo gótico, aunque para el siglo XVI se encuentran detalles de transición hacia un estilo donde se mezclan el Gótico y el Renacimiento, en el que la decoración es más importante que lo estructural, influido por artistas flamencos y germánicos, llamada Plateresca.



Imagen 2: Plaza España de Santo Domingo de Guzmán.
Fuente: Wikipedia



Imagen 3: Basílica de Santa María la menor (Catedral Primada de América)
Fuente: Wikipedia

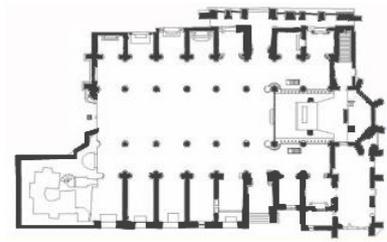


Figura 7: Programa funcional, Basílica de Santa María la menor (Catedral Primada de América)
Fuente: Del mismo autor

En la arquitectura de las casas coloniales predominaban los muros de piedra o ladrillo, las actividades diarias se realizaban entorno al llamado patio español o patio central, decorado con fuentes, vegetación y azulejos que confirman que también hubo influencia musulmana, se pueden apreciar colores en los patios centrales integrando el orden toscano de tradición romana a la estética mudéjar. El sistema constructivo de los españoles para las casas se vio alterado por el clima tropical, tuvo que adaptarse a las condiciones climáticas y por ello se hicieron modificaciones en el diseño, como ampliar las puertas de la planta baja, las ventanas al igual que las puertas, se agrandaron para que entrara mayor corriente de aire y estaban protegidas por rejas de hierro, se crearon logias alrededor del patio central, en la planta alta se crearon balcones con arcos para protección contra la radiación solar, cubiertas a dos aguas y muros de mampostería de piedra o ladrillo. Su distribución funcional se basa en salas, comedor, habitaciones, cocina, patio central y traspatio.

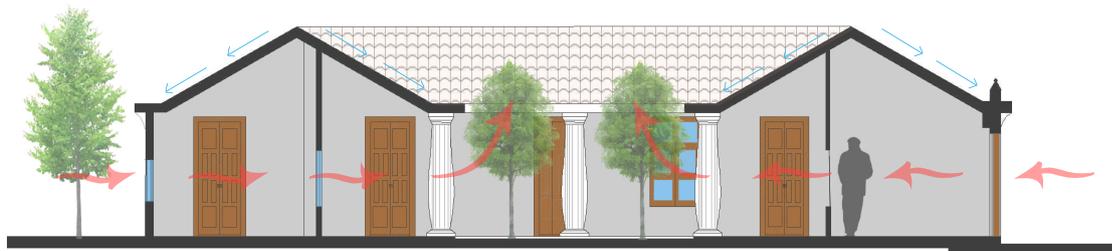


Figura 8: Esquema de climatización, edificación colonial
Fuente: Del mismo autor

En el trópico, las casas coloniales de patio central, cumplían con las mismas condiciones, permitiendo además ventilación cruzada e iluminación natural en todo el perímetro. Dentro de los materiales utilizados para su construcción, se utilizaron muros de mampostería de ladrillo de 30cm, debido a su grosor y por su baja conductividad térmica, los espacios interiores se mantenían frescos ya que se calientan menos durante el día e impiden el flujo del calor, de esta forma la temperatura interior del aire era menor que la temperatura exterior. Los efectos del clima tropical obligaron a modificar la cubierta de la casa colonial. Se hacían con tejas de barro las cuales se instalaban sobre entramados en madera y esterilla de guadua la cual tiene como característica resistir el agua de lluvia por tanto no requerían de sistemas impermeables adicionales. La pendiente tenía una menor inclinación haciendo de manera menor oposición a la fuerza del viento. Al ser inclinada y de teja de barro permitía que el agua fluyera y no se quedara estancada.

Para las ventanas se utilizó la madera el cual es también un material resistente y aislante térmico para evitar que el calor penetre o por lo menos atrasar el paso del mismo. Los espacios exteriores denominados logias funcionaban a manera de galería y bordeaban todo el patio central abierto hacia el mismo. Las logias estaban cubiertas y sostenidas por columnas y arcos. Una de las características es que tenían grandes alturas y al estar techados permitía que el aire circulara libremente dentro de las mismas. Protegiendo el interior de la radiación directa y a las ves poder tener un espacio de transición entre el interior y el exterior, permitiendo la entrada regulada de la iluminación natural en todo el interior. También se utilizaban aljibes como depósito, con el propósito de aprovechar y almacenar el agua potable proveniente de la lluvia.

2.13.4 Arquitectura Colonial Afrancesada

A finales del siglo XVIII la parte española de la isla es cedida a los franceses mediante el tratado de Basilea (1795). A inicio del siglo XIX ocurre la ocupación francesa (1801-1809) y posteriormente la ocupación haitiana (1822-1844), marcaron su influencia en la arquitectura dominicana modificando el paisaje urbano de las ciudades, especialmente el de la ciudad de Santo Domingo. Las modificaciones que se introdujeron en la arquitectura, en estos momentos, se llama Colonial Afrancesado. Las modificaciones se hicieron sólo en el exterior (Fachadas), dejando igual la planta arquitectónica. Los franceses introducen el nuevo concepto de participar de la vida exterior por medio de balcones corridos a todo lo largo de la fachada, cada vez más elaborados, tanto en hierro como en madera, muchos importados y otros de fabricación local, dejando atrás el concepto español de vivir hacia adentro.



Figura 9: Fachada, edificación colonial afrancesada
Fuente: Del mismo autor

Se bajaron los niveles de las ventanas tanto del primero como del segundo nivel. En la segunda planta se colocaron balcones corridos soportados por mensuras de madera y cubiertos con techos de tejas con dimensiones mínimas de 0.60m aproximadamente. En este momento se anulan los huecos sobre un mismo eje, creando un efecto rítmico y se agregan tímidas molduras, por primera vez el orden renacentista penetra en nuestra arquitectura. Al unificar los huecos, se pierden los portales, los arcos y los escudos nobiliarios españoles, tratando de eliminar las raíces hispánicas para imponer la cultura francesa. En los huecos de puertas se colocaron doble hojas de madera, una exterior sólida que servía de protección y otra interior ligera con persianas que permitió el paso de la brisa estando protegidos. Se le colocaron ventiladores en la parte superior. Se puede decir que también los franceses comenzaron a adaptar la arquitectura al clima tropical. Se remataron las viviendas con antepechos, a veces moldurados para darle más altura a la construcción.

2.13.5 Arquitectura Vernácula

El estilo vernáculo se vió desarrollado en base a las modificaciones introducidas por los franceses a las fachadas, éstas edificaciones eran las únicas utilizadas por las personas con mejor posición económica como indicación de su estatus social. Sin embargo, en el interior de la isla y hasta en la periferia de las grandes ciudades, se construía con los materiales naturales en la misma forma de construcción heredada de los antepasados Tainos, africanos y españoles, con una arquitectura como según la plantea la Arq. Risoris Silvestre: *‘Una arquitectura sin arquitectos denominada arquitectura vernácula.’*

El estilo vernáculo comenzó a cambiar la arquitectura europea por una más adecuada a nuestro ambiente. Uno de los ejemplos implantados de los negros africanos es la vivienda construida con muros llamados tejamanil, de aproximadamente 2m de altura, para dejar pasar libremente el aire por los huecos entre las varas en la parte superior de los muros.



Imagen 4: Casa Vernácula Dominicana de madera
Fuente: Ricardo Briones



Imagen 5: Sistema Constructivo con tejamanil (Pueblo Viejo, Azua)
Fuente: Esteban Prieto Viscoso

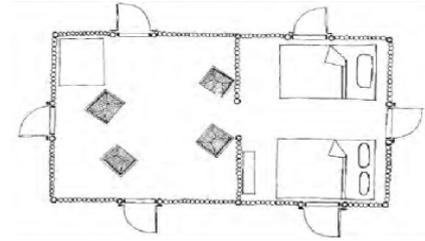


Figura 10: Programa funcional, Casa Vernácula Dominicana
Fuente: Arquitectura Vernácula

El tejamanil es una técnica que se basa en cercados de palos entrecruzados entre maderos verticales o de cañas, situadas en serie que sirve para sostener las vigas o los aleros de la cubierta, revestidas con barro para darle una mayor firmeza. El techo a 2 o 4 aguas, cuenta con dos huecos encontrados en la parte superior para que el aire circule y así extraiga el calor, esta techo de cana o de palma se colocan en atados unidos hasta formar una gruesa capa con grandes cualidades de aislamiento térmico, además de resistir el agua, poseer una gran durabilidad y tener propiedades de ventilación.

La manera de construir esta tipología, adecuada a elevadas temperaturas y humedad, características de su ubicación en el Caribe, dieron paso al uso adecuado de las brisas prevalecientes. Fue necesario analizar debidamente la ubicación de sus aberturas al exterior ya fuese hacia el norte o al sur para protegerse del sol, buscaban la frescura en el interior mediante la ventilación cruzada y realizando aberturas tipo puertas en lugar de ventanas, galerías y balcones techados, lo que permitía que el aire circulara libremente dentro de la edificación.

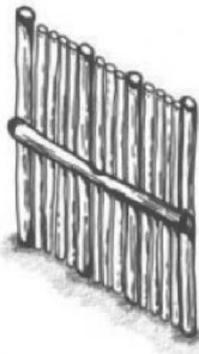


Figura 11: Pared de palos parados
Fuente: Prieto Vicioso

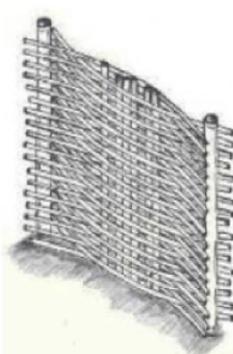


Figura 12: Pared de bajareque o tejamanil
Fuente: Prieto Vicioso

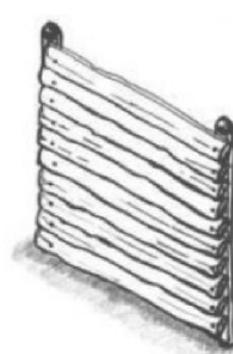


Figura 13: Pared de tablas de palma real, yarey, cana o manada
Fuente: Prieto Vicioso

A finales de este siglo se comienzan las construcciones del ferrocarril y se desarrolla nuevamente la industria azucarera con nuevas tecnologías a manos de extranjeros y con mano de obra traída desde fuera. Los dueños de las industrias azucareras tenían la necesidad de crear viviendas para sus obreros, pues en el país en ese momento no existían condiciones de alojamiento adecuadas, creando así los bateyes. Estas situaciones son de gran importancia para la arquitectura dominicana y lo que se consolida como arquitectura caribeña, pues la prosperidad de esa época atrajo innumerables soluciones arquitectónicas adaptadas al clima tropical que han servido como referente a soluciones actuales.

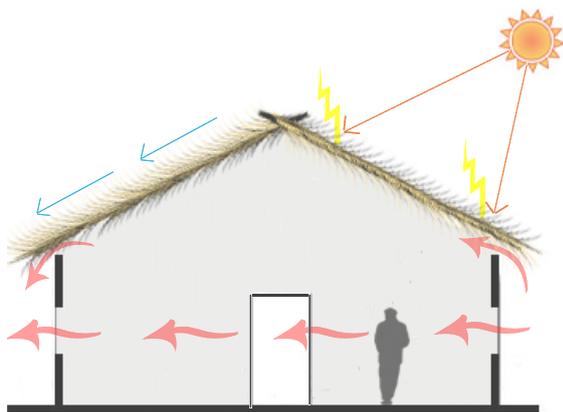


Figura 14: Esquema de climatización, Casa Vernácula Dominicana
Fuente: Del mismo autor

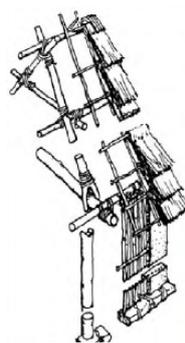


Figura 15: Detalle Tejamanil
Fuente: Arquitectura Vernácula y Popular

Figura 16: Detalle de horcón en horqueta
Fuente: Arquitectura Vernácula y Popular



Figura 17: Detalle de ensamblaje de la estructura del techo
Fuente: Arquitectura Vernácula y Popular



2.13.6 Arquitectura Victoriana

La arquitectura victoriana es uno de los estilos de construcción que surgieron a mediados del siglo XIX, durante el reinado de Victoria I de Inglaterra, que se caracterizó por mezclar diferentes estilos arquitectónicos, sobre todo el gótico inglés. En la República Dominicana este estilo tuvo su apogeo a finales del mismo siglo (luego de la Guerra Restauradora), singularizándose mayormente por la construcción de viviendas utilizando madera como material principal, éstas en su mayoría eran levantadas sobre pilotes de cemento o ladrillo para proteger los cimientos de la humedad del suelo. La mayoría de un solo nivel y techadas de zinc. El hormigón fue incorporado después de principios del siglo XX, principalmente en los cimientos, pisos y paredes.



Imagen 6: Casa victoriana, Puerto Plata.
Fuente: Joaquín F.



Imagen 7: Casa estilo victoriano, Bani provincia Peravia Rep. Dom.
Fuente: Otto Piron

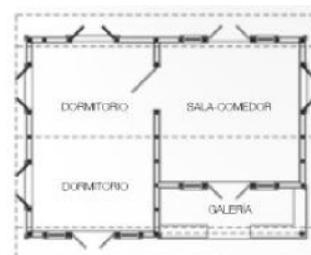


Figura 18: Representación programa funcional, vivienda Victoriana
Fuente: Arq. Luís G. Moré (Arquitectura del Caribe)



Las cubiertas presentan diferentes soluciones según el tamaño, donde las mayorías de estas viviendas se cubrían con techos a varias aguas, con aperturas de ventilación y en algunos casos con buhardillas. En la distribución espacial se encuentran esquemas variados, de dos y tres cuerpos perpendiculares a la calle con habitaciones para dormir, áreas sociales y cocinas, pero en general, no se ha encontrado un patrón fijo de distribución espacial, mientras más habitaciones más complicados son los esquemas de la planta, pudiéndose considerar cada una como un ejemplo único. Las galerías, desconocidas en el país, se introdujeron en estas viviendas presentando diferentes soluciones. Tanto semi-perimetral como perimetral, esta tipología se utilizaba en gran medida, porque era una forma de ver lo que pasaba en las calles desde el exterior, en donde se desarrollaban a lo largo de la fachada frontal o rodeando el área social y nocturna en forma de L, aunque existen algunos ejemplos que rodean la vivienda completamente.

En las casas más importantes éstas son bastante amplias, variando de 3 a 4 metros de ancho, sirviendo como estar familiar, protegiendo así el interior de la vivienda de la incidencia solar, donde eran trabajados los detalles del calado y los festones de los aleros, trabajados en torno a los huecos de ventanas, arcos y dinteles de las casas. Las cocinas se colocaban en la parte posterior, fuera de la vivienda, pero tampoco se puede establecer que esta ubicación mantenga un patrón fijo ya que las cocinas de las viviendas de mayor tamaño formaban parte del núcleo de la casa.

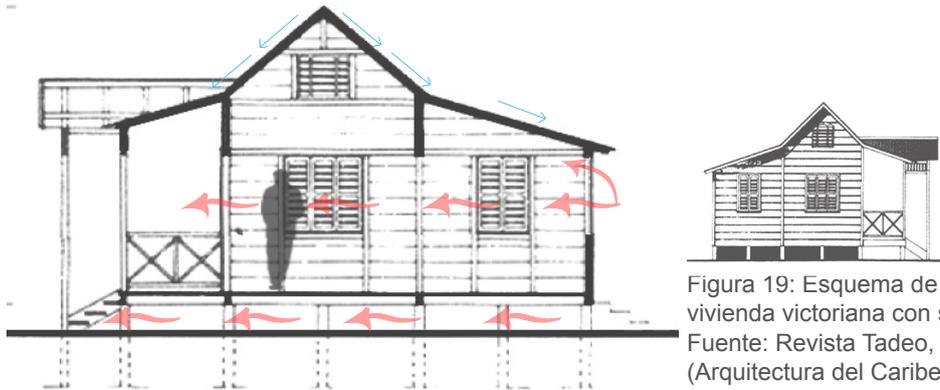


Figura 19: Esquema de climatización, vivienda victoriana con suelo ventilado. Fuente: Revista Tadeo, Edición nº 66 (Arquitectura del Caribe)

La técnica del calado también fue utilizado en los ventiladores y en las puertas. Por razones climáticas y económicas, el calado de madera dejaba pasar la luz natural pero no de manera directa, evitando así que el interior se calentara y no perdiera su confort térmico. Otra actuación que se realizó como estrategia para la protección solar y ventilación en el interior de las casas, fue el uso de celosías y tragaluces efectuados en madera. Sus características más importantes era que permitían la entrada de las corrientes de aire para refrescar, sin dejar pasar los rayos del sol directamente y a la vez también impedía el paso de la lluvia hacia el interior.

2.13.7 Arquitectura Popular

La categoría de arquitectura la cual denominamos Popular dominicana se caracterizó por el respeto y aceptación estos modelos tipológicos, los cuales tenían una organización espacial sencilla. Es cuando las viviendas adoptan materiales industrializados, formas más complejas y son construidas, no por los usuarios, sino por maestros constructores, artesanos o albañiles. Las casas populares dominicanas se componen de un volumen simple, de un solo nivel y de forma rectangular, dividida en dos espacios contiguos que constituyen la sala y un pequeño dormitorio para toda la familia. Los materiales y técnicas constructivas están orientados a los recursos disponibles del lugar y la forma arquitectónica, está íntimamente ligada con el clima y el desarrollo económico-social.



Imagen 8: Casa Popular Dominicana Fuente: Joel González



Imagen 9: Casa Popular Fuente: Hamlet Otañez

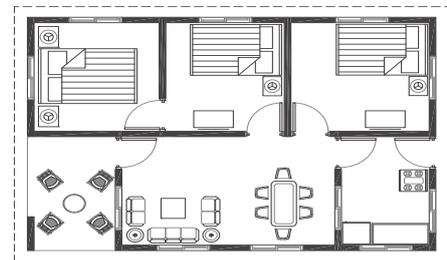


Figura 20: Programa funcional, vivienda popular Fuente: Del mismo autor

La tipología tradicional de vivienda más conocida de este estilo, ha sido la casa de galería, elemento predominante, con sutiles variaciones en todo el Caribe, como respuesta climática para refrescar los interiores, alejar el sol de las paredes y protegerse de las lluvias tropicales. A partir del uso de estructuras repetitivas de marcos de madera expuestas y simples recubrimientos de tablas machihembradas en las caras exteriores para la mayoría de los casos, motivando una arquitectura de gran fuerza física y expresiva, pero de ligereza visual.

La galería, es una transición interior-externo, elemento transformador de la vivienda que la abre completamente y que se convertirá en una constante. ésta se crea como espacio semipúblico que protege de los factores climáticos e integra la vida dinámica de la ciudad a la casa. Del esquema perimetral, se fragmenta en el tipo de galería en tres lados o el de galería lateral, todos con el esquema de las estancias en el centro. De la galería hacia la calle puede encontrarse el jardín, otro elemento importante en la condición caribeña.

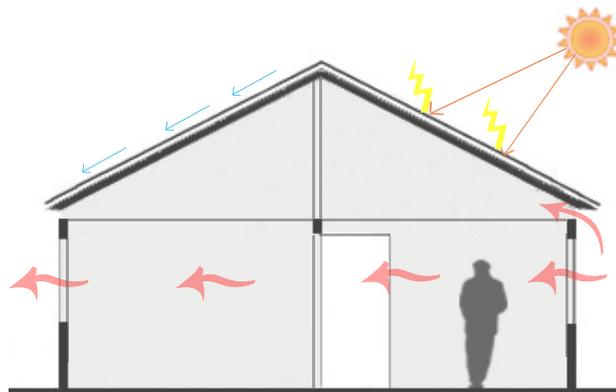


Figura 21: Esquema de climatización vivienda popular
Fuente: Del mismo autor

En el Caribe el Sol se mantiene casi todo el día en posición vertical, por tanto en las edificaciones solo se considera la protección a la incidencia solar en la cubierta y las caras Este y Oeste, porque es cuando el sol está más bajo. En cuanto a la orientación, la más considerable es por el viento, donde predominantes en el día son por el Sureste y durante la noche por el Noreste. Las casas se distribuían de la siguiente forma: la sala, cocina, estar, comedor y galería orientados al Sureste, pues son los espacios más utilizados durante el día y orientadas al Noreste se encuentran los dormitorios ya que son los vientos predominantes en las noches. La ventilación cruzada es una estrategia presente en la arquitectura popular dominicana, siendo el método más efectivo para el enfriamiento del interior de las viviendas, mediante la disposición de puertas y ventanas.

2.13.8 Arquitectura Actual

En las ciudades dominicanas se inicia en la primera mitad del siglo XX una transformación arquitectónica que fue definiendo sus perfiles urbanos hasta llegar a las ciudades que hoy conocemos. En ese mismo siglo llega al país el nuevo material: El hormigón armado, luego de que el huracán San Zenón (3 de Septiembre de 1930), devastara el panorama de todas las ciudades dominicanas, en especial el de Santo Domingo, luego de tal acontecimiento se comienza a edificar con este nuevo material y con nuevas técnicas constructivas, ya que por sus propiedades mostraba más resistencia a los ataques de estos fenómenos naturales, en donde poco a poco se fue sustituyendo el empleo de materiales de origen vegetales por los de características industriales y entrando en desuso técnicas constructivas centenarias.

Luego hace su entrada en el país el Movimiento Moderno, que señalaba desde su génesis, una corriente de pensamiento y acción que han marcado y condicionado nuestro ambiente natural²³. Adaptándose con su simplificación en las formas compositivas al Caribe, la renovación de la arquitectura en este período, estuvo acompañada de una verdadera revolución en la técnica de la construcción, gracias a los nuevos materiales introducidos, como: el hierro y el concreto armado, que fueron utilizados con progresiva frecuencia por los arquitectos franceses, ingleses y estadounidenses. Aun así se siguen reproduciendo hasta finales del siglo XX, con ciertas evoluciones los modelos descritos anteriormente pero con técnicas mejoradas y más variedad de materiales no solo los naturales e industriales. La idea de una arquitectura dominicana se convirtió en tema preocupante, por el deseo de definir una imagen propia y los jóvenes arquitectos, muchos de ellos con estudios en universidades europeas (Guillermo González, 1900-1970; Padre de la Arquitectura Moderna Dominicana), comenzaron a plantar edificios que representaron lo más vanguardista del



Imagen 10: Vista panorámica, Distrito Nacional, Santo Domingo

Fuente: Wikipedia

estilo moderno, que perfilaron una tendencia arquitectónica que revolucionaba el mundo occidental. La creación de una arquitectura que respondiera a las condiciones culturales y ambientales del país fue el objetivo que trataba de abrirse camino a pasos agigantados en dicho escenario.

Junto a la llegada de la arquitectura contemporánea se produce un cambio de paradigma en cuanto a la forma de edificar. En la República Dominicana la arquitectura actual ha iniciado un proceso de globalización, influenciada por la mezcla y transculturización de otras latitudes que no han sido bien adaptadas al contexto climático presente en el país. Empezando con la participación de diversas firmas internacionales en el diseño de importantes obras mediante iniciativa de constructores e inversionistas privados. Sin embargo la arquitectura de los últimos quince años ha dado un gran giro, evolucionando desde la construcción pensada en individualidad, hasta la colectividad, en donde ha sido recurrente el uso del hormigón armado, bloques de cementos (Bovedillas), ventanas de cristal y en ocasiones de celosía para brindar luz a las estancias interiores y el hierro como elemento decorativo, todo ello pensando en una arquitectura como solución urbana, más que una solución para simples proyectos²⁴.

Imagen 11: Torre Veiramar (2007), Malecón Santo Domingo
Fuente: Foto de Ricardo Briones/ Archivo AAA



Imagen 12: Torre Taymée y Michelle Natalia
Fuente: Foto de Ricardo Briones/ Archivo AAA

2.13.9 Conclusiones

La arquitectura es una expresión de nuestra cultura en los que indiscutiblemente nuestros rasgos culturales son plasmados en cualquier obra arquitectónica. La arquitectura tradicional en las zonas caribeña evidencia características propias de lo que conocemos como arquitectura Tropical. La República Dominicana, a lo largo de su historia, se ha visto influenciada por distintos tipos de arquitectura que para bien o para mal han dejado grandes huellas en la expresiones arquitectónica del país. Tras analizar los diferentes estilos arquitectónico que precedieron en la isla, puedo decir que por mucho tiempo, se construyó una arquitectura esencialmente ecológica, en donde a medida que pasaba el tiempo se acogían las diferentes variaciones que tomaban de las edificaciones. Estrategias como:

24 LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA DOMINICANA, José Enrique Delmonte Soné: <http://www.glj.com.do/a/d/doc-arquitectura-6.pdf>

- Contar con espacios es en su mayoría abiertos y cerramientos permeables.
- Utilizar materiales naturales y de baja inercia térmica.
- Implementar sistemas de techos ventilados y con fuertes pendientes, de varias aguas para poder evacuar rápidamente el agua de lluvia.
- Contar con elementos como; aleros, celosías y tragaluces efectuados en madera, para dar entrada a las corrientes de aire e impidiendo el paso de los rayos del sol directamente.
- Elevarse del piso para garantizar el flujo del viento sin obstáculo para refrescar su interior.

Fueron técnicas que marcaron estas expresiones arquitectónica simples y funcionales, donde se mantenía un equilibrio con el ambiente, construyendo siempre con materiales de la zona y con tecnologías apropiadas al lugar, todo esto sin olvidarse del clima y aprovechando, al máximo, dichas estrategias para hacer frente a la radiación, humectación, lluvia y ventilación reinante. No obstante, en los últimos años, la llegada de nuevas técnicas constructivas y materiales industrializados, hace que esta costumbre sufra una metamorfosis, en donde se pone boga la implantación de modelos importados sin adaptación al clima presente en esta zona caribeña, dando lugar a una nueva corriente de edificaciones, para llamarlas así, climáticamente insostenibles.

Actualmente, son muchos los profesionales que nos hacemos el fuerte cuestionamiento acerca de que arquitectura es la que se aplica o que debería de aplicarse para lograr esa armonía y que defina un concepto o identidad arquitectónica. Sin embargo, la clave está en combinar técnicas tradicionales con nuevas tecnologías, para obtener la manera más inteligente de diseñar y construir, utilizando la sabiduría de la antigüedad combinada con sabiduría moderna.

CAPÍTULO III: **MARCO CONCEPTUAL**

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación,
viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”



3.1 Introducción

“Todo está en el diseño”

Con el objetivo de obtener la bases teóricas del presente trabajo, vamos a desarrollar, en este capítulo, un conjunto de conceptos, principios y estrategias que permiten definir las características requeridas y a la que aspira esta investigación, respecto al logro de una mayor sostenibilidad o ecoeficiencia en las edificaciones tropicales, en especial las caribeñas. El marco aborda las diferentes acepciones para aclarar y precisar, de manera conjunta y ordenada el concepto del diseño sostenible en la arquitectura, mediante las diferentes perspectivas de algunos autores.

3.2 El Hábitat y la Sostenibilidad

Desde hace mucho tiempo surgió la arquitectura, la cual nació por una necesidad del hombre tratando de protegerse del entorno que le rodeaba, donde en medio del espacio natural, trato de crear un espacio artificial, cerrado y limitado, donde vivir y protegerse, ya que se veía afectado por sus enemigos y las inclemencias del tiempo (Clima). Como refugio que más adelante evolucionaría con el paso del tiempo; el hombre conocería materiales y técnicas nuevas que serían utilizadas para crear otros tipos de edificaciones.

En arquitectura el término hábitat se emplea para referirse a las condiciones que la organización y el acondicionamiento del espacio interior de un edificio, ya sea; residencial o de trabajo, ofrece a sus habitantes. Según el Centro de Estudios del Hábitat Popular – CEHAP, adscrito a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia, seccional Medellín, lo define de tal manera: “El hábitat comprende lo relativo al sistema espacial y de recursos que elige un grupo para transitar por su existencia; que responde a las necesidades para desarrollar los procesos individuales y colectivos requeridos para realizar su vida productiva, laboral y doméstica ubicado en relación con un entorno mayor en intercambios con otros grupos de la sociedad y a la vez definido por un lugar geográfico donde se aloja, que tiene condiciones de un espacio determinado y cualificado en concordancia con sus necesidades particulares y generales”.²⁵ En este contexto se enmarca la definición de habitabilidad, como aquella que *“involucra el entorno físico de la vivienda (patrones arquitectónicos, tecnologías, densidad de ocupación, privacidad, iluminación y ventilación, entre otras), pero también del ambiente socio cultural de la misma. La habitabilidad implica también, el entorno exterior a la vivienda, donde intervienen las cualidades físicas (ausencia o presencia de contaminación y deterioro y estado del paisaje desde el punto de vista estético, entre otras), tanto como las socioculturales (estado del entramado social, redes de relaciones, imaginarios, pautas de consumo, mecanismos de intercambio y tratamiento de los conflictos, seguridad, construcción de ciudadanía, etc.). Vivienda= casa + entorno. Hábitat = vivienda (casa + entorno) + dinámicas”*.²⁶

La calidad de la edificación, se encuentra estrechamente ligada a las condicionantes climáticas de su entorno y su desarrollo cubre las necesidades físicas, socioculturales y ambientales de sus ocupantes. El alcance en la definición de habitabilidad en la arquitectura se establece en el marco de los tres principios Vitruvianos básicos: la utilidad, la estabilidad y la belleza de la construcción, que se traducen en la práctica en comodidad, seguridad y deleite de la edificación por parte del usuario. En cuanto al concepto de la sostenibilidad, éste tiene que ver con lo que debe ser conservado del valor acumulado del capital (sea capital natural o capital económico) para producir bienestar a la generación actual y a las futuras, dentro de una protección del medio ambiente. Así la sostenibilidad se entiende como la dinámica que permite que los modos productivos se mantengan en tiempo y espacios determinados bajo las acciones y políticas que establecen sus actores, es decir, la sociedad y el individuo en un entorno determinado. La sostenibilidad está interrelacionada en gran medida con el concepto de calidad de vida, pues de la manera como se organizan y desarrollan las formas de producción, la sostenibilidad cumplirá con su objetivo de hacer mantenible la supervivencia del ser humano en un ecosistema que, relacionado con lo económico constituyen la plataforma del sistema habitable.

25 Centro de Estudios del Hábitat Popular – CEHAP. Universidad Nacional Medellín.

26 Criterios Ambientales para la vivienda y el hábitat en el Valle de Aburrá. Universidad Nacional de Colombia 2005.

La sostenibilidad se refiere al estudio de los procesos y sistemas físicos (urbanos, agrícola e industrial) singulares y heterogéneos sobre los que se organiza la vida de los seres humanos. Éstos dependen de los comportamientos de los sistemas sociales que los organizan y mantienen. No solo necesitan ser asumidos por la población sino que requieren de instituciones que velen por la conservación de este patrimonio. En los términos de la edificación informal, la sociedad y el individuo deben poseer un medio de producción que le garantice sostenibilidad para poder así acceder a una edificación que le brinde niveles mínimos de calidad de vida.

3.3 Sostenibilidad en la arquitectura

En la arquitectura el concepto de la sostenibilidad está asociado a los principios básicos de la **“Sostenibilidad ambiental”**, dada la necesidad del manejo de los altos impactos ambientales generados por la industria de la construcción y la racionalización de los recursos naturales en el marco del desarrollo sostenible. Esta vertiente de la arquitectura integra al diseño elementos que buscan la armonización y optimización de la edificación, en todas sus fases de producción, con el medio ambiente y el desarrollo socio-económico de las comunidades.



Fórmula de la Sostenibilidad:
90% de Arquitectura Bioclimática + 10% de Tecnología.

Figura 22: Ilustración conceptual de Sostenibilidad
Fuente: Urban Ciclo

En tal sentido, la arquitectura orienta su actividad en tres direcciones básicas:

1. Establecer las mejores condiciones espaciales y ambientales (salud y confort).
2. Racionalizar el uso de los recursos naturales.
3. Manejar los impactos negativos al entorno, a través de la incorporación de criterios arquitectónicos y constructivos más respetuosos con el ambiente, manteniendo la calidad de las condiciones de habitabilidad de las construcciones.

Tomando en cuenta la estructura física de las ciudades dominicanas, estas direcciones no se reflejan de manera clara, debido en parte a fenómenos recientes como el desarrollo urbanístico acelerado que sumado a la construcciones masivas de edificaciones, sin aprovechamiento de los recursos; han configurado un desarrollo urbano caótico y desequilibrado con edificaciones que no corresponden ambientalmente con las características del lugar, por lo que sus usuarios terminan implementando sistemas artificiales de control ambiental. La arquitectura sostenible introduce una nueva variable en su alcance, la cual está en función del tiempo de vida de la construcción; definiéndose como; *“aquella que tiene en cuenta el impacto que va a tener el edificio durante todo su ciclo de vida, desde su construcción, pasando por su uso y su derribo final.”*

Los principios generales, en los cuales actúa la arquitectura sostenible son:

1. Ubicación adecuada, la cual dependerá de la evaluación de aspectos tales como: estabilidad del terreno, topografía y, existencia de infraestructura de redes de servicios.
2. Integración en su entorno más próximo, que consiste en considerar todos sus componentes: agua, tierra, flora, fauna, paisaje y aspectos socioculturales.
3. Aplicación de variables bioclimáticas, teniendo en cuenta el recorrido del sol (trayectoria e intensidad), el viento, la latitud, la pluviosidad, la humedad y la temperatura.

4. Uso de materiales de construcción, que involucre aspectos de disponibilidad, estética y accesibilidad, respondiendo inicialmente a las condiciones de existencia y producción local.
5. Utilización de materiales y tecnologías que tengan la menor cantidad de CO2 en el entero ciclo de vida, considerando las diferentes etapas: extracción de materias primas, transporte, procesos productivos, uso, reutilización, reciclaje y disposición final.
6. Implementación de sistemas energéticos alternativos que disminuyan costos económicos y que eviten la generación de impactos negativos al ecosistema.
7. Implantar circuitos cerrados de aguas y residuos, la eficiencia de estos recursos y generar la menor cantidad de emisiones al entorno.
8. Fomentar los procesos de reciclaje y la reutilización de residuos de la construcción.
9. Optar por proveedores que tengan certificaciones ambientales en sus materiales, ya sea nacionales o internacionales.
10. Evitar en todos los procesos constructivos la generación masiva de residuos, sean estos: sólidos, líquidos o gaseosos; con la obligación añadida de gestionar adecuadamente los residuos generados.
11. Tener en cuenta uso de suelos con vocación para la construcción de vivienda. Se debe adaptar el diseño a las características geomorfológicas, con el fin de disminuir riesgos y amenazas naturales, estableciendo equilibrios entre áreas construidas y libres.



Figura 23: Áreas de afectación del desarrollo sostenible
Fuente: Wikipedia

En aras de facilitar su aplicación en el caso de intervenciones concretas, todo este conjunto de criterios se agrupan en tres objetivos básicos de sostenibilidad, que son:

1. Integración en el medio natural, rural y urbano.
2. Ahorro de recursos energéticos, recursos naturales y materiales renovables.
3. Calidad de vida en términos de salud, bienestar social y confort.

La Arquitectura Sostenible procura satisfacer las necesidades de sus ocupantes en todo momento, tiempo y espacio, sin poner en riesgo el desarrollo sostenible y el bienestar de las futuras generaciones. La arquitectura sostenible utiliza estrategias de diseño bioclimático e implementa tecnologías, que trabajando en conjunto propicien el desarrollo humano y ambiental, mientras se compromete con la equidad social y la estabilidad del medio ambiente, de forma honesta y responsable. En resumen, la arquitectura sostenible es más que una simple exigencia en un proyecto de arquitectura. Ésta reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una edificación, desde la extracción de materiales, fabricación de elementos e insumos componentes y su transporte, a modo de concebir un proceso constructivo de manera sostenible, en donde la ubicación de la edificación, su impacto con el entorno y el consumo de energía en su funcionamiento supongan un mínimo deterioro ambiental.

3.4 Sostenibilidad en el desarrollo de la edificación

Al momento de establecer la relación entre edificación y su influencia en el ecosistema, resulta necesario poner de manifiesto la relación causa-efecto existente entre la edificación y las consecuencias que a nivel medioambiental, económico y social, se reflejan en algunos hábitos de organización como resultado de un modelo convencional de edificación sostenible. En cualquier innovación o proceso de desarrollo tecnológico en la construcción se deben evaluar los posibles impactos ambientales de las distintas actividades envueltas durante todo el ciclo de vida de la edificación u obra construida. Por parte del Instituto de Arquitectura Tropical, de Costa Rica, en su publicación **“Edificaciones sostenibles”**, a continuación se presentan seis estrategias específicas para la sostenibilidad de la arquitectura y las edificaciones, enfatizando que cualquier innovación debe evaluar el posible impacto ambiental de su aplicación en lo referente a extracción de recursos y energía así como en la contaminación y generación de residuos. Dichas estrategias son:

1. Construir bien desde el inicio.
2. Reducción del consumo de recursos.
3. Eficiencia y racionalidad energética.
4. Reducción de la contaminación y toxicidad.
5. Producción local y flexible.
6. Cero desperdicio.

Todas estas estrategias apuntan a los impactos sobre el medio ambiente consistentes en los producidos por la extracción de recursos, por una parte, y aquellos generados por los desechos y el bote o vertido, por otra, la minimización de lo que tomamos del planeta y de lo que arrojamamos a él.²⁷ La sostenibilidad tendrá en cuenta no sólo la edificación en la creación del ambiente, sino también los efectos que ésta producirá en aquellos que lo llevan a cabo y en los que vivirán en ellos. La definición de Construcción Sostenible lleva asociada tres verbos: **“Reducir, Conservar y Mantener”**. La combinación de los principios ecológicos y de los recursos disponibles nos proporcionan una serie de consideraciones a tener en cuenta²⁸. La reducción en la utilización de los recursos disponibles se llevará a cabo a través de la reutilización, el reciclaje, la utilización de recursos renovables y un uso eficiente de los recursos. Se tratará de incrementar la vida de los productos utilizados, un incremento en la eficiencia energética y del agua, así como un uso multifuncional del terreno.

3.5 Arquitectura sustentable

La arquitectura sustentable, también denominada arquitectura sostenible, arquitectura verde, eco-arquitectura y arquitectura ambientalmente consciente, es un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes. La arquitectura sustentable consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía. La arquitectura sustentable toma en cuenta: la ocupación de espacio y paisaje, la extracción de recursos y la generación de residuos de la construcción y período de vida útil del edificio.

Los principios de la arquitectura sustentable incluyen:

1. La consideración de las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas del entorno en que se construyen los edificios, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto.
2. La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético.
3. La reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables.
4. La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de

27 EDIFICACIONES SOSTENIBLES 2007: Estrategias de Investigación y Desarrollo, Domingo Acosta y Alfredo Cilento
28 Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>

diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.

5. El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.

3.6 Arquitectura ecológica

La arquitectura ecológica actualmente se define como; *“Aquella que programa, proyecta, realiza, utiliza, recicla y construye edificios sostenibles para el hombre y el medio ambiente, emplazando lo edificios localmente y buscando la optimización en el uso de materiales y energía, teniendo grandes ventajas medio ambientales y económicas”*. La arquitectura ecológica propende por la cuidadosa inserción de las construcciones en el entorno natural, buscar que su emplazamiento genere el menor impacto nocivo posible permitiendo la coexistencia armónica entre el lugar, el edificio y el hombre que lo habita. Las primeras propuestas alternativas ecológicas fueron planteadas por algunos idealistas, tras la primera crisis petrolera en los años sesenta, fueron aplicadas principalmente en programas residenciales y pequeños equipamientos educativos y culturales.

Esta arquitectura tiene 10 principios básicos:

1. Valorar el sitio y las necesidades constructivas.
2. Proyectar la obra de acuerdo al clima local.
3. Ahorrar energía.
4. Pensar en fuentes de energía renovables.
5. Ahorrar agua.
6. Construir edificios de mayor calidad.
7. Evitar riesgos para la salud.
8. Utilizar materiales obtenidos de materias primas generadas localmente.
9. Utilizar materiales reciclables.
10. Gestionar ecológicamente los desechos.



Figura 24: Ilustración conceptual Arquitectura Ecológica
Fuente: Wikipedia

La Arquitectura Ecológica nace de la necesidad de vivienda a un muy bajo costo. La base de esta tipología de arquitectura es el uso de materiales naturales y materiales recuperados (antes residuos inorgánicos). La Arquitectura Ecológica no produce residuos ni contaminación, no consume energía por estar desconectada de la red ó aprovechando las fuentes de energías renovables; además se integra al ambiente como si fuese parte de él. Es una arquitectura de construcción simple, utiliza técnicas manuales y material del sitio. Los habitantes de estas edificaciones tienen un sentido de respeto y amor a la madre tierra, tienen una fuerte convicción sobre su responsabilidad: Nosotros, los humanos, estamos de paso por la tierra, y debemos resguardar los recursos para las futuras generaciones. La arquitectura ecológica se moldea directamente con las propias manos. Los materiales tienden a ser biodegradables y no contaminantes. Algunos materiales empleados son: Adobe, tapial, fardos de paja, piedras, morteros de boñiga, paja de arroz y cereales, entre otros.

3.7 Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática se define como *“aquella arquitectura que diseña para aprovechar el clima y las condiciones del entorno con el fin de conseguir una situación de confort térmico en su interior. Juega exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos complejos, aunque ello no implica que no se pueda compatibilizar”*.²⁹

La arquitectura bioclimática es una arquitectura saludable, adecuada al entorno y al clima:

- **Bio:** significa respeto por la vida, hacia las personas que habitan en su interior (protege su salud) y hacia el medio ambiente (no contaminante).
- **Climática:** se adapta a las condiciones ambientales de cada lugar, respeta los recursos naturales y se aprovecha de ellos.

El objetivo de la Arquitectura bioclimática en el Trópico es aprovechar la iluminación natural y hacer que las diferencias de temperaturas entre el exterior y el interior del edificio, estén atenuadas, a lo largo del año, (a pesar de la alta radiación diaria en el exterior), a fin de disminuir, así la intervención de sistemas mecánicos y eléctricos. La arquitectura bioclimática está íntimamente ligada a la construcción ecológica, que se refiere a las estructuras o procesos de construcción que sean responsables con el medioambiente y ocupan recursos de manera eficiente durante todo el tiempo de vida de una edificación. También tiene impacto en la salubridad de los edificios a través de un mejor confort térmico, el control de los niveles de CO2 en los interiores, una mayor iluminación y la utilización de materiales de construcción no tóxicos avalados por declaraciones ambientales. La arquitectura bioclimática plantea generar espacios con óptimas condiciones de confort y bienestar, incorporando determinantes de diseño que permitan la interrelación de variables climáticas para lograrlo.

Los sistemas de aprovechamiento de las energías renovables en la arquitectura bioclimática, en caso de ganar calor o evitar su pérdida se sugieren las siguientes técnicas:

1. Control del viento.
2. Concepción térmica de la envoltura.
3. Utilización de ventanas y muros acumuladores.
4. Utilización de los espacios interiores-exteriores.
5. Utilización del suelo (aislamiento).

Y para favorecer las pérdidas de calor o evitar su ganancia:

1. Control del sol.
2. Utilización de la ventilación natural.
3. Utilización de la vegetación y del agua.
4. Utilización de los espacios interiores-exteriores (ventilación).
5. Utilización del suelo (aislamiento).

Según la Arquitecta Jimena Ugarte del Instituto de Arquitectura Tropical (IAT), en su publicación *“Guía bioclimática para construir con el clima”*, sostiene que; *“El clima es el elemento crítico en la concepción de una arquitectura bioclimática: la evolución del sol y las temperaturas, el régimen de vientos y precipitaciones, todo contribuye a determinar un ambiente físico al cual el arquitecto intenta responder. El clima no ofrece condiciones que permitan habitar confortablemente todo el año y es necesario corregirlo con la capacidad del edificio de procurar este bienestar”*. El objetivo por lo tanto consiste en obtener la mejor adecuación entre el clima, el edificio y el ocupante. Un edificio bioclimático está diseñado sabiamente para lograr un máximo confort dentro del mismo con el mínimo gasto energético. Hablar de arquitectura bioclimática, más allá de los ahorros energéticos y protección del ambiente, es antes que todo lograr el bienestar del ocupante, de la misma forma que un edificio bioclimático busca adaptarse al clima del lugar.³⁰

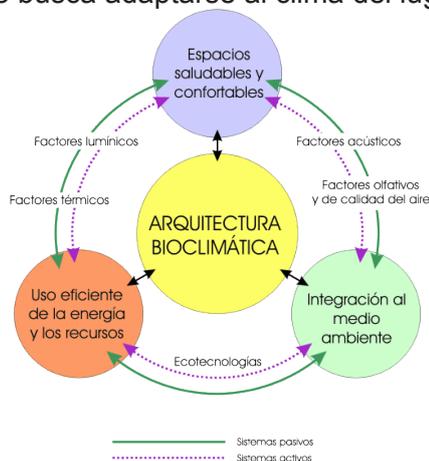


Figura 25: Factores incidentes en la Arquitectura Bioclimática
Fuente: Wikipedia

La arquitectura bioclimática, restablece la relación hombre-clima. Cada realización arquitectónica concretiza un microcosmos más o menos estrecho con su medio ambiente. El objetivo de la concepción o renovación de un edificio es realizar este microcosmos en condiciones óptimas y darle al clima su justo lugar entre las dimensiones fundamentales de toda intervención arquitectónica. La arquitectura definida en estos términos, incluye al clima y la dinámica que éste implica. El ocupante es el protagonista de esta arquitectura y su objetivo es concederle y responder a sus exigencias de bienestar. La arquitectura bioclimática se preocupa de los parámetros que condicionan el bienestar del ocupante, cuya conducta define “la marcha correcta” de una construcción bioclimática.

Arquitectura bioclimática no es arquitectura vernácula, las características de una arquitectura bioclimática se pueden confundir con la arquitectura popular de una región. La arquitectura bioclimática es una arquitectura pensada por ingenieros y arquitectos, sin embargo la vernácula es una arquitectura espontánea a base de experiencia. Sin embargo, utilizando los conocimientos de la arquitectura vernácula, respetando el medio ambiente, utilizando el clima a nuestro favor y aplicando nuevas tecnologías, obtendremos una arquitectura más acertada para nuestra época.

En definitiva, la Arquitectura Bioclimática aprovecha el clima y las condiciones del entorno para construir los criterios de diseño solar pasivo (DSP), que garanticen niveles óptimos de confort térmico en el interior del edificio con el menor gasto energético. En el proceso de diseño se deben considerar los cerramientos (grosor, materiales, tipo), aperturas (dimensiones, ubicación), revestimientos e instalaciones y de ser necesario los sistemas complementarios de diseño. La arquitectura bioclimática solo se apoya del diseño solar pasivo, de los elementos arquitectónicos y los materiales, sin incurrir en sistemas artificiales de ventilación e iluminación para lograr confort e integrar artefactos eléctricos a la propuesta de diseño, se desliga de una práctica bioclimática.

3.8 Fundamentos adoptados para la presente propuesta

La edificación es la expresión espacial del hábitat que desde el uso de la técnica se transforma en un valor de forma, que expresa niveles de calidad de vida. Los habitantes conforman su hábitat a partir de la autogestión y la auto producción constructiva dentro de un entorno físico determinado, inscrito en un medio ambiental que no es desconocido para quienes lo intervienen. La arquitectura sostenible en un concepto que se convierte en un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera eficiente, buscando optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación, de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes.

Según el arquitecto israelí y especialista en Arquitectura bioclimática Emeritus Baruch Givoni (Autor del libro “Man, Climate and Architecture”, Hombre, clima y arquitectura en el año 1969), plantea que; *“El diseño sostenible en arquitectura y la edificación es un proceso de creación en el que se manejan criterios de arquitectura sustentable: reducción de gastos en los recursos empleados, reducción de contaminación del suelo, del agua y del aire, mejoramiento del confort interno y externo del edificio (preferentemente de manera pasiva), ahorro económico y financiero en el proceso constructivo, reducción de los desperdicios derivados de todo el ciclo de vida del edificio (diseño, construcción, uso, mantenimiento y fin del inmueble) y mejoramiento de la tecnología que da servicio en los edificios, como aparatos, máquinas y otros dispositivos tanto mecánicos como eléctricos”.*

Partiendo de estos conceptos enlistados arriba, los arquitectos y constructores tenemos la responsabilidad de contribuir al desarrollo sostenible al hacer ecológicos y sustentables nuestros proyectos. Promoviendo la implementación de los conceptos y criterios de sustentabilidad, buscando adecuar los procesos técnicos y administrativos en respuesta a los diferentes requerimientos físicos y ambientales. Para el sostenimiento de las condiciones actuales del planeta se debe trabajar para lograr una edificación más respetuosa, creando espacios habitables, tanto a partir del diseño como de la edificación, en donde se apliquen criterios y premisas de desarrollo sustentable, por lo que en ésta los recursos naturales, económicos y humanos se manejan de forma tal que se reducen el daño ambiental, los gastos energéticos y el consumo de agua, logrando un mejoramiento del confort al interior del edificio y respetando el entorno inmediato o lugar de edificación.

En la arquitectura, tanto en la manera de enseñanza como en la forma de aplicarla a la vida diaria, los criterios ecológicos y de diseño sustentable ya no son más una moda sino una necesidad que es preciso aplicar e implementar en los distintos modelos de edificación que, últimamente, se proyectan.

3.9 Conclusiones

Para poder llegar a diseñar y construir de forma sostenible todos los profesionales de la arquitectura y la edificación debemos de concientizarnos y mentalizarnos en adoptar una arquitectura respetable con el entorno, aplicando criterios de diseño para que ésta sea más eficaz. Por todo lo explicado con anterioridad, concluyo con que el concepto de la sostenibilidad, sus acepciones, principios y postulados se fundamentan en:

- Mejoramiento en la calidad de los edificios,
- Obtener menor demanda y uso eficiente de la energía,
- Preservar y mejorar el medio ambiente,
- Reducir la contaminación, disminuyendo la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.
- Reducir de gastos de recursos naturales, disminuyendo el consumo de agua e iluminación.
- Obtener mayor confortabilidad en el ambiente interior, es decir, unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad del aire.
- Obtener mejor acondicionamiento entre el clima, el edificio y el ocupante.

Independientemente de las nuevas tecnologías aplicadas a la arquitectura, estos principios sólo se logran con un proceso adecuado de diseño, es decir; la base de toda edificación sostenible. Las estrategias de diseño conllevan un análisis profundo de la función que desempeñará la edificación, de sus usuarios, ubicación geográfica, conocimiento del macro clima del lugar y de qué manera está influenciada por el entorno inmediato. Tomando en cuenta esto, las decisiones que toma el arquitecto durante el proceso de diseño son las que determinan en gran medida la eficiencia energética de una edificación.

CAPÍTULO IV: **MARCO ESPECÍFICO**

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación,
viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”



4.1 Introducción

“Diseñar para una latitud”

Para definir de una mejor manera lo que es la arquitectura tropical, en el presente capítulo, vamos a puntualizar el empleo de los conceptos y principios básicos que orientan el diseño y la construcción de edificaciones sostenibles en los ambientes tropicales, especialmente cuando el clima es muy cálido y húmedo. Todo ello con la finalidad de implementarlos de manera más eficaz en nuestra propuesta de criterios y así lograr un provecho máximo del clima.

4.2 Tropicalidad en el Caribe

El hombre tropical y caribeño le gusta vivir al aire libre porque su entorno y medio ambiente lo rodean. Basándonos en la teoría del arquitecto italiano Roberto Segre (1934–2013), uno de los mejores estudiosos de la arquitectura antillana, nos dice que; *“Al entorno y ambiente del hombre caribeño se le añade un factor más, un sincretismo ambiental que no existe en el resto del Trópico”*. El arquitecto Bruno Stagno tiene la teoría de que el hombre que vive en el trópico es un hombre que vive en un mundo de poco compromisos, no se adelanta a ningún acontecimiento, y prefiere esperar y luego resolver. Es cierto que tenemos un poder de adaptación producto de vivir en esta tropicalidad. Según Stagno *“El Trópico es la fiesta de los sentidos; el baile de las sensaciones. Es por esta misma razón que somos como somos”*. El arquitecto define el término tropicalidad como un estado mental producto de la inmersión de individuos en un universo de sensualidad exaltado por una complejidad abrumadora. Sin embargo; esta es una característica que puede ser tanto negativa como positiva.

Como bien incluye Stagno, mientras más se discute y se piensa, esta tropicalidad se va dejando de percibir como una incongruencia extravagante y comienza a verse como un escenario que pudiera ser real, inteligente y rico en las posibilidades que pudiera ofrecer. Ahora bien todo hombre caribeño es tropical pero no todo hombre tropical es caribeño. Según el geógrafo David Lowenthal dice que; *“Ser caribeño es mucho más que estar en el Caribe”*. El hombre caribeño posee una diversidad social, étnica, lingüística y cultural, y es esta diversidad étnica una de las principales características de lo que significa ser caribeño. Es cierto de que nuestra condición geográfica ha condicionado quienes somos. El hombre tropical caribeño es muy diferente a cualquier otro hombre que viva en una latitud distinta a la nuestra. A pesar de todos los países tienen diferentes religiones, creencias culturales, económicas, políticas, etc. Por estar ubicado a una misma distancia del Ecuador hacemos arquitectura como semejanzas en soluciones. Por la presencia de un clima complejo y particular, como; naturaleza abundante, brisas agradables, calor, lluvia, etc. Tenemos un escenario más rico y sensual. Esta es una condición positiva por el hecho de que el medio ambiente, nos brinda la oportunidad de producir una arquitectura menos rígida, más agradable, libre e interesante. Donde se puede afirmar que los factores tanto climáticos, como culturales y emocionales, si influyen en la expresión arquitectónica de esta zona.

4.3 Confort en los Trópicos

Existen muchas deficiones de confort, pero según el arquitecto y urbanista húngaro Victor Olgyay (1910-1970), pionero del bioclimatismo, plantea que; *“El confort para el hombre es el punto en el que para adaptarse a su entorno le requiera un mínimo de energía y las condiciones bajo las cuales consigue ese objetivo se define como zona de confort”*. Así pues el hábitat artificial creado por el hombre modifica las condiciones del entorno y ofrece bienestar, contrarrestando los elementos ambientales.

El confort climático, de una manera más precisa *“Confort térmico”* o *“Sensación térmica”*, representa la temperatura que siente una persona frente a una determinada combinación de la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del viento; viene a ser una corrección empleada en meteorología para expresar de manera más exacta la temperatura que siente una persona, que en muchos casos resulta muy diferente de la temperatura ambiente registrada.

El confort térmico no solo está condicionado por elementos meteorológicos básicos como la temperatura, la humedad, el viento y la radiación solar, y su variabilidad a través del día y del año, sino que además se deben considerar factores como la constitución física, la edad, la dieta, el grado de alimentación y las influencias culturales de los habitantes, como también su actividad al sol o a la sombra y su aclimatación.

Para sentirnos cómodos, la temperatura de nuestro cuerpo debe de estar alrededor de 36,7°C para encontrarnos en nuestra zona de confort. Debido al proceso metabólico en nuestro interior: Nuestro cuerpo es una fuente que emite calor, ya sea por convección, conducción o radiación, y que para mantener su temperatura estable, debe liberarse de este calor. Es por eso que debemos de aplicar estrategias que equilibren y compensen nuestra temperatura en los lugares que habitemos, para así tener espacios agradables que nos proporcionen bienestar.

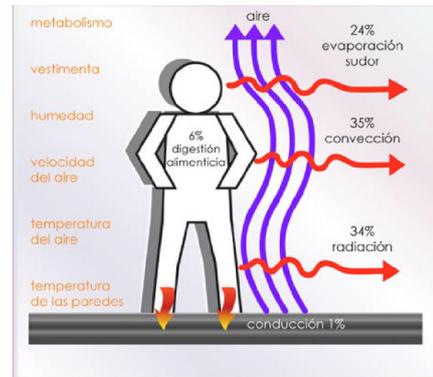


Figura 26: Intercambio de calor del cuerpo humano
Fuente: Wikipedia

La sensación de confort por las personas en el trópico está dado por la habilidad y adaptación desarrollada a lo largo de la vida a altas temperaturas y humedades. La tendencia de estos climas es permanecer en zonas sombreadas el mayor tiempo posible y aprovechar las brisas refrescantes. Para adaptarse a estas condiciones las personas deben de hacer cambio en sus patrones de vida que van desde la vestimenta, horarios de actividades y el diseño de sus edificaciones. En climas cálidos, donde la humedad es alta, el bienestar depende no sólo del promedio de aire fresco que entra a un cuarto, sino de la velocidad con que se mueve en la piel del usuario. El índice de confort climático en República Dominicana toma en cuenta diferentes criterios: la sensación térmica, la temperatura del agua, la humedad, el viento y el sol. El índice de confort climático en el país ronda entre los 98/100% y difícilmente se puede imaginar mejor. La tasa de insolación es más fuerte y hace un tiempo seco. Las temperaturas rondan los 25°C de media durante el día y son suaves durante la noche, aunque se tienen amplios sectores donde las sensaciones climáticas son calurosas todo el año.

El clima tropical ideal está dado por las condiciones de temperatura del aire en exterior y en la sombra, que idealmente debería ser iguales a las del interior del edificio o mejorarla con respecto al exterior; la ventilación, la temperatura y la humedad actúan directamente sobre la piel de las personas y son las que hacen sentir frío o calor. La técnica utilizada por los arquitectos para mitigar las ganancias diferentes a lo largo del trópico están relacionadas con la vegetación, la orientación, los materiales utilizados, el diseño de las aberturas y la distribución en planta, estas estrategias son aplicadas para lograr el confort al interior de los espacios de manera pasiva, tratando de evitar el uso de sistemas mecánicos de ventilación. Se observan también estrategias aplicadas para las ganancias de calor, entrada de aire y las incidencias e la luz solar al interior, logradas con cortinas, persianas, celosías, aleros y toldos, los cuales permiten protegerse y adaptarse a los cambios del clima durante el día, ya que el sol es constante todo el año y lo que hay que tener en cuenta es el ángulo incidente sobre la superficie.

4.4 Arquitectura Tropical: “Diseñar pensando en nuestro entorno”

La arquitectura tropical es la que surge como una respuesta a la necesidad de adecuarse al medio ambiente, pretendiendo adaptar las edificaciones a su contexto climático para que éstas sean confortables y, a la vez, aprovechen la exuberancia de la naturaleza que las rodean. Así también, la Arquitectura Tropical funciona al igual que la Arquitectura Bioclimática por medio de la integración del clima con el diseño de las edificaciones que se realizan aprovechando las condiciones climáticas de su entorno, transformando los elementos climáticos externos en confort interno gracias a su diseño inteligente.

Lo plantean los expertos del Instituto de Arquitectura Tropical de Costa Rica plantean que: *“La arquitectura tropical, como la conocemos ahora, se inicia durante las décadas finales del siglo XX y principios del siglo XXI, con una actitud sostenible y ecológica que define las soluciones al exigir una actividad responsable y comprometida con el medio ambiente. Este tipo de actitud se ve reflejada en las construcciones arquitectónicas contemporáneas, ya que no es posible continuar construyendo y diseñando sin atender a las exigencias planetarias”*. La Arquitectura Tropical busca reflexionar sobre una realidad de adaptación al *“Lugar”*, el cual puede ser rico en posibilidades de recursos para su desarrollo. Su fin es el de enriquecer la cultura de su comprensión e implementación, intentando rescatar elementos tradicionales y locales, todo esto razonando al compromiso con el medio ambiente y permitiendo elaborar propuestas sostenibles, incorporando lo universal y lo contemporáneo.

4.5 Característica de la Arquitectura Tropical

Las características propias del clima tropical es que la temperatura media anual supera los 18°C y las precipitaciones durante todo el año son superadas por la evaporación. El sol es uno de los recursos más abundantes en los trópicos y diversas tecnologías han aprovechado su energía con éxito. Sin embargo, como determinante de diseño no es el sol sino la sombra el elemento fundamental de la arquitectura y el urbanismo de las latitudes tropicales, así lo plantea el arquitecto Bruno Stagno en el IV Encuentro de Arquitectura Tropical, año 2008; *“En el trópico, la sombra acoge, reúne y condiciona el comportamiento del ser humano”*. En las zonas donde el clima es caluroso la sombra proporciona a las personas frescura lo que les da ánimo y a la vez vitalidad³¹. Según el arquitecto determina varios componentes generales que explican los conceptos que deben comunicar las diversas formas habitacionales y su arquitectura en las zonas tropicales, las cuales son:

- **Informalidad morfológica;** Es decir, una arquitectura libre, que no se apegue a dogmas, reflejando el uso del sentido común y el respeto por el contexto.
- **Sensación de abertura;** Mediante espacios altos y techos con fuertes pendientes para favorecer la ventilación cruzada y la integración de la vegetación por medio de la transparencia.
- **Arquitectura de los materiales;** Mediante materiales pasivos que aporten expresión de la arquitectura local como el uso del bloque de cemento, concreto, ladrillo y la arena, los cuales son materiales económicos y de bajo mantenimiento.
- **Penumbra en los espacios internos;** Al ser una arquitectura con espacios abiertos y donde predomina la luz brillante, es necesario la implementación de aleros largos que produzcan sombra y bloquen las incidencias directas del sol para crear una sensación de confort y agrado visual.
- **Fachadas que se descomponen;** Desmaterializando los muros, los techos, las ventanas y las estructuras evitando su hermetismo, buscando las perforaciones para poder dejar pasar la brisa por medio de las grandes aberturas de las fachadas³².

En los trópicos es la frescura de la sombra la que da energía y ánimo al ser humano, mejorando la calidad de los edificios, donde la ventilación y el atrapar las corrientes de aire y brisas son las consideraciones primarias. Los expertos en arquitectura tropical buscan servirse de las brisas, ventilación cruzada y las sombras, por sus efectos refrescantes en los ambientes cubiertos, en donde estudian además la topografía y la vegetación para lograr un efecto estético vibrante, valorando la privacidad y el aislamiento acústico en sus proyectos.

4.6 El Diseño Tropical: “Estrategias para trabajar con el clima”

Los trópicos cuentan con una relativa estabilidad con respecto a la incidencia solar anual, ya que estas regiones ecuatoriales no se ven tan evidentemente afectadas por la inclinación axial de 23,5° del eje de rotación de la tierra. Estas zonas tienen una relación relativamente constante y donde reciben los efectos de las zonas polares que se *“expanden y contraen”* con respecto al Sol, cuyos extremos se dan el 21 de junio y el 22 de diciembre (conocidos como solsticios) y los intermedios el 20 de marzo y el 21 de septiembre (conocidos como los equinoccios).

31 ARCHIVOS DE ARQUITECTURA ANTILLANA (AAA): Revista internacional de arquitectura, urbanismo, historia y cultura en el Gran Caribe, autor: Jimena Ugarte de Stagno, año 2008

32 Disponible en: <http://arquitotal.blogspot.com.es/2010/07/conceptos-de-la-arquitectura-tropical.html>

En el trópico los edificios tienen que diseñarse razonados con sumo cuidado y con gran respeto al clima. Según el arquitecto indio Charles Correa, en su libro: Principios de arquitectura doméstica en el Trópico, sostiene que: *“Para un hábitat tropical sostenible, es imprescindible incluir diversas estrategias, al momento de contar con técnicas de acondicionamiento ambiental, que optimicen el aprovechamiento de los factores climáticos incidentes, haciendo uso del sol, la temperatura, el viento y la radiación; cuando sean favorables y su modificación o protección cuando sean perjudiciales”*.

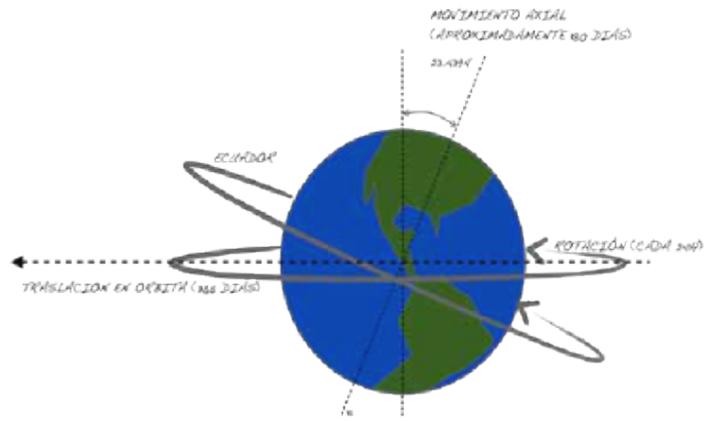


Figura 27: Inclinación eje de rotación del planeta Tierra
Fuente: Wikipedia

Hoy en día se suele confundir término arquitectura tropical con un particular estilo de diseño, cuando en realidad lo que se trata es de lograr confort térmico en las edificaciones habitables, a través del uso de elementos pasivos como: Parasoles o quiebrasoles (piezas horizontales o verticales que bloquean la luz, como los Brise-Solail), paredes con cámaras, persianas para regular el ingreso de la luz, aleros de techos, instalaciones con materiales aislante en techos y paredes, y el uso de las sombras del follaje de los árboles próximos a la estructura³³. El diseño tropical crea una armoniosa relación entre la naturaleza y las personas, incorporando materiales locales naturales y en lo posible reciclados, haciendo una buena gestión del agua y apuntando a la eficiencia energética.

El elemento fundamental en la arquitectura tropical es el techo, que en zonas trópico-húmedas es de suma importancia que las estructuras cuenten con pendientes pronunciadas entre un 12% y 20%. El techo tropical es un parasol, sus aleros se alargan para proteger del sol y la lluvia y promover el bienestar de los que acoge. La sombra que proyecta se convierte en un importante recurso de energía pasiva, logrando mediante la integración de otros elementos una transición entre la luz exterior y la penumbra interior. Debe hacerse énfasis en la ubicación y tomando en consideración: En primer lugar las especificaciones del proyecto, su cobertura y sus usuarios, y en segundo lugar estudiar a profundidad cómo el clima puede usarse a nuestro favor tomando en cuenta una serie de detalles como la orientación que tendrá el edificio con respecto al terreno.

El sol debe ser encarado y dominado por el arquitecto desde el comienzo del diseño del edificio. La mejor manera de resolverlo es determinar su trayectoria aparente descrita en el firmamento durante todo el año. En los trópicos el recorrido solar es muy equilibrado, apareciendo en el oriente y siguiendo un arco que se oculta en el occidente, emitiendo energía principalmente en forma de radiación de onda corta, en donde esta radiación es absorbida por la superficie y devuelta en dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga, con lo cual se transmite calor a la atmósfera. Siendo la energía solar es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos en esta región del planeta. En los trópicos las superficies horizontales, orientadas al oriente y occidente adquieren gran importancia como herramienta de diseño con el sol, ya que de ello dependerá la manera en que la radiación que se recibe influye en la forma y en la estética.

Una orientación inteligente de la estructura y proveer aberturas de tamaño apropiado, determina en gran medida la ganancia de calor, y en esencia, con el manejo adecuado de las aberturas, se maximiza la iluminación natural dentro de los espacios. El objetivo principal es regular la cantidad de sol que se introduce por las aberturas, en consideración el ángulo solar a distintas horas del día y diferentes estaciones del año. Los techos inclinados, responden a la intención de captar al máximo el viento y la luz. Las cubiertas inclinadas hacia el oeste, utilizadas para instalar paneles solares que permitan economizar el consumo energético de la vivienda.

33 Disponible en: <http://arquitecturadecasas.blogspot.com.es/2013/04/la-casa-tropical.html>

Debido a la posición geográfica en la cual se ubica la República Dominicana, los rayos solares hacia el interior de las edificaciones se mantienen en posición vertical durante la mayor parte del año y son más directos en las superficies perpendiculares, como; el techo y caras Este y Oeste, en los meses de Febrero a Octubre y en la cara Sur durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, donde se considera la elección de protecciones solares, la cara Norte está libre de incidencia de radiación solar directa y por lo tanto se permite tener grandes aberturas que llenan el edificio de luz natural sin el calor que trae la entrada directa de los rayos del sol.

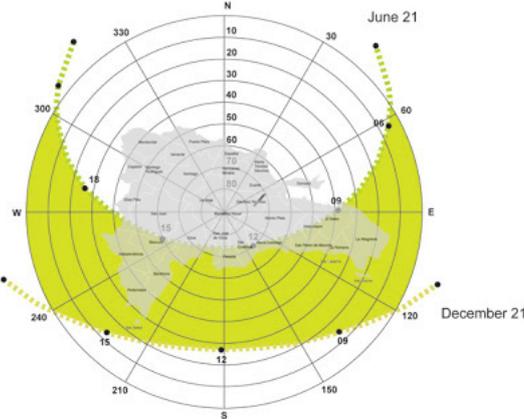


Figura 28: Carta de proyección estereográfica
Fuente: Wikipedia

Esta estrategia de diseño representa un importante aporte al ahorro energético en el desempeño del edificio. Los vientos en combinación con el sol median en la temperatura y la humedad relativa de los espacios. El viento es el componente y la influencia más importante del clima y, específicamente, en los trópicos húmedos debido a que afecta la formación y la evolución del estado del tiempo de manera directa y es una variable que ayuda al refrescamiento interno del edificio. Debemos determinar su procedencia y la manera en que los elementos en el entorno inmediato (como la vegetación, edificios o la misma topografía) influyen el patrón de viento normal de la zona. En el país los vientos predominantes durante el día son por el Sureste y por las noches por el Noreste, por ellos que resulta es más conveniente distribuir las áreas en la siguiente forma; sala, comedor, cocina, estar y galería se colocan orientadas al Sureste, porque son las áreas que se utilizan más durante el día y los dormitorios colocados al Noreste, que es la dirección de donde predominan los vientos durante la noche. La localización del edificio es un aspecto central en la arquitectura tropical sostenible y a menudo no es tenida muy en cuenta. La implantación es la tarea más importante del arquitecto, ya que determina la iluminación, los aportes solares, los desperdicios, la ventilación, etc., pero también la calidad del hábitat, como la comunicación y las vistas³⁴.

En definitiva, estas estrategias buscan potencializar y reafirmar la vigencia de los elementos y conceptos arquitectónicos tradicionales del trópico, durante el proceso de diseño, y como solución constructiva que puede perdurar en el tiempo de manera eficiente y con una carga estética que probablemente sea muy resistente a la apariencia del tiempo. Igualmente importante son las nociones de herramientas digitales, que en la actualidad nos permiten tener un aproximado cercano respecto al comportamiento de estas variables climáticas y nos permiten comprobar cuán acertadas son nuestras decisiones.

4.7 Arquitectura Tropical del Caribe: “En busca de una sintonía”

En el área caribeña la arquitectura se distingue por tener un cromatismo particular. El uso del color, la diversidad y variación en la utilización de los materiales son valores que inciden en nuestra expresión arquitectónica³⁵. El Caribe define una realidad geográfica, es decir; una franja delimitada por condiciones climáticas similares en toda su extensión, pero que difieren en sus manifestaciones culturales y arquitectónicas a lo largo de toda la región.

34 Disponible en: http://www.diariolibre.com/habitat/2012/12/05/i362051_retos-arquitectura-sostenible.html

35 ARQUITECTURA POPULAR DOMINICANA, 2009, Durán y Brea

La arquitectura propia de las islas es muy variada, rica en colores y propuestas. Ésta es la resultante de las diferentes dominaciones históricas y estilos de vida, donde cada país o isla tiene un estilo propio en cuanto al diseño y a la construcción de las viviendas y otras tipologías arquitectónicas, en donde las mismas se adaptaban al contexto, buscando una armonía con el paisaje, integrada y en contacto permanente con el entorno. Esta tendencia de adaptación al medio se puede encontrar en las viviendas precolombinas, coloniales y en las viviendas las precedentes respecto a las contemporáneas.

El arquitecto Bruno Stagno, director del Instituto de Arquitectura Tropical, fundamenta que; *“Las construcciones antiguas en los países del trópico se amoldan al clima, a las vivencias, a la tecnología de la época, con una enorme coherencia con la situación económica y social”*. La arquitectura del Caribe es la resultante de cuatro componentes: los materiales, el clima, la nacionalidad de los constructores y las influencias estilísticas importadas, probablemente en ese mismo orden de importancia.

El clima tropical, ardiente y húmedo, tuvo una influencia decisiva en la arquitectura caribeña, haciendo necesario orientar adecuadamente las edificaciones abriendo en lo posible sus ventanas hacia el norte o el sur para aprovechar los vientos alisios y protegerse del Sol. La frescura de las casas para obtener cierto grado de confort en un clima tan húmedo también se conseguía mediante la ventilación cruzada y practicando aberturas altas en las paredes, que al evolucionar se convirtieron en elementos ornamentales, dado el primor con que se ejecutaban las celosías allí instaladas. Los edificios construidos sobre pilotes o en tambo, como se suele llamar, además de obtener mejoras visuales, también permitían el paso de las brisas que los refrescaban y protegían a sus habitantes de los animales rastreros.

4.8 Las nuevas propuestas caribeña: “De espalda a la región”

Los estilos arquitectónicos propios de la arquitectura tropical en zonas caribeñas han ido evolucionando junto a las poblaciones y al entorno. Las cualidades y características aprendidas para mejorar el confort de las edificaciones, como; Conceptos, materiales y sistemas constructivos, han ido virtualmente desapareciendo, debido a una cómoda aptitud de adaptación a las técnicas y formas, últimamente en boga, influenciadas por los preceptos de racionalismo internacionales.

La arquitectura actual del Caribe copia un estilo moderno y tecnológico que no se corresponde con la realidad climática, socioeconómica y cultural de la región. Esta observación la hacen los arquitectos Andrés Mignucci, de Puerto Rico, Bruno Stagno, de Costa Rica, Mark Raymond, de Trinidad, Teódulo Blanchard y Oscar Imbert, de la República Dominicana. Estos profesionales abordaron el tema durante el Primer convite de arquitectura caribeña contemporánea, celebrado en Santo Domingo (República Dominicana) en el año 2005, bajo el lema; *“Climatizando con el clima”* que es una constante reflexión sobre la tropicalidad a partir de la observación de la naturaleza y de las vivencias de la gente en esta zona del trópico.

Dichos arquitectos sostienen que; *“En el Caribe hay una enorme influencia extranjera que sobrepasan lo que debería ser realmente y habría que hacer una introspección para descubrir y determinar las raíces y tradiciones necesarias para hacer evolucionar y representar una arquitectura específica”*. Esta situación también le preocupa al arquitecto Gustavo Moré, quien sostiene que no existe una definición textual de qué es arquitectura caribeña, por lo menos, no en el caso dominicano, plantea que; *“El peligro acecha si las arquitecturas caribeñas pierden su capacidad de seducción y se acercan a meras estructuras cargadas de conflictos, que responden a una eterna búsqueda de parecerse a otras, la mayoría de las veces vacías de contenido y de contextualización, perdiendo el encanto y la exuberancia que las ha caracterizado”*. El arquitecto advierte que en esta zona no se construye al margen del Caribe y que el criterio con que debemos manejarnos no depende de un *“estilo caribeño”* sino de nuestra actitud hacia lo regional, hacia el entendimiento de la sabiduría vernácula.

“No es arquitectura caribeña lo que buscamos, sino una sintonía con el Caribe, ya que lo importante es la sustentabilidad climática”. La arquitectura caribeña es construir pensando en nuestro entorno, en nuestro clima y en nuestras condiciones como isla.

El arquitecto dominicano José Antonio Natera, especializado en diseño caribeño, sostiene que; *“Hace ya varias décadas que no estamos influenciados por la región, por las Antillas, sino más bien por los continentes. Logrando con esto una arquitectura continental, donde reinan el cristal y el acero, materiales que, en estas tierras, deben de manejarse con mesura por el clima y las temperaturas, dejando atrás lo verde y lo adecuado”.* El sobreuso de cristales fijos no operables, claraboyas o *“skylights”* cuyos cristales cierran herméticamente sin la oportunidad de abrir para permitir ventilación natural y la eliminación de aleros para crear formas cúbicas minimalistas, son elementos que niegan la existencia del edificio en el trópico, haciendo que éstos no puedan sobrevivir sin aire acondicionado.

En definitiva, considero que esta arquitectura está en crisis y en algunos países caribeños, como la República Dominicana, esa crisis es más evidente que en otros, es vital reconocer las bondades de nuestra ubicación geográfica y promover políticas al respecto, que puedan frenar los referentes de un mundo y un contexto que no nos pertenece. El arquitecto Bruno Stagno sostiene que; *“Esa falta de imaginación ha sido la verdadera sentencia de la arquitectura caribeña”.* Estilo que ha llegado de manera violenta a esta región, reduciéndose a una confusión de valores a grandes rasgos, viendo alarmante cómo se copian modelos extranjeros sin tan siquiera hacer una reinterpretación al respecto. Generando como consecuencia, la pérdida de la identidad arquitectónica con las edificaciones de esta región.

4.9 Conclusiones

La Arquitectura Tropical, en especial la caribeña, aún no tiene una definición universalmente aceptada, lo que deja mucho espacio a la imaginación y más aun, a la adaptación. La ignorancia no es un lujo que el arquitecto de estas regiones podemos darnos y no es posible que se continúe construyendo y diseñando sin atender a las exigencias arquitectónicas de esta zona. Como profesional de la arquitectura y la edificación, considero que es muy importante investigar y adentrarse en la región que se piensa trabajar, para así poder brindar soluciones coherentes y ofrecer una respuesta sabia a las condiciones del clima local o lugar donde se vive al momento de llevar a cabo cualquier tipo de edificación.

De acuerdo a la observación de este apartado he llegado a la conclusión de que:

- El principal recurso de una eficiente arquitectura en los trópicos es La Sombra, La arquitectura Tropical ya sea tradicional, ultra-moderna o de alta tecnología, recurre a elementos del diseño arquitectónico tales como: sombrillas, estantes voladizos, aislamiento para las paredes y el techo, aprovechando la sombra de los grandes árboles para bloquear el intenso sol del Trópico.
- El clima determina de manera considerable, la forma construida, ya que del clima depende la elección de los materiales y el diseño arquitectónico a elegir.
- Los patrones solares, el atrapar las corrientes de aire y brisas son los factores más importantes y consideraciones primarias de la arquitectura tropical.
- Se deben de aislar los techos para reducir significativamente la temperatura dentro de las edificaciones.
- En la arquitectura tropical los muros se minimizan y las aberturas se maximizan para dejar pasar la brisa sin obstáculos.
- Los materiales deben de ser adaptables y hacerse cada vez más resistentes, sin chocar con su entorno, para proteger a las edificaciones de los huracanes, ciclones y demás fenómenos meteorológicos o telúricos.

Nuestra condición de país caribeño nos indica que debemos valernos de estrategias que tomen ventajas del clima que nos caracteriza, haciendo preciso conocer los métodos por los cuales podemos reducir el calor y asegurar un bienestar en el diseño y confort de nuestras edificaciones.

CAPÍTULO V: **MARCO REGULATORIO**

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación,
viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”



5.1 Introducción

En la República Dominicana el ejercicio de la arquitectura y la edificación, en lo que respeta al medio ambiente, se ha realizado a través de instrumentos legales obligatorios, que comenzaron a adoptarse, desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX, al ser percibidos los efectos negativos por parte de los profesionales y autoridades del sector: **“Su ejercicio no sostenible”**. Entre los objetivos de estas leyes se enfatiza el desarrollo adaptable respecto al diseño y soluciones efectivas en los proyectos de nuevas edificaciones dominicanas.

Ejemplos de estas regulaciones las constituyen:

- En temática medioambiental la **Ley General N° 64-00 por parte del ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales**, (Promulgada el 18 de Agosto del año 2000, aunque hoy día se encuentra en un proceso de refinamiento), su propósito es desarrollar una gestión ambiental sustentable, mediante la aplicación, diseño y ejecución de políticas para la conservación y protección del medio ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales, siempre y cuando se quiera realizar alguna actividad sobre el terreno, ya sea de índole público o privado, por medio de una evaluación de impacto ambiental. El fin de esta ley es alcanzar el desarrollo sostenible de la nación y que recursos naturales puedan ser aprovechados racionalmente y disfrutados por las generaciones presentes y futura³⁶.
- En temática de eficiencia energética y ahorro de recursos la **Ley N° 57-07 por parte de la Comisión Nacional de Energía CNE, que Impulsa el desarrollo para la producción de fuentes de energía renovable en el país** (Aprobada el 2 de octubre del años 2012), cuyas medidas reguladoras promueven el aumento de la aplicación de diseños y tecnologías eficientes en el uso de energías y la utilización de los recursos naturales de una forma económica y ambientalmente apropiada. La ley tiene como objetivo principal aumentar la diversidad energética en República Dominicana y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, mitigando sus efectos ambientales negativos, para alcanzar el 25% de la producción por medio de energías renovables en 2025, y al menos un 10% en 2015, en donde ya están instaurándose las primeras experiencias, sobre todo en el ámbito de la hostelería y el sector turístico, que es una de las principales fuentes económicas del país³⁷.

5.2 Arquitectura Verde

La arquitectura verde, sustentable o sostenible trata de reducir el impacto de las construcciones sobre el medio ambiente y los habitantes mediante el aprovechamiento intensivo de los recursos naturales. La máxima que sigue este tipo de arquitectura es la de adaptarse al medio aprovechando recursos tales como la luz solar y las corrientes de aire para lograr reducir el gasto en calefacción y aire acondicionado, contribuyendo de esta forma al cuidado del medio ambiente. Según el arquitecto vietnamita Vo Trong Nghia, conocido por sus diseños sostenibles y verdes, plantea que; **“La arquitectura verde ayuda a la gente a vivir en armonía con la naturaleza y eleva la vida humana, asumiendo los poderes del sol, el viento y el agua en el espacio habitable. Si la actual forma de pensar no cambia, tarde o temprano los ciudadanos vivirán en verdaderas selvas de concreto”**³⁸.



Ser **“Verde”** no es únicamente usar estos colores o sembrar árboles alrededor de nuestro edificio, Sin embargo, la arquitectura verde va mucho más allá, Se trata de desarrollar diseños de edificaciones que sean amigables con el medio ambiente y que sus dimensiones faciliten el mayor aprovechamiento de recursos naturales, es todo un proceso que abarca desde la elección del solar que usara la proyección de la estructura así como utilizar materiales reciclados, pintura no tóxica y hasta como se podrá ahorrar energía una vez las mismas terminadas.

Figura 30: Ilustración conceptual Arquitectura Verde
Fuente: Wikipedia

36 Disponible en: http://www.oas.org/OSDE/fida/laws/legislation/dominican_republic/republica_dominicana_64-00.pdf

37 Disponible en: <https://www.dgii.gov.do/legislacion/leyesTributarias/Documents/57-07.pdf>

38 Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/vo-trong-nghia>

Esta nueva manera de construir se basa en la creación de un diseño sustentable que va dirigido a la conservación ambiental así como la mejora en un nivel social y económico. La arquitectura verde es un tema muy interesante, que ha incrementado su estudio en este último siglo, sin embargo en la República Dominicana la aplicación de sus criterios están siendo cada día tomados más en cuenta, marcando una tendencia en los nuevos proyectos de edificaciones, aunque el arquitecto dominicano Richard Moreta (n. 1965) cree que en el país no se está haciendo una arquitectura verde, ya que considera que los diseñadores se han concentrado en colocar plantas en los balcones, espacios de jardinería y áreas de recreación para vender una armonía con el medio ambiente y plantea que; *“Es de esfuerzo conjunto buscar abrir una amplia discusión entre profesionales y académicos del sector sobre la necesidad de integrar más elementos verdes y ecológicos en los diseños arquitectónicos”*³⁹.

5.3 Edificios Verdes

Los edificios verdes son edificios sostenibles, construidos con el fin de tener el menor impacto posible en lo que respecta al uso de recursos naturales del ambiente en que se realizaran. Para que un edificio pueda considerarse como un edificio verde debe de cumplir con ciertos objetivos, como son:

- Aumentar la eficiencia y reducir el impacto medioambiental, al tiempo que mejora el bienestar de sus usuarios.
- Reducir el consumo de la energía eléctrica hasta un 50%.
- Mejorar la calidad del aire y del agua de 30 a 50%, mediante la reducción de basura y conservación de los recursos naturales.
- Reducir los costos de operación, y mejorar la rentabilidad del inmueble.
- Mejorar el ambiente interior en la calidad del aire, la reducción de ruido, el confort y la salud de sus ocupantes, logrando una mayor calidad de vida.
- Adecuado uso de procesos constructivos.

El concepto de **“Edificios verdes o Green Building”** promueve las mejores prácticas para el diseño de edificios sustentables, creando consciencia sobre la importancia de contribuir positivamente al medio ambiente y fomentar el equilibrio de los recursos naturales, debido al uso de métodos no renovables en la construcción.

5.4 Edificios Verdes en la República Dominicana

El movimiento verde en la República Dominicana es relativamente joven, pero el interés por parte de los profesionales es mucho mayor. Los edificios verdes constituyen una alternativa a la necesidad de promover prácticas que contribuyan a mejorar medioambiental y el fomento del equilibrio de los recursos naturales en las construcciones. El diseño de edificios con características sostenibles y amigables al medio ambiente progresa desde hace 10 años en el país, con varios edificios levantados con mejores normas y ciertos criterios sustentables internacionales. Según plantea el arquitecto Neiquel Filpo (n. 1975); *“No es una tarea fácil pero afortunadamente, todo el mundo está entusiasmado con la edificación sustentable en la República Dominicana ya que es necesario para adaptarse a las nuevas tendencias globales, sobre todo si tendemos a hacer un mejor uso de los recursos y la energía”*.

Hasta la fecha para certificarse como **“Verde”** la opción en el país es acudir a normas internacionales, como la estadounidense LEED (Leadership in Energy & Environmental Design - Liderazgo en Diseño de Energía y Medioambiente). El arquitecto José Enrique Delmonte, mediante la Fundación Erwin Walter Palm (FEWP), encargada del estudio y promoción de la arquitectura dominicana y del Caribe, afirmó que en el país existen pocos edificios que adoptan las normativas de ahorro de energía y que; *“La mayoría responden a criterios poco relacionados con la arquitectura verde, que abarca la ubicación del edificio, materiales de construcción, sistemas computarizados, disminución de ruidos y ahorro de mantenimiento”*.

39 Disponible en: <http://www.listindiario.com/economia-and-negocios/2009/9/17/115222/Arquitectura-verde-para-la-ciudad-de-SD>

Entre los edificios existentes que actualmente sobresalen y aplican con esta norma de certificación están; La embajada de los Estados Unidos en la Av. República de Colombia, la única construcción en la ciudad de Santo Domingo que ya posee el certificado LEED.



Imagen 13: Consulado de los Estados Unidos (Rep. Dom.)
Fuente: Periódico El Nacional

Además, está el nuevo centro comercial Ágora Mall en la Av. John F. Kennedy, la nueva edificación de la empresa de telecomunicaciones Orange en la Av. Núñez de Cáceres y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la Av. Cayetano Germosén esq. Av. Gregorio Luperón, éstos han sido algunos de los nuevos proyectos que se han edificados con características verdes y que buscan una certificación por esta referencia americana⁴⁰.



Imagen 14: Centro comercial Ágora Mall (Santo Domingo)
Fuente: Wikipedia



Imagen 15: Edificio Orange Dominicana (Santo Domingo)
Fuente: El Diario ABC



Imagen 16: Edificio Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Santo Domingo)
Fuente: Acciónverde.com

Desde su fundación en el año 2009, el Consejo Dominicano de Edificaciones Verdes, se encuentra promocionando, en el país, este tipo de construcciones en las que predominan la justicia ecológica usando materiales naturales hasta en un 47%. El Consejo manifiesta que en República Dominicana algunas empresas han empezado a utilizar las especificaciones que les permitan convertirse en edificios verdes, como medidas para cambiar los sistemas de luces y aires acondicionados, disminuyendo el uso de papel en sus operaciones, reciclando los desperdicios y haciendo una mejor disposición de los desechos⁴¹. En definitiva, la construcción de edificaciones verdes se vuelve más común en la República Dominicana y cada día son más empresas constructoras y profesionales se comprometen con este tipo de edificaciones, que por sí solas son ejemplos de cómo se debe ahorrar energía y hacer un mejor uso de los recursos que nos ofrece la naturaleza⁴².

5.5 Arquitectura Ambiental “Una arquitectura a favor del medio ambiente”

La imprescindible relación entre arquitectura y medio ambiente nos empuja a reaccionar ante la desvinculación observable en el día a día del ejercicio profesional de la edificación, propiciando una práctica consciente y coherente con las necesidades reales de una arquitectura que se forma en un entorno ya existente.

40 Disponible en: <http://www.accionverde.com/2009/06/hacia-una-arquitectura-verde-en-republica-dominicana/>

41 Disponible en: <http://www.adocem.org/sala-de-prensa/noticias/786-edificios-verdes-para-llevar-una-vida-sana.html>

42 Disponible en: <http://elnacional.com.do/una-tendencia-en-la-arquitectura-que-preserva-el-medio-ambiente-y-ahorra/>

De esta manera la arquitectura ambiental hace uso de factores climáticos, ambientales, materiales locales de bajo costo, energía de fuentes renovables, estrategias de diseño, además de técnicas y tecnologías constructivas. La Arquitectura Ambiental es la buena arquitectura que busca la correcta interrelación entre la naturaleza y el hábitat construido, creando edificios que respeten al ambiente y a la vez resulten confortables para sus habitantes. Esta forma de expresión considera al clima y las condiciones del entorno para conseguir una situación de confort térmico en su interior, jugando con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos⁴³. El clima natural es un recurso que debe ser explotado para acceder al bienestar dentro de los edificios, especialmente en los países en vías de desarrollo. Este tipo de arquitectura tiene un enfoque coherente y sostenible para manejar el ambiente, diseñando con el clima, ahorrando energía y sin agredir al medio ambiente.

La Arquitectura Ambiental considera todos los procesos de pensar, gestionar, proyectar, hacer, mantener y deshacer la arquitectura. Se involucra en todos los momentos de la obra, en la que considera todos los aspectos directos e indirectos, naturales y artificiales. Además procura reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de residuos, a la vez optimiza y eficientiza el uso de los recursos, reduciendo los costes del edificio y su consumo. La Arquitectura Ambiental concentra todas las ramas que se desprenden de la búsqueda de una Arquitectura integrada positivamente al medio ambiente, a la vez mejora la calidad de vida de sus ocupantes y promueve la permanencia y estabilidad de los recursos naturales, los ecosistemas y el planeta.



Figura 31: Ilustración conceptual de las ramas de la Arquitectura Ambiental
Fuente: Arq. María Isabel Serrano Dina

5.6 Impacto medio ambiental en la edificación dominicana

El impacto ambiental es toda alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más componentes del medio ambiente y los recursos naturales, provocada por el hombre, o en algunos casos, por acontecimientos de la propia naturaleza. Hoy en día el cuidado ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales son componentes fundamentales en los nuevos proyectos de desarrollo, donde se logran eficientes y confortables edificaciones en armonía con la naturaleza.

El sector de la edificación es uno de los más importantes para la economía de cualquier país pero a la vez provoca un grave impacto en el entorno al momento de desarrollar en él un proyecto sobre el terreno. La edificación debe responder al contexto donde se emplaza y además debe estar integrada al ambiente que la rodea, cuando ésta no responde al lugar, los problemas que se debían de resolver tienen que solucionarse mediante técnicas artificiales que causan gastos económicos y daños al medio ambiente.

43 Disponible en: http://arquitecturaambientalrd.blogspot.com.es/p/blog-page_24.html

La edificación actual dominicana consume una cantidad importante de recursos naturales, siendo una de las principales actividades que deterioran el ambiente de forma considerable. Aunque ha sido tema de debate de los últimos años, la arquitectura en el país deja de lado las recomendaciones de edificaciones amigables con el mismo, para encaminarse a un estilo totalmente cerrado y contrario a las demandas actuales. Los nuevos diseños que se exhiben en las ciudades dan forma a estructuras cada vez más demandantes de agentes contaminantes⁴⁴. El arquitecto dominicano Emilio José Brea García (1950-2014) sostiene que el problema ambiental de la edificaciones dominicanas deriva de una arquitectura que se dirige en dirección contraria a la incidencia y las consideraciones climáticas que deben tenerse en cuenta al momento de proyectar en el país. El arquitecto pone como ejemplo que el problema punzante es la deforestación para la construcción, eso sin olvidar la contaminación, polución y residuos que la misma genera. Además sostiene que la mala orientación de las edificaciones es el principal reflejo que las imposibilita a funcionar ambientalmente solas, donde la demanda cada vez más de aires acondicionados, las plantas de emergencias su suministro energético o los sistemas de ascensores, son factores que, en la misma, contaminan mucho más el medio ambiente durante todas sus etapas.

Dentro de las actividades industriales, la edificación es una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. En términos estadísticos, se puede decir que el sector es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, aparte del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados. Las edificaciones que niegan el contexto donde se erigen suelen proporcionar poco bienestar, por lo tanto, la aplicación de criterios de construcción sostenible en los edificios se hace cada vez más imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta clave para la toma de decisiones y planificación del desarrollo, que permite definir las medidas de prevención, corrección y mitigación de los impactos que esté generando un proyecto o cualquier otra actividad sobre el mismo.

La noción de medio ambiente es un concepto con doble significado que define el clima, pero a la vez implica la acción del hombre sobre su medio. Si los profesionales de la edificación nos proponemos a general la menor contaminación posible estaremos respetando y teniendo en cuenta el entorno en que proyectamos y creando una expresión arquitectónica en simbiosis con medio ambiente al que nos integramos.

5.7 Arquitectura y Energía: “Eficiencia energética en la edificación dominicana”

La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. Las edificaciones son grandes consumidoras de recursos no renovables y una de las importantes fuentes de residuos y contaminación. Múltiples expertos sostienen que las condiciones en las que se encuentra nuestro planeta, no son muy favorables, ya que las energías fósiles que existen en el mismo se están agotando. Uno de los impactos ambientales más graves actuales es el del exceso de emisiones de gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento del global que provoca el cambio climático que estamos sufriendo.

El modelo de desarrollo que llevamos actualmente no está teniendo en cuenta la utilización racional de la energía y el abuso de las energías fósiles por parte del hombre ha llevado a que su entorno se modifique de manera abismal. Según datos del Worldwatch Institute de Washington, prácticamente la mitad de las emisiones de dióxido de carbono que hay en la atmósfera son producidas directamente por la construcción y utilización de los edificios. En este sentido, se estima que cada metro cuadrado de vivienda es responsable de una media de emisión de 1,9 toneladas de dióxido de carbono durante toda su vida útil.

44 Disponible en: http://www.diariolibre.com/noticias/2007/08/15/i146618_arquitectura-dominicana-contraria-las-demandas-climticas.html

En la zona tropical el número de edificaciones aumenta cada vez más y la mayoría de ellas utilizan energía fósiles para climatizarse artificialmente. Esto es debido a que el índice de crecimiento y procesos de urbanización de las ciudades es muy alto. A medida que aumentan los ingresos de las personas por el desarrollo de los países, mayor es la demanda de bienestar y por consiguiente a mayor confort, traduciéndose a mayor consumo energético. La República Dominicana es uno de los países que se encuentra en esta zona en donde no hay legislaciones apropiadas para la arquitectura tropical y en donde su práctica es el resultado del sentido común y de la evolución de las experiencias de una edificación con mayor consumo energético. Si queremos caminar hacia la sostenibilidad debemos seleccionar el tipo de energía que empleamos para cubrir nuestras necesidades. En el país en los últimos años se han desarrollado esfuerzos muy aislados, pero en la mayoría no se pueden considerar como arquitectura sostenible propiamente dicha. El uso de energías renovables como la solar y eólica va ganando, cada día, más adeptos, aunque la mayoría son mediante esfuerzos privados.

Otro punto importante es que en las edificaciones del país, existe un crecimiento del consumo de energía para su acondicionamiento ambiental (climático y lumínico), lo cual tiene un impacto muy importante en la economía de los usuarios. Este impacto acentúa la dependencia al uso de combustibles fósiles no renovables. La eficiencia energética es una de las principales metas de la arquitectura sostenible, donde los arquitectos implementamos diversas técnicas para reducir las necesidades energéticas de los edificios, aumentando su capacidad de capturar la energía del sol o de generar su propia energía.

La eficiencia energética y el uso de la energía limpia, tanto en los edificios como en los procesos productivos son una de las acciones que más repercusión tienen en el desarrollo de diseños sostenibles a menores costos y menor consumo energético⁴⁵. El sector de la energía en la República Dominicana tradicionalmente ha sido, y sigue siendo, un cuello de botella para el crecimiento económico del país, donde Según Estudios del mercado de energías renovables, señala que cerca del 90% de la producción eléctrica se basa en combustibles fósiles:

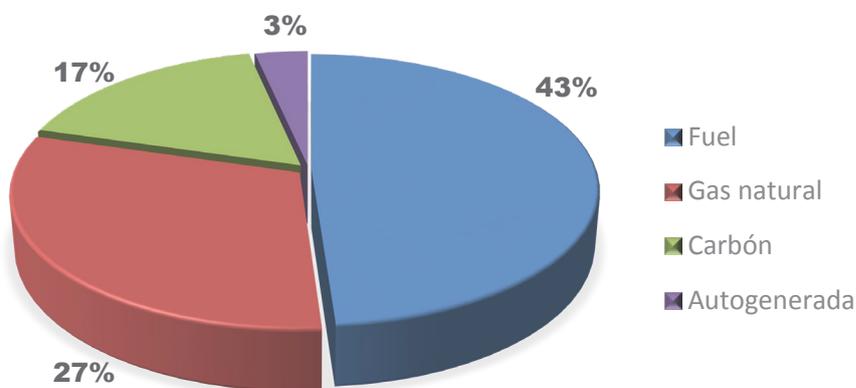


Gráfico 10: Porcentaje producción de energía eléctrica en base a combustibles fósiles
Fuente: Estudio del mercado de energías renovables, Rep. Dom.

La dependencia de combustibles fósiles para la generación eléctrica no sólo produce transferencias masivas de riqueza a otros países en concepto de importaciones. El ahorro y la eficiencia, es un tema de vital importancia, tanto desde el punto de vista medio ambiental como desde la perspectiva económica y se le debe prestar especial atención y esfuerzos para que se desarrolle de forma importante. Según el informe sobre la Descripción y Evaluación General de los usos Energéticos por parte de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID (Por sus siglas en inglés: United States Agency for International Development), identifica los patrones de consumo energético y su distribución por sectores productivos:

45 Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable

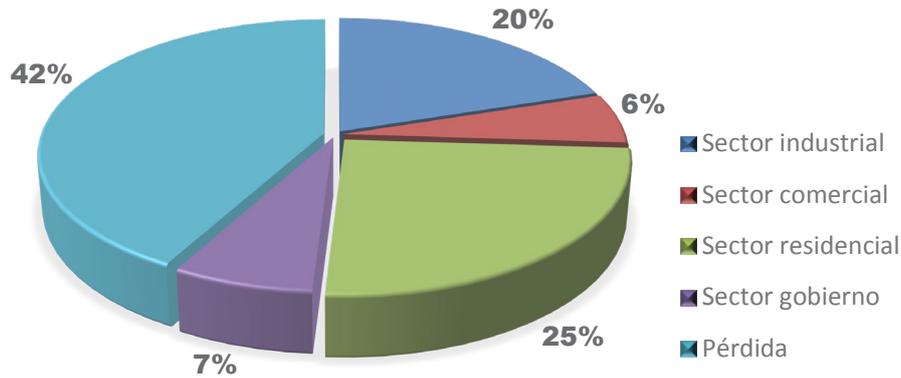


Gráfico 11: Porcentaje de consumo energético por sectores productivos
Fuente: Estudio del mercado de energías renovables, Rep. Dom.

En cuanto a la distribución del consumo de energía por sistemas de instalaciones, su porcentajes dentro de la edificación, se dividen en:

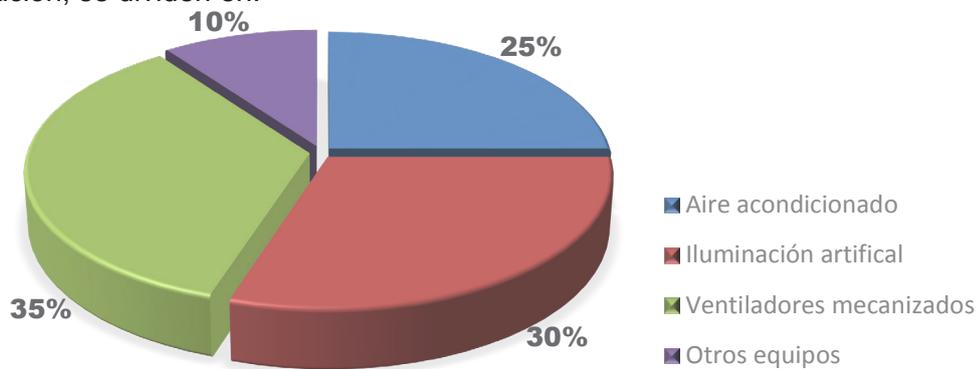


Gráfico 12: Distribución de consumo de energía por sistemas de instalaciones
Fuente: Estudio del mercado de energías renovables, Rep. Dom.

Para conseguir reducir la repercusión de los edificios y sus emisiones, hay tres vías distintas: el ahorro energético (incidiendo en los hábitos de los usuarios), la eficiencia energética (mejora de la construcción y las instalaciones) y la generación de energía mediante energías renovables. Según expertos, plantean que un edificio con diseño bioclimático puede reducir el uso de la energía en un promedio de un 30%. Las oportunidades para mejorar la eficiencia energética ocurren en las primeras etapas del proceso de diseño cuando se toman las decisiones básicas del mismo. La República Dominicana está llevando a cabo el Plan Nacional de Eficiencia Energética, cuyo objetivo es: Promover una cultura razonable y coherente que para hacer más competitiva la economía nacional. Algunas de las acciones son promover el ahorro y uso eficiente de la energía, tanto en los sectores productores y consumidores de energía del país.

5.8 Producción de energías renovables en República Dominicana

“Potencial de recursos de energías alternativas”

Las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables. Según el arquitecto Antonio Baño Nieva, en su libro Guía de construcción sostenible del año 2010, plantea que las energías renovables se caracterizan por: tener una capacidad natural de regeneración permanente, es decir; no se agotan y presentan una bajo impacto ambiental, además de que pueden utilizarse para obtener electricidad, climatización o agua caliente sanitaria en una edificación. Entre las energías renovables se encuentran las fuentes alternativas: eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocombustibles⁴⁶. La República Dominicana tiene una rica oferta de algunas de estas fuentes, como el: sol, viento, agua y materia orgánica. Mediante la utilización de estos recursos es posible que todo el consumo en las edificaciones del país sea de generación propia y no contaminante.

46 Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable

Además las viviendas en regiones remotas que actualmente están excluidas del suministro de energía convencional, también podrían beneficiarse de estas alternativas⁴⁷.

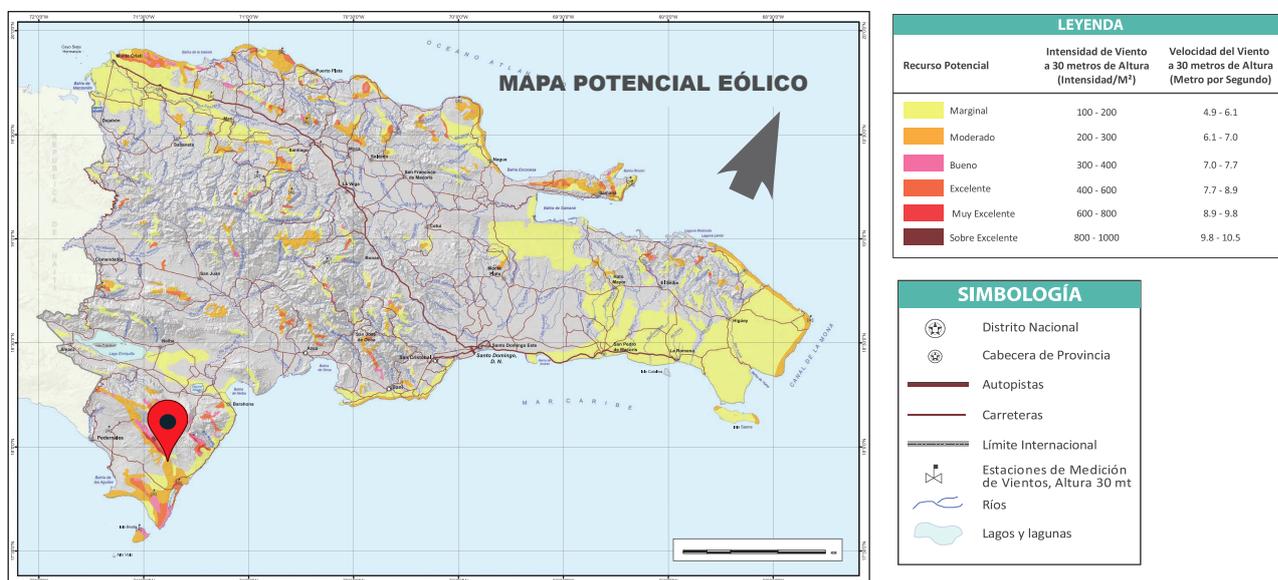
5.8.1 Potencial Eólico



El potencial eólico está referido a la intensidad y velocidad de las corrientes de aire en una determinada zona. El potencial de energía eólica se puede clasificar dependiendo de las aplicaciones y de la densidad de potencia en el viento. La densidad de potencia depende de la distribución de velocidades del viento medida a una altura determinada, y se clasifica en marginal, moderado, bueno y excelente. El país dispone de 4.405 km² en los cuales se tiene un potencial de 30.5 GW con una generación total anual de 59.300 GWh/año. Las áreas catalogadas como las mejores (más altas potencias) son 22 km² y se trata de lugares muy bien definidos en el territorio.

Imagen 17: Parque eólico Los Cocos, República Dominicana
Fuente: Kilssy Méndez (Larimar Magazine)

Muchos lugares cuentan con una velocidad de viento promedio de más de 7 metros por segundo a 80m sobre el nivel del mar, y un número de lugares ofrecen velocidades promedio mayores a 8 metros por segundo. El mejor recurso eólico se encuentra en la parte occidental del país, en las áreas a lo largo de las costas sur y norte y en las montañas centrales a lo largo de la frontera con Haití. La República Dominicana tiene muchos lugares con gran potencial para la energía eólica, especialmente en el suroeste, en donde el 11 de octubre del año 2011, se inauguró el primer parque eólico del país y del Caribe, ubicado en la comunidad de Juancho en la provincia de Pedernales. El proyecto tiene una capacidad instalada total de 33 MW y el potencial de expandirse hasta 75 MW. Además se tienen en agenda dos proyectos adicionales: Uno en Matafongo en la provincia Peravia, y el otro en El Guanillo en la provincia de Montecristi.



Mapa 10: Áreas potencial eólico y ubicación parque Los Cocos, República Dominicana
Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana (Ministerio de medioambiente y recursos naturales)

5.8.2 Potencial solar

El potencial solar de República Dominicana se sitúa entre 5 y 6 kWh/m², (entre 80% y 92% de los valores máximos) con un gradiente que va desde la zona oriental hasta la zona occidental del país y con una irradiancia horizontal global (GHI) promedio generalmente en el rango de 210 a 250 W/m². El potencial solar de República Dominicana es muy positivo y permite variadas aplicaciones:

47 EL MERCADO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN REPÚBLICA DOMINICANA: http://www.aprean.com/internacional/estudios/Rep_Dominicana.pdf

Tanto Santo Domingo como Santiago tienen un sólido potencial solar. A pesar de que otros sitios en el país cuentan con valores de insolación aún más altos. Fuera de las ciudades, especialmente en las áreas más soleadas de la parte occidental del país, puede ser viable un desarrollo solar FV o energía solar concentrada (CSP) a escala de red. El 2 de agosto del año 2013, se inauguró en el aeropuerto internacional del Cibao la mayor planta de energía solar del país, ubicado en la ciudad de Santiago de los Caballeros. El proyecto tiene una capacidad instalada total de 1,5 MW y evitará la emisión de más de 1.000 toneladas de CO₂⁴⁸.

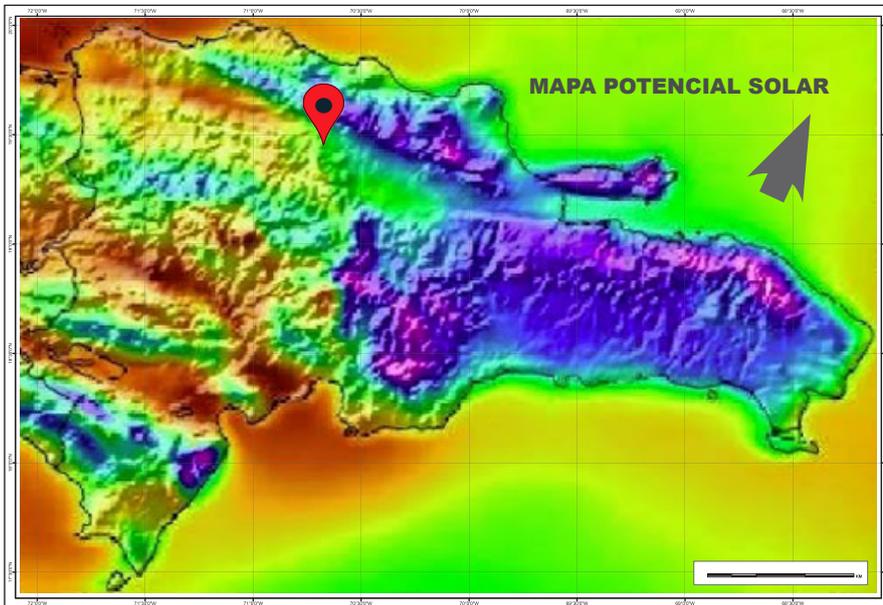


Imagen 18: Paneles solares, Planta energía solar, Aeropuerto internacional del Cibao
Fuente: Noticia + Verde

Mapa 11: Potencial solar y ubicación planta energía solar, República Dominicana
Fuente: Mercado de las energías renovables en Rep. Dom.

5.8.3 Potencial Hidroeléctrico

La República Dominicana tiene más potencial hidroeléctrico que cualquier otro país del Caribe, con una estimación de 9,000 GWh por año factibles técnicamente, así lo plantea la agencia de coordinación del sistema eléctrico del país. La red hidrográfica que induce al escurrimiento superficial de las aguas del territorio nacional está comprendida por ríos, arroyos, cañadas y caños. Los tres principales ríos que conforman la red hidrográfica de la República Dominicana, tanto por su longitud como por el volumen de agua de sus caudales nacen en la Cordillera Central, razón por la cual ha sido denominada: *Madre de las aguas*.

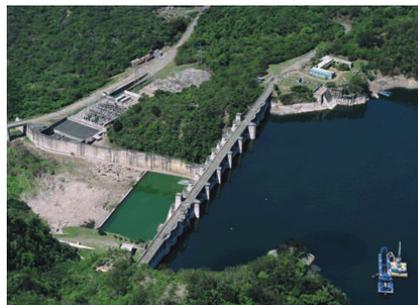
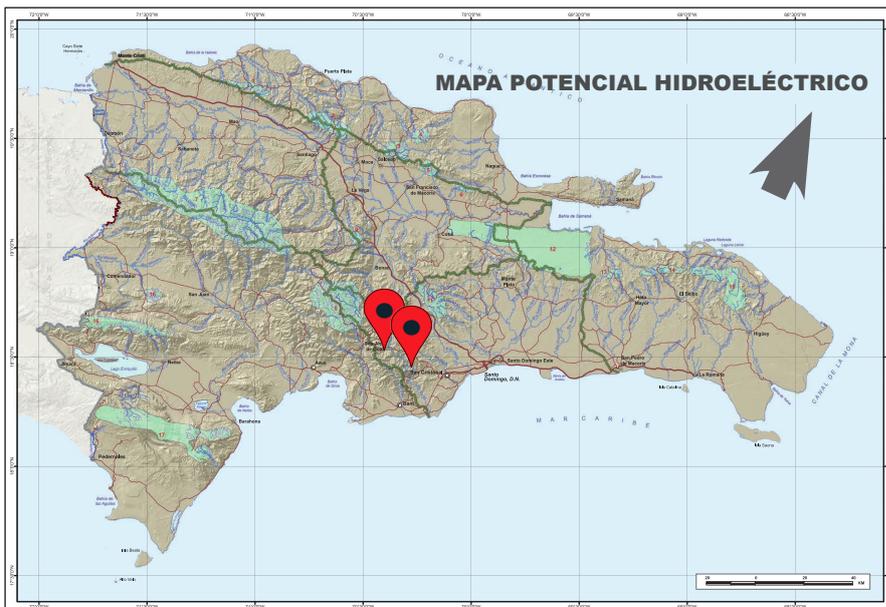


Imagen 19: Potencial Hidroeléctrico: Presa de Valdesia y Presa del Aguacate
Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales

La falta de información apropiada constituye una barrera fundamental para el desarrollo de las PCH's (Pequeña Central Hidroeléctrica) en el país. Actualmente se tiene información sobre los caudales medios anuales en las mayores cuencas del país, pero la información sobre micro cuencas es muy limitada. Para estas últimas, se trata de un potencial muy localizado que debe ser determinado. Esta falta de información debe corregirse con mediciones en los aprovechamientos durante un mínimo de un año junto con otros análisis, como recomienda el reglamento a la Ley 57-07. Al aportar un 18% de la demanda energética, las hidroeléctricas son un soporte para la producción eléctrica nacional. Aunque su generación resulta barata, y el país es rico en acuíferos y altas montañas, los caudales no son muy potentes, y el agua potable y el riego para la agricultura resultan prioritarios.

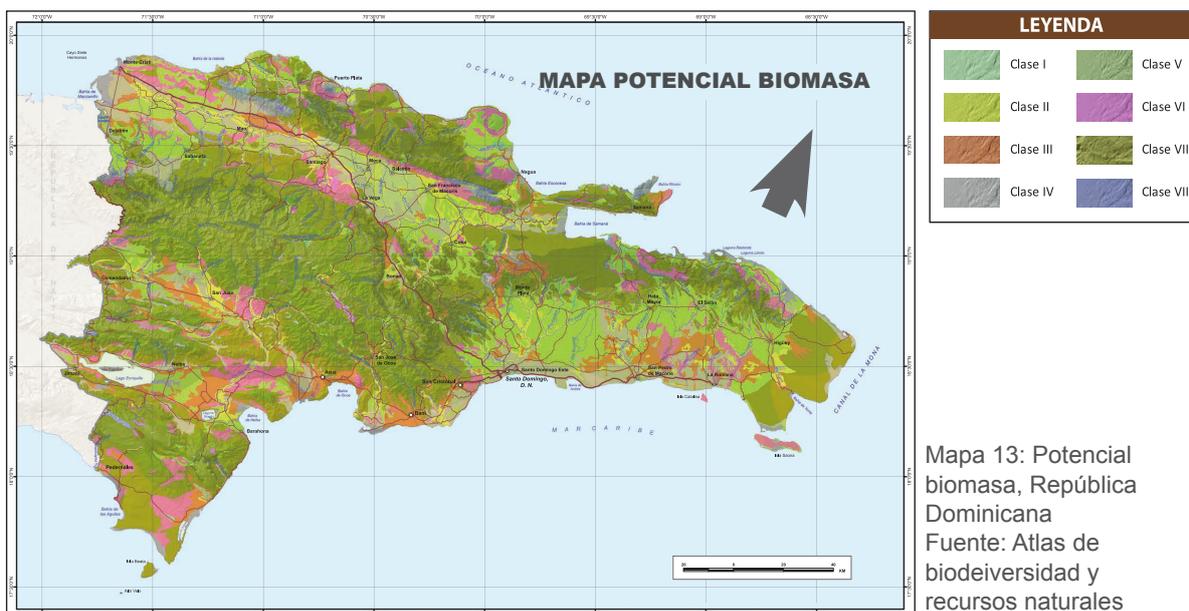
48 Disponible en: <http://noticias.masverdedigital.com/?p=28205>



Mapa 12: Ubicación Presas de Valdesia y el Aguacate, República Dominicana
Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales

5.8.4 Potencial Biomasa

Existen muchas fuentes potenciales de materia prima de biomasa en la República Dominicana, incluidos los residuos de cultivos agrícolas, tales como el bagazo de la caña de azúcar, la cáscara del café, la paja del arroz y las cáscaras de coco, así como biomasa de leña. El Plan de Desarrollo Climático Compatible del país contiene una curva de reducción de costos que estima que para el 2030, la energía de biomasa ahorraría casi 1.5 millones de toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono. El total nacional de tierra cultivable es de 4.251.505 Ha, del cual solo 659.351 Ha están sembradas, equivalente al 16%. Esto quiere decir que existe una frontera agrícola equivalente al 84% del área cultivable. Para una política de desarrollo de Biocombustibles esta información es crucial, puesto que muestra la existencia de un amplio espacio para ampliar el área cultivable con propósitos energéticos, sin afectar la tierra dedicada a los alimentos. En la actualidad, unas cinco empresas, de las cuales dos son multinacionales, producen energía con este tipo de combustible. Los proyectos piloto de biomasa actualmente encaminados en el país incluyen la generación de energía a partir de residuos sólidos municipales (MSW, por sus siglas en inglés), la reactivación de los ingenios azucareros para producir etanol y bagazo en base a caña de azúcar, y la alimentación de biodigestores con diferentes materias primas.



Mapa 13: Potencial biomasa, República Dominicana
Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales

5.8.5 Potencial Mareomotriz

La República Dominicana no tiene instalaciones para energía de olas o mareomotriz, a pesar de que pronto se instalará en la provincia de Barahona un proyecto piloto de energía de olas, como parte de una instalación rompeolas.



Mapa 14. Ubicación futura instalación proyecto piloto de energía de olas, República Dominicana
Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales

5.9 Integración de Energías Renovables en la edificación “Saber captar la energía de nuestro entorno”

En el momento actual, la arquitectura debe ser plenamente consciente de las necesidades medioambientales y debe responder con el diseño a los planteamientos de entornos humanos más sostenibles. En esta aproximación, el tema de la energía es de gran importancia y no sólo pasa por el aprovechamiento de las energías naturales sino también por la buena integración de éstas en los edificios. Desde la proyección de los edificios se puede controlar en gran medida su consumo energético. Las energías alternativas en la arquitectura implican el uso de dispositivos, tales como paneles fotovoltaicos o generadores eólicos que ayudan a proporcionar electricidad sustentable para cualquier uso. Si los techos tendrán pendientes hay que tratar de ubicarlas hacia el mediodía solar con una pendiente tal que optimice la captación de la energía solar a fin que los paneles fotovoltaicos generen con la eficacia máxima.

El arquitecto y conferencista australiano Richard Hyde, en su libro *a study of building in moderate and hot humid climate responsive design*, sostiene que; *Desde el punto de vista de la arquitectura bioclimática, una solución acertada es el aprovechamiento de las fuentes alternativas natural del ambiente para diseñar. La implementación de esta solución traería como consecuencia una reducción en su consumo diario para climatizar espacios, lo que desencadenaría en una reducción de los efectos negativos producidos por los sistemas de climatización mecánico. Sin embargo, utilizando un sistema híbrido que integre medidas, tanto pasivas como activas llegaremos a una nueva arquitectura que ahorre la mayor cantidad de energía posible.* Diseñando con los conceptos de arquitectura bioclimática que fomente el ahorro energético podremos llegar a edificaciones efectivamente donde se busque economía al tratar de depender menos del consumo comercial y usar la natural para sustituir y lograr los efectos que se buscan con la comercial. La alternativa más económica para conseguir un edificio energéticamente eficiente es incluyendo desde la fase de diseño el tema (Eficiencia energética). Pero es posible tomar un edificio existente y mediante una técnica denominada de reciclado energético conocida por su raíz anglosajona como *Retrofit*, dar al edificio un nuevo ciclo de vida sustentable, en este caso, hablamos de edificios 0 emisiones. Lo arquitecto tenemos en nuestras manos el poder de hacer un cambio y es preciso actuar; teniendo en cuenta que somos nosotros los arquitectos, en una gran parte; responsables del deterioro del planeta.

En resumen, para proporcionar en el Trópico un mejor rendimiento energético y de bienestar, la arquitectura debe de buscar una economía energética que tiene como compromiso utilizar el sol, el viento y cualquier otra energía del sitio para iluminar, calentar y refrigerar el edificio. Si combinamos soluciones bioclimáticas adaptadas a un lugar específico, con una arquitectura que genere su propia energía y vele por el mínimo consumo de la misma, entonces estaremos creando una arquitectura que se preocupa por el ahorro energético.

5.10 Certificación energética: “Optimización en el uso de la energía”

Hoy en día se cuentan con herramientas de medición que son capaces de evaluar la “Sostenibilidad” de un producto, y no es la excepción el campo de la edificación. El diseño y la construcción de edificios comportan unos impactos ambientales que incluyen la utilización de materiales que provienen de recursos naturales, además de utilización de grandes cantidades de energía, tanto en lo que atiende a su construcción como a lo largo de su vida útil. Según un informe, en el año 2014, por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP (Por sus siglas en inglés: United Nations Environment Programme), respecto a la Situación de la Edificación Sostenible en Latino América, plantea que: “El sector de la construcción se ha convertido en un componente de apoyo clave para la Estrategia de Eficiencia Energética, que establece metas de reducción del 36,6% al 38,9% de emisiones de carbono para el año 2020, en los países de latino América y el Caribe”⁴⁹.

El diseño de edificios debe de considerar los aspectos estratégicos de ahorro de energía. Para que una edificación sea llamada sostenible debe estar diseñada y construida bajo dos puntos muy importantes: Primero debe de estar conceptualizada y desarrollada bajo criterios de diseño, en los cuales se determinen el carácter ecológico del proyecto, y segundo debe cumplir con lineamientos de certificación y etiquetado, que la definan como una edificación Sostenible. El presente apartado tiene por objeto analizar el marco normativo en materia de sostenibilidad, eficiencia y certificación energética para edificios, tanto en el ámbito internacional como nacional y determinar qué consideraciones son tomadas en cuenta en un edificio para que el mismo pueda ser sostenible. El propósito es realizar un marco comparativo para lograr extraer los principales indicadores utilizados para medir la sostenibilidad y determinar que certificación resultaría más adecuada para implementar en la República Dominicana.

5.10.1 Ámbito internacional

Actualmente a nivel internacional existe una revolución en la Arquitectura y la Edificación, debido al hecho del consumo energético de los edificios, responsables del calentamiento global y sus repercusiones en el cambio climático. La experiencia internacional reconoce al uso eficiente de la energía como la medida más efectiva a corto, mediano y largo plazo para lograr una significativa reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y emisiones de CO₂. Últimamente, las políticas mundiales de sostenibilidad ambiental, han adelantado a los estándares de construcción, sistemas de clasificación y certificación de edificios, para evaluar los diferentes factores relacionados con la calidad ambiental del mismo, emitiendo certificaciones de diferentes categorías, de acuerdo a la calificación obtenida.

Según el Consejo de Construcción Sostenible de los Estados Unidos (U.S. Green Building), sostiene que existen aproximadamente 20.000 certificaciones otorgadas a construcciones sustentables, en más de 100 países. En este apartado se escogieron, especialmente, estudiar y comparar las aportaciones de España y Costa Rica, con tal de conocer de forma sintetizada las similitudes y diferencias de los sistemas de certificación que poseen ambos países, en el cual abordaremos, de forma más general, en los avances en materia de construcción sostenible, acondicionamiento ambiental, eficiencia y certificación energética.



Figura 32: Ilustración conceptual certificación energética
Fuente: Wikipedia

La misma establece un instrumento que se enfatiza en las decisiones de diseño, construcción y operación de una edificación en el trópico. La inquietud inmediata, en el país, fue disponer de un marco regulatorio que surgiera del oficio de la arquitectura y de su potencial para aportar soluciones viables y baratas para lograr edificaciones que fueran certificadas, mas por sus soluciones bioclimáticas que por la incorporación de tecnologías⁵¹.

Implementada por el Instituto de Arquitectura Tropical (IAT), la Norma RESET tiene el objeto de ampliar los requisitos de sostenibilidad a una amplia gama de edificaciones, priorizando la capacidad que tiene el diseño y el potencial de sustentabilidad que tiene la arquitectura. La normativa, se ha diseñado para evaluar la edificación y su comportamiento medioambiental en las etapas de diseño y construcción. Además su sistema de clasificación es de aplicación voluntaria en edificaciones y otras obras de construcción, individuales y colectivas, como también a los procesos relacionados con el ciclo de vida de las mismas. Para Costa Rica RESET, dispone de una norma original que se inscribe dentro de su vocación ambiental y que le permite incorporar en sus políticas y estrategias una reducción de su impacto ambiental. Esta herramienta busca facilitar decisiones que sirvan como indicadores y pautas, para incorporar a la edificación criterios responsables con el entorno.



Figura 35: Ilustración conceptual certificación RESET
Fuente: Wikipedia



Figura 34: Sistema certificación
RESET, Costa Rica
Fuente: Wikipedia



Aunque la República Dominicana reconoce al sector de la edificación como un motor de crecimiento nacional importante, en términos regulatorios no cuentan con un sistema propio de evaluación basados en situaciones y características a su condición como país tropical. Aunque existe la herramienta de certificación voluntaria LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), no se ha desarrollado en el país un instrumento de certificación adaptado a su contexto. La República Dominicana se encuentra en las etapas iniciales en cuanto a la incorporación de medidas de eficiencia energética, pero su aplicación en las edificaciones no muestra un notable avance en el desarrollo de legislaciones, normativas o programas orientados a la implementación de políticas de construcción sostenible.

5.10.2 Ámbito nacional

Teóricamente la Arquitectura Tropical Sostenible es un concepto muy conocido por todos los profesionales, aunque hay que considerar que todavía nos encontramos en la etapa embrionaria de su implementación en el ejercicio del diseño. Uno de los retos más importantes para el país es el desarrollo de capacidades técnicas institucionales para el manejo e implementación de políticas públicas que fomenten el diseño de edificaciones sostenibles. La República Dominicana presenta grandes potenciales de producción de energías renovables, pero a pesar del avance en el desarrollo de políticas de eficiencia energética, aún no se han desarrollado estándares de diseño y equipamiento orientados a implementarlas.

5.10.3 Comparativa

Comparando los sistemas de certificaciones, se me hace necesario puntualizar que no pretendo hacer coincidir, en cantidad ni orden, con las consideraciones extraídas en sus análisis y muchos menos en sus similitudes y diferencias, ya que cada sistema fue creado para una latitud determinada.

51 Requisitos de Edificaciones Sostenibles en el Trópico, RESET: http://www.uia.archi/sites/default/files/RESET_V16.pdf

En cuanto a los puntos similares, a pesar de las diferencias culturales, geográficas y económicas de cada país, ambos sistemas guardan ciertas similitudes en los objetivos que persiguen: Sus políticas de certificación, eficiencia energética, sostenibilidad y acondicionamiento ambiental de ambos países se centran en dar una respuesta más amigable al medio ambiente al momento de edificar.

Ambas certificaciones buscan la mitigación de emisiones en el sector, proveyendo mejoras la eficiencia energética, mediante la disminución del consumo de combustibles fósiles e incluso del agua. Además ambas buscan mejorar en el diseño arquitectónico la utilización de materiales constructivos eficientes. También es importante resaltar que tanto España como Costa Rica muestra un notable avance en el desarrollo de legislaciones, normativas y programas orientadas hacia la implementación de medidas de eficiencia energética en el diseño de las edificaciones.

En cuanto a sus diferencias, primero hay que señalar, que ambas certificaciones trabajan eficientemente dentro de su contexto, aunque si existen algunos puntos que las difieren en cuanto a su desempeño. Ya que ambos países tienen distintos requerimientos y necesidades: En España, por ejemplo, el sistema LIDER – CALENER es de aplicación general y obligatoria, además opta por la incorporación de tecnologías, está más completo y no se limita a implementar soluciones a la edificación en lo relacionado al avance de eficiencia energética, sin importar en qué etapa se encuentre. Mientras que RESET en Costa Rica concibe las tecnologías como un complemento del diseño y no como un sustituto, es decir, opta por estrategias pasivas y menos tecnologías. Además el sistema es de aplicación voluntaria y no posee desarrollo de normas de eficiencia energética que incorporen temas de aislamiento y acondicionamiento térmico, ya que su implementación está limitada a cada etapa, pero en el diseño de la edificación.

El modelo inicial adecuado para el etiquetado de **“Edificaciones Sostenibles”** en la República Dominicana, podría iniciar a partir del sistema RESET, porque éste es el que mejor se adapta al contexto, ya que al pertenecer Costa Rica a la misma latitud caribeña que la República Dominicana, el diseño de sus edificaciones guardan ciertas similitudes. Además que RESET posee una característica muy bien desarrollada, en cuanto al cumplimiento de cierta cantidad de elementos, que por el momento serían de gran avance para una aplicación inicial en el país. RESET certifica edificios sostenibles con condiciones que están al alcance de la región y la República Dominicana, mediante este sistema, podría dar sus primeros pasos en el cumplimiento de las futuras edificaciones verdes. Sin embargo, por razones anteriormente mencionadas se podrían incorporar a RESET, para su mejora, elementos de la línea de LIDER – CALENER que es un sistema que tiene mayor flexibilidad y no se limita en su desempeño, ya que ofrece soluciones de mejora sin importar en qué etapa se encuentre la edificación.

5.11 Conclusiones

El tema de la sostenibilidad en la arquitectura y edificación dominicana debe ser tratado, desde los puntos de vistas organizativos, funcionales y técnicos, por todos los profesionales del sector, para así obtener las pautas que conduzcan a lograr la mayor eficiencia energética en el diseño de los edificios.

- En términos regulatorios: Tanto España como Costa Rica han logrado implementar políticas públicas en materia de eficiencia energética y construcción sostenible, mostrando avances significativos en sus expresiones arquitectónicas. Los hechos demuestran que ambos países están encaminado a llevar proyectos de desarrollo sostenible en aspectos ambientales.
- Sin embargo, en la República Dominicana hace falta mucho trabajo íntegro. Aunque las políticas medio ambientales impulsadas últimamente han dado, en parte, sus frutos, todavía no son suficientes para mejorar la situación medio ambiental en el país, por lo que deben de implementarse muchas políticas más.

Para dar un paso hacia el avance en el desarrollo edificios de alta calidad ambiental, el país debe de incorporar estrategias de operación que incluyan parámetros de eficiencia energética en el diseño de las edificaciones, y que su objetivo sea el de incentivar la construcción sostenible, contando con una adecuada planeación para ello. Dichas acciones deben de incluir el desarrollo del marco normativo del sector construcción, para que los mismos busquen la sostenibilidad ambiental, la promoción del uso adecuado de los recursos naturales, incorporando prácticas de reducción, integración de energías renovables, reutilización y reciclaje, entre otras medidas que contribuyan a la mejora del medio ambiente y preservación de nuestro medio.

CAPÍTULO VI: **Desarrollo de la propuesta**

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”



6.1 Descripción de la propuesta

“Lograr una arquitectura integrada a nuestro entorno tropical”

Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible en la República Dominicana es un trabajo de investigación que pretende dar una visión general, mediante una valoración crítica, a la situación actual de la edificación sostenible y los conceptos de eficiencia energética en el país. La investigación trata sobre la necesidad de buscar respuesta a la huella ambiental que ha causado el edificar de manera empírica en el país y trata de explicar como el arquitecto debe de crear una arquitectura verdadera en armonía con el entorno. Luego de investigar y analizar, la idea que tienen algunos expertos, sobre la realidad en que se encuentra la región caribeña, en especial la República Dominicana, es más que evidente que, en materia de Hábitat Sostenible, las cosas no han marchado bien últimamente, ya que los mecanismos tanto legales como técnicos para responder adecuadamente a esta situación no son suficientes, a pesar de que en el país si cuenta con los recursos necesarios para dirigir el modelo de edificación actual hacia la sostenibilidad. En la República Dominicana, en el protocolo del diseño arquitectónico ha desatendido el aspecto climático como criterio de diseño, factor que es considerado erróneamente luego que la edificación ha sido construida:



Figura 36: Esquema de diseño no sostenible
Fuente: Del mismo autor

Es por tal razón que esta investigación procura presentar una lista de criterios y recomendaciones de acondicionamiento, en donde estén explícitas soluciones para la climatización de los edificios, y solventar, de esta manera, el ejercicio de una arquitectura que promueva el mejoramiento de la calidad ambiental en sus espacios interiores, cambiando el protocolo a:



Figura 37: Esquema de diseño sostenible
Fuente: Del mismo autor

La propuesta de criterios busca actualizar las soluciones bioclimáticas que están presentes en las edificaciones tradicionales, a través de la implementación de nuevas tecnologías y herramientas arquitectónicas, para proponer pautas de acondicionamiento ambiental capaces de lograr que las mismas sean más habitables (Confort), eficientes energéticamente y respetuosas con el medio ambiente.

Este capítulo básicamente se divide en dos partes:

1. Primero se determinarán las estrategias de diseño arquitectónico en función al clima tropical, aprovechando al máximo los factores climáticos influyentes como: El viento y la radiación solar, con tal de identificar los criterios de acondicionamiento ambiental adecuados para aplicar en las edificaciones de la República Dominicana.
2. Segundo se pasará de la teoría a la práctica, mediante el análisis de una vivienda tipo, como experiencia piloto en base a los aspectos tratados, para determinar la viabilidad de estos criterios arquitectónicos, tanto pasivos como activos, mediante los resultados obtenidos y proponer soluciones de mejora a nivel de confort térmico.

Finalmente arribaremos a las conclusiones y recomendaciones para lograr un hábitat verdaderamente sostenible en los diferentes contextos geográficos de la República Dominicana. He de señalar que esta propuesta pretenderá servir como base para futuras investigaciones: En proporcionar el material básico y ofrecer una guía a los principales actores en los sectores de la arquitectura y la edificación, para fomentar la sostenibilidad en el diseño de edificios en toda la región caribeña y pretenda ofrece una reflexión sobre la edificación sostenible en los que se refiere la conservación de la energía, los recursos naturales y su reutilización, tanto en los edificios como en los elementos arquitectónicos utilizados.

6.2 Ámbito de aplicación



Figura 38: Cuadro sinóptico, aplicación criterios de diseño
Fuente: Del mismo autor

6.3 Propuesta de criterios de diseño

A continuación se presenta una matriz de criterios para la sostenibilidad y ecoeficiencia en el diseño arquitectónico de edificaciones en el Trópico, las tablas agrupan dichos criterios para ser aplicados a cada uno de los diferentes componentes arquitectónicos (emplazamiento, cerramientos, ventanas y techos), y busca facilitar la identificación de las metodologías adecuadas de acondicionamiento ambiental térmico, fomentando el uso adecuado de recursos naturales mediante una reducción energética. Esta guía está concebida como un documento práctico para el uso de técnicas sencillas, enfocadas a: “Edificar bien desde el inicio” y trata de explicar las diferentes maneras de lograr una edificación con un comportamiento bioclimático eficiente, mediante sistemas pasivos y activos, buscando una respuesta arquitectónica que no sea ajena a su emplazamiento y utilizando como elemento de control térmico el propio diseño arquitectónico. Las técnicas adoptadas fueron inspiradas, en parte, del libro: Guía bioclimáticas para construir con el clima, publicado por el Instituto de Arquitectura Tropical de Costa Rica⁵². He de puntualizar que la mayoría los criterios que se proponen a continuación, no son de obligatorio cumplimiento y que no se ha tomado en cuenta el coste, ni a la inversión económica que podría generar la materialización de algunos de ellos, ya que es una propuesta base generalizada en la que se comprobará su viabilidad en el aspecto experimental y se determinará su importancia al ser considerados como una alternativa a la reducción de la temperatura interior de los edificios y un confort térmico considerables a sus usuarios.

6.3.1 Sistemas pasivos

Este conjunto de técnicas aptas para el clima tropical, incorporan criterios de diseño adecuados para aprovechar la energía de forma directa sin transformarla en otro tipo de energía. Estos criterios no son de uso general, y deben adecuarse a cada condición y sitio particular donde se desee construir o diseñar un edificio bioclimáticamente eficiente, en donde se debe concebir:

- La utilización de la ventilación natural.
- La utilización eficiente de la iluminación natural.
- La utilización eficiente de la insolación.

52 Disponible en: <http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/GUIA%20BIOCLIMATICA%20CONS-TRUIR%20CLIMA.pdf>

Emplazamiento y forma

Condiciones	Criterios	Acciones técnicas
Radiación	Filtrar la radiación solar a la edificación con vegetación.	<ul style="list-style-type: none"> • La vegetación puede reducir el 90% de la energía solar. • Minimiza al 10% la velocidad del aire. • Disminuye la temperatura del aire hasta 7%.
	General sombra a la edificación aprovechando elementos del entorno como protectores solares.	<ul style="list-style-type: none"> • La presencia de elementos tales como edificios cercanos, desniveles topográficos pueden arrojar sombra al lugar donde está emplazada la edificación.
	Utilizar plantas vegetales en las superficies exteriores.	<ul style="list-style-type: none"> • Las áreas pavimentadas pueden ser hasta 7° C más altas que en las superficies no pavimentadas asoleadas, y hasta 14° C más altas que las áreas no pavimentadas sombreadas. • Utilizar como pavimento, elementos livianos y de poca superficie pavimentada, para reducir las ganancias de calor solar.
	Utilizar juego de volúmenes en las fachadas para crear sombras ante las incidencias solares.	<ul style="list-style-type: none"> • Volúmenes en diferentes planos, con salientes y entrantes, producen un conjunto de sombras propias y que disminuye la asimilación de calor.
Viento	Utilizar convenientemente vegetación para canalizar el movimiento del aire, dentro y alrededor de la edificación.	<ul style="list-style-type: none"> • Los árboles y arbustos bien ubicados pueden proporcionar sombras y enfriamiento, los cuales pueden reducir las necesidades de aire acondicionado entre 10% y 50%. • Los árboles y arbustos bien ubicados, de 3 a 5 m, también pueden cambiar la dirección del movimiento del aire.
	Orientar de la manera más óptima la edificación para ganar mayores oportunidades de ventilación cruzada.	<ul style="list-style-type: none"> • La ubicación de la edificación con un ligero ángulo en relación a los vientos principales maximizan el aprovechamiento de los vientos predominantes. • Orientar las fachadas 45° respecto a la dirección del viento predominante, para produce mayor turbulencia y un mejoramiento de 20% en el flujo de aire. • Orientar la planta, lados más largos ubicados norte- sur y lo de menor dimensión o estrechos orientados este-oeste. • Ubicar los espacios de descanso nocturnos hacia la fachada, donde los vientos frescos tienen una mayor incidencia durante la noche.
	Adecuar la forma de la edificación para mayor movimiento del aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Una forma alargada y abierta, en relación a un ligero ángulo, potencializa enfriamiento de los vientos predominantes.
	Aprovechar los elementos arquitectónicos para dirigir las corrientes del aire al interior en lugar de obstaculizarlo.	<ul style="list-style-type: none"> • Puede resultar difícil, principalmente en aquellas viviendas situadas en entornos urbanos donde las otras edificaciones son las que destinan y obstaculizan el movimiento del aire. • Las edificaciones deben estar separadas para aprovechar los movimientos del aire.

Tabla 1: Propuesta de criterios de diseño sostenible, Emplazamiento y forma (Sistemas pasivos)

Fuente: Del mismo autor

Elementos arquitectónicos			
Condiciones	Elementos	Criterios	Acciones técnicas
Radiación	Cerramientos	Aislar las paredes exteriores con envolventes vegetales.	<ul style="list-style-type: none"> La vegetación colocada en cerramientos verticales absorbe la radiación solar y refresca el aire que circunda la envolvente, mediante la transpiración del vapor de agua.
		Implemente acabados finales de alta reflectancia térmica.	<ul style="list-style-type: none"> Lo más recomendable es utilizar pinturas blancas, pues reflejan entre un 70% y 80% de la radiación solar incidente.
		Moderar el uso de fachadas de vidrio sobre todo en los cerramientos de cara al sol.	<ul style="list-style-type: none"> Las fachadas de vidrios deben ser utilizadas racionalmente en climas cálidos. Su uso deliberado y sin protecciones solares no es adecuado para países tropicales; provoca altos costos energéticos y económicos por instalación, uso y mantenimiento de equipos de aire acondicionado. Utilizar fachadas ventiladas para disminuir las ganancias de calor.
	Ventanas	Limite el uso de ventanas y fachadas de vidrios claros y sin parasoles en orientación este-oeste y sur.	<ul style="list-style-type: none"> El vidrio simple y sin protección solar transmite más del 80% de la radiación incidente, debido al efecto invernadero. Se debe utilizar cristales de alta tecnología. Emplear cristales de alto rendimiento o espectralmente selectivos en ventanas expuestas al sol y en fachadas de vidrio. Las protecciones horizontales y los aleros de techo funcionan bien para ventanas y aberturas en fachadas. Instale protectores solares ligeros como: Toldos, persianas, lamas móviles o fijas en ventanas expuestas al sol.
		Promover la iluminación natural por medio de atrios o patios interiores.	<ul style="list-style-type: none"> Para reducir considerablemente el consumo de energía por iluminación artificial. Evitar techar los patios con cerramientos transparentes fijos y sin ventilar, debido a que las ganancias de calor por radiación solar desmejoran la calidad térmica en el interior.
	Techos	Utilizar techos altos con aberturas para facilitan una efectiva de la luz natural.	<ul style="list-style-type: none"> Los techos con una altura de 2,4 m permite suficiente luz natural, pues permiten un mejor uso de aberturas o claraboyas.
		Evitar utilizar techos planos.	<ul style="list-style-type: none"> Debido a su posición, el techo recibe en cualquier época del año la radiación del sol. Según estudios plantean que los techos planos alcanzan temperaturas superficiales exteriores de hasta 65°C cuando la temperatura exterior del aire, a la sombra, es de sólo 27 °C y pueden recibir hasta 50% más de calor que los techos inclinados.

Tabla 2: Propuesta de criterios de diseño sostenible, elementos arquitectónicos, Radiación (Sistemas pasivos)

Fuente: Del mismo autor

Elementos arquitectónicos			
Condiciones	Elementos	Criterios	Acciones técnicas
Radiación	Techos	Evitar utilizar techos planos.	<ul style="list-style-type: none"> Utilice techos inclinados a 20° preferiblemente orientados sur- norte. Uso de cubierta inclinada hace que fluyan mejor las precipitaciones, recibe radiación solar directa en una cara.
		Evitar el uso de techos o cerramientos horizontales de vidrio expuestos al sol.	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar techos translúcidos, combinados con una adecuada ventilación natural que permita evacuar las ganancias de calor al exterior.
		Utilizar cubiertas ajardinadas.	<ul style="list-style-type: none"> La vegetación absorbe la radiación solar, aísla térmicamente y sombrea los cerramientos de la envolvente, produciendo ambientes interiores de una gran calidad térmica.
Viento	Cerramientos	Utilizar elementos de cerramiento interior translúcidos.	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar cristales de alta tecnología que permitan una apropiada transmisión de luz natural con una controlada ganancia de calor solar.
		Utilizar fachadas permeables para estimular la ventilación natural.	<ul style="list-style-type: none"> Los bloques de ventilación, celosías, calados, etc. Favorecen la ventilación natural de los ambientes interiores y permiten el paso controlado de la iluminación natural.
		Utilizar muros ventilados.	<ul style="list-style-type: none"> Estos tipos de muros impulsan la ventilación natural en climas templados y cálidos.
	Ventanas	Obtener ventilación cruzada, diseñando la ventana de entrada ligeramente más pequeña que la de salida.	<ul style="list-style-type: none"> La ventilación natural es óptima cuando el área de la abertura de entrada es ligeramente más pequeña que la correspondiente a la abertura de salida.
		Proteger las ventanas y otras aberturas, con parasoles, aleros, celosías, persianas, lamas fijas o móviles para mejorar la ventilación natural.	<ul style="list-style-type: none"> Estos elementos son una solución apropiada para minimizar las ganancias solares sobre paredes y ventanas.
		Utilizar dos ventanas en áreas con aberturas en una misma pared.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando un espacio no se puede dotar de ventilación cruzada es aconsejable colocar dos ventanas en una misma pared.
		Ubicación y tamaños de ventanas o aberturas que estimulen la circulación y renovación del aire.	<ul style="list-style-type: none"> Ubicar las aberturas a una altura que asegure el confort de los usuarios.
		Techos	Utilizar techos inclinados para estimular la orientación del aire dentro de las edificaciones.

Tabla 3: Propuesta de criterios de diseño sostenible, elementos arquitectónicos, radiación y viento (Sistemas pasivos)

Fuente: Del mismo autor

Elementos arquitectónicos			
Condiciones	Elementos	Criterios	Acciones técnicas
Viento	Techos	Utilizar cámaras de aire ventiladas en techos para mitigar las ganancias de calor al interior.	<ul style="list-style-type: none"> Debido a que el aire es un material aislante con un coeficiente de conductividad térmica $K= 0,028$, su empleo en los cerramientos constructivos es adecuado para mitigar las ganancias de calor.
		Ubicar aberturas en el techo perpendiculares a la incidencia del viento.	<ul style="list-style-type: none"> Con esto logrará una ventilación natural más efectiva para los ambientes interiores, mediante ventilación transversal.

Tabla 4: Propuesta de criterios de diseño sostenible, Techos (Sistemas pasivos)
Fuente: Del mismo autor

Materiales	
Criterios	Acciones técnicas
Utilizar materiales disponibles en la región.	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar materiales locales para no incrementar el costo y emisiones de CO_2. Reutilizar y reciclar los materiales. Usar materiales de bajo impacto ambiental. Utilizar materiales bajos requerimientos energéticos. Manejar residuos de materiales de construcción. Implementar materiales con un alto nivel de industrialización y prefabricación. Emplear materiales para la cubierta con coeficiente de absorción bajo para que esta pueda reflejar el máximo posible la radiación solar. Utilizar materiales aislantes en techos para mitigar las ganancias de calor. Utilizar materiales aislantes en cerramientos verticales expuestos al sol. En paredes con alta insolación se puede amortiguar la temperatura interior utilizando 2 o 3 cm de aislantes en la cara exterior antes del empleo del acabado.
Reúso aguas lluvia.	<ul style="list-style-type: none"> Instalar sistemas ahorradores de agua lluvia, para uso en jardinería, lavado y baños. reutilizar y reciclar las aguas grises. Usar aguas servidas.

Tabla 5: Propuesta de criterios de diseño sostenible, materiales (Sistemas pasivos)
Fuente: Del mismo autor

6.3.2 Sistemas activos

En la nueva corriente que estamos experimentando hacia una arquitectura eficiente energéticamente, se describen a continuación los diferentes tipos de sistemas de control climático y criterios de diseño, aptos para el clima tropical, dando mayor importancia a la incorporación de energías renovables. Mediante la integración de estas fuentes, es posible reducir gran parte del consumo utilizado en la climatización. Además, aportan a la edificación una parte de la demanda energética que necesita, de una manera limpia y responsable, mediante:

- El provecho de la energía solar.
- El provecho de la energía eólica.
- El uso de aparatos y dispositivos de menor consumo energético.

Captación de energías		
Condiciones	Criterios	Acciones técnicas
Radiación	Implementar a la edificación energía solar fotovoltaica.	<ul style="list-style-type: none"> Implementar captadores fotovoltaico para tomar ondas electromagnéticas provenientes del sol y generar electricidad.
	Implementar captadores térmicos para agua caliente sanitaria (ACS).	<ul style="list-style-type: none"> Utilice paneles térmicos solares integrados a la cubierta. Estudian plantean que entre 5 m2 de paneles garantizan un 60% de agua caliente sanitaria (ACS).
	Implementar paneles solares térmicos.	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar paneles solares térmicos con bomba de absorción Intercambiadores de calor.
Viento	Implementar energía eólica.	<ul style="list-style-type: none"> Utilización del movimiento del viento para general energía eléctrica.

Tabla 6: Propuesta de criterios de diseño sostenible (Sistemas activos)
 Fuente: Del mismo autor

6.4 Caso de estudio

En este apartado se presenta el modelo piloto que da seguimiento a la aplicación de los criterios de diseño propuestos anteriormente. He de señalar que en su gran mayoría los mismo no son de obligatorio cumplimiento debido a los factores que intervienen en el diseño y composición del edificio, ya que el modelo experimentar una edificación existente, que será transformada en un prototipo bioclimático y se analizará su comportamiento térmico interior, aprovechando los recursos de la radiación y ventilación natural, en combinación de técnicas para ahorro de energía.



Imagen 20: Vista frontal en tres dimensiones del modelo de estudio
 Fuente: Del mismo autor

6.5 Memoria descriptiva de la edificación

6.5.1 Localización:

El edificio objeto de estudio se encuentra situado en el corazón urbano de la ciudad de Santo Domingo este (Zona oriental). En la provincia de Santo Domingo de Guzmán, en la región de desarrollo Ozama (Región Sureste). Su localización geográfica es: 18°30'0"Norte 69°59'0" oeste.



Mapa 15: Mapa de división política, República Dominicana
Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana (Ministerio de medioambiente y recursos naturales)



Figura 39: Provincia Santo Domingo de Guzmán

Fuente: Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana

6.5.2 Descripción del edificio

La edificación es prácticamente nueva, fue construida en el año 2013, correspondiendo a una expresión arquitectónica contemporánea. La misma consta aproximadamente de 311,70 m² construidos y es de uso mixto (servicio – residencial), distribuidos en dos plantas: La planta baja, que está ubicada al nivel de la calle: Es de aparcamiento, llegada, 4 locales comerciales, zona de paso, baños de servicio y escalera, y la planta primera que consta de una vivienda unifamiliar, en donde se distribuye en: Llegada, Sala-comedor, cocina, balcón, zona de paso, 3 dormitorios, 2 baños, vestidor, terraza y área de lavado.



Figura 40: Planta de conjunto amueblada, (Planta baja)
Fuente: Del mismo autor



Figura 41: Planta de conjunto amueblada, (Planta primera)
Fuente: Del mismo autor

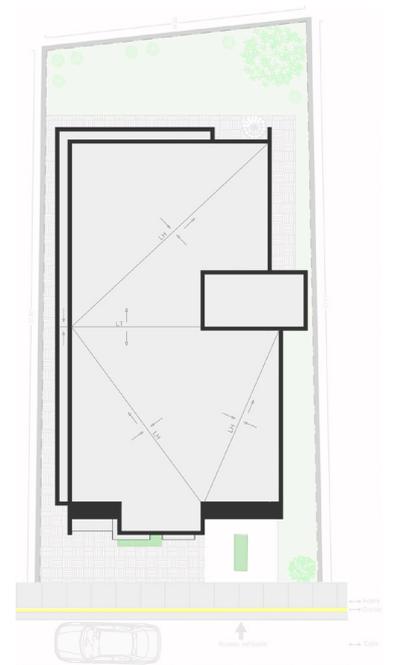


Figura 42: Planta de conjunto, (Techo)
Fuente: Del mismo autor

Nota: Los planos principales del proyecto se encuentran en los Anexos.

A continuación se enumeran las áreas de cada una de las plantas y su superficie construida:

Áreas		
Planta	Superficie	M2
Baja	Llegada	1,94
	Aparcamiento	22,80
	Local comercial 1	16,58
	Local comercial 2	12,45
	Local comercial 3	9,15
	Local comercial 4	9,15
	Zona de paso	32,82
	Baños de servicio	7,20
	Escalera	8,60
Primera	Llegada	2,47
	Sala-comedor	20,85
	Cocina	8,54
	Balcón	9,00
	Zona de paso	6,95
	Dormitorio principal	13,12
	Vestidor	2,47
	Dormitorio 2	12,16
	Baño principal	14,16
	Baño común	5,70
	Terraza	12,90
	Área de lavado	6,76



Figura 43: Planta arquitectónica ejecutiva amueblada (Planta baja)
Fuente: Del mismo autor



Figura 44: Planta arquitectónica ejecutiva amueblada (Planta primera)
Fuente: Del mismo autor

Tabla 7: Áreas y superficie construida (Modelo de estudio)
Fuente: Del mismo autor

6.6 Datos climáticos de la ciudad de Santo Domingo

La ciudad de Santo Domingo posee un clima un clima tropical-húmedo, Según la clasificación climática de Koppen.

6.6.1 Vientos:

La ciudad de Santo Domingo está localizada en la ruta de los vientos alisios tropicales del noroeste que ayudan a mitigar el calor y la humedad durante todo el año, cuya dirección está a pequeños cambios producidos por la topografía del valle de Santo Domingo y por los edificios de la ciudad. Cerca de la costa, la dirección se modifica por el diferencial de temperatura entre las masas de tierra y agua, lo que hace que los vientos fluyan del mar hacia la tierra durante el día (sureste) y de la tierra hacia el mar durante la noche (noroeste). Velocidad Promedio Anual del Viento es de 10.7 Km/h. Normalmente, diciembre y enero son los meses más fríos; y julio, agosto y septiembre son los más calientes.

6.6.2 Radiación solar

La ciudad de Santo Domingo recibe un promedio de 215 horas de sol por mes, con un 62% de insolación máxima posible, lo que proporciona aproximadamente unas 450 Cal/día en promedio por año. Las horas de mayor exposición a la radiación solar están comprendidas desde las 10:00 hasta las 16:00 horas, pudiendo sobrepasar los 34°C. Las horas de menor radiación solar corresponden a las primeras hora de la mañana hasta las 9:00 horas y cayendo la tarde a partir de las 17:00 horas. Haciendo énfasis en que la temperatura nunca desciende de los 25°C.

Parámetros climáticos promedio de Santo Domingo

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima absoluta (°C)	32,5	32,4	33,0	34,5	39,5	35,7	36,0	35,0	35,0	35,3	33,8	33,0	39,5
Temperatura máxima media (°C)	29,2	29,2	29,6	30,2	30,4	30,8	31,3	31,5	31,4	31,1	30,6	29,6	31,4
Temperatura media (°C)	24,4	24,4	24,9	25,6	26,3	26,9	27,0	27,1	27,0	26,7	26,0	24,9	25,9
Temperatura mínima media (°C)	19,6	19,7	20,2	21,1	22,2	22,9	22,8	22,7	22,7	22,3	21,4	20,3	21,5
Temperatura mínima absoluta (°C)	13,0	13,5	14,0	16,8	16,0	18,6	18,5	18,6	19,4	18,0	16,7	15,3	13,0
Lluvia (mm)	63,0	56,8	53,8	71,9	187,7	140,1	144,6	177,4	180,9	186,8	99,8	84,3	1447,1
Días de lluvias (≥ 1.0 mm)	7,6	6,3	6,3	7,0	11,3	10,3	11,4	12,0	11,8	13,0	9,4	9,0	115,4
Horas del sol	177,7	178,0	228,9	202,0	185,0	184,0	187,6	212,9	198,0	200,0	185,0	175,7	2313,3
Humedad relativa HR (%)	82,5	80,0	29,2	78,8	82,5	83,7	83,8	84,6	85,1	85,7	84,2	83,3	82,9

Tabla 8: Parámetros climáticos de la ciudad de Santo Domingo
Fuente: World Meteorological Organization - NOAA (extremes and humidity)

De acuerdo con la tabla, la temperatura mínima registrada para la ciudad queda alrededor de 25,21° C, con temperatura media mínima 22,06° C y como temperatura media máxima 31,40° C. A pesar de tener un clima tropical y estar en medio del Caribe, Santo Domingo experimenta temperaturas frescas entre noviembre y marzo debido a las montañas cercanas y los frentes fríos. Al igual que muchas otras naciones del Caribe, Santo Domingo es muy susceptible a los huracanes. La tasa de humedad para ciudad es bastante elevada, con una humedad relativa media de 80% y precipitación anual de 1.445 mm. Sus meses más secos son de enero a abril, sin embargo, debido a los vientos las precipitaciones se llegan a ver incluso durante estos meses.

6.7 Materiales

Según la memoria descriptiva del proyecto, la construcción cuenta con los materiales y sus características, utilizados de la siguiente tabla⁵³:

Características			
Material	Espesor (m)	Superficie (m2)	Transmitancia térmica λ (Kcal/hm °C)
Mampostería bloques de concreto en cerramientos verticales.	0,15	152,35	1,18
Hormigón para pisos y techos.	0,13	201,34	1,30
Roca pizarra para revestimiento de cerramiento vertical exterior frontal.	0,003	14,7	3,50
Baldosas cerámica de porcelanato pulido para pisos.	0,009	100,67	0,70
Vidrio en ventanas.	0,005	17,0	0,66
Madera de pino para puertas de exteriores.	0,05	3,78	0,16

6.8 Análisis térmico

6.8.1 Descripción del análisis

Este apartado se centrará en el cálculo del flujo de calor (transmitancia térmica en un régimen estacionario) al interior del edificio modelo de estudio, para definir los criterios adecuados para satisfacer las necesidades de confort térmico dentro del mismo. El modelo experimental corresponde a una evaluación de rápida ejecución, con el objetivo de comparar el flujo de calor necesario para mantener la temperatura interior (Ti) del edificio en 25 °C (promedio de temperatura que garantiza las condiciones de confort térmico de una edificación en el Trópico), respecto a los meses más extremos y moderados del año, para así poder adecuarlo constructivamente, mediante los criterios de diseño propuestos y estudiar de qué manera se comporta su temperatura interior antes las mismas condiciones climáticas.

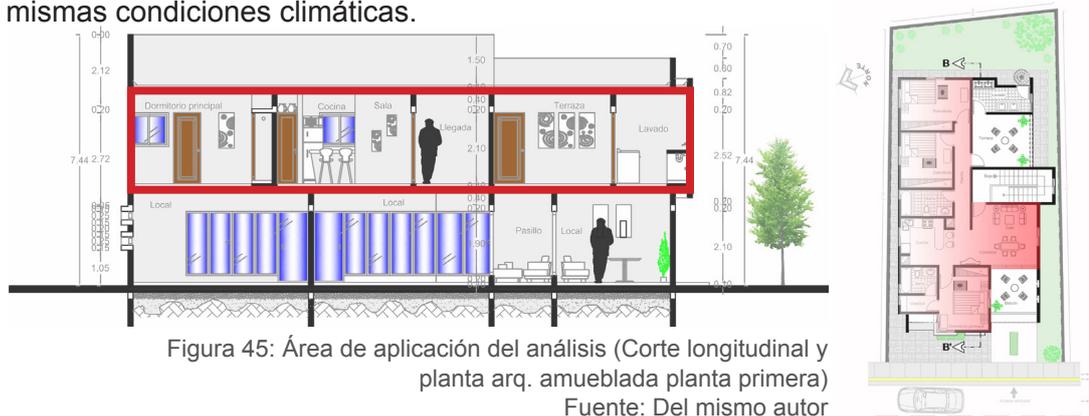


Figura 45: Área de aplicación del análisis (Corte longitudinal y planta arq. amueblada planta primera)
Fuente: Del mismo autor

El análisis de flujo de calor se realizará desde el punto de vista de los materiales, en los diferentes cerramientos (techos, pisos, fachadas y ventanas, que representan la frontera entre la edificación y su entorno), tomando como referencia el segundo nivel del edificio, donde sólo serán considerados como espacios habitables: Sala-comedor, cocina, zona de paso, vestidor, los 3 dormitorios y los 2 baños, y como espacios no habitables: Llegada, balcón, terraza y área de lavado por su interacción directa al ambiente exterior.

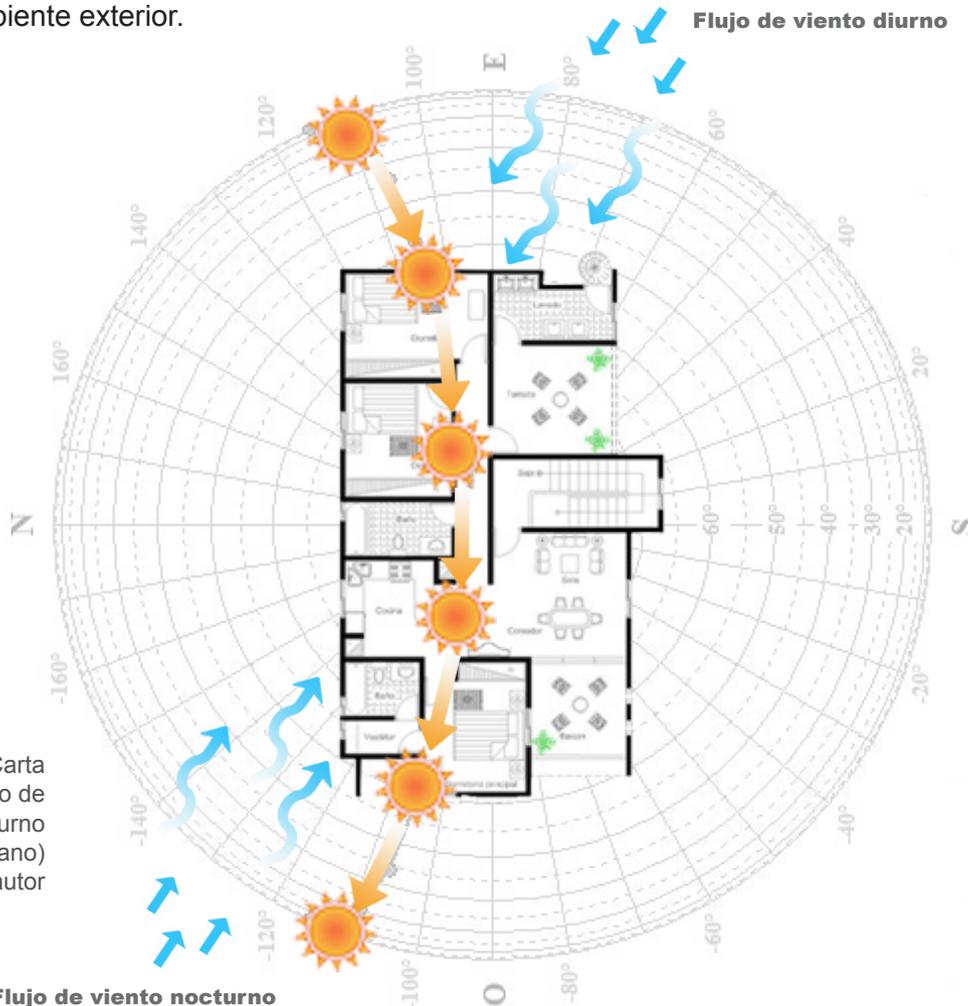


Figura 46: Carta estereográfica y flujo de viento diurno y nocturno (Verano)
Fuente: Del mismo autor

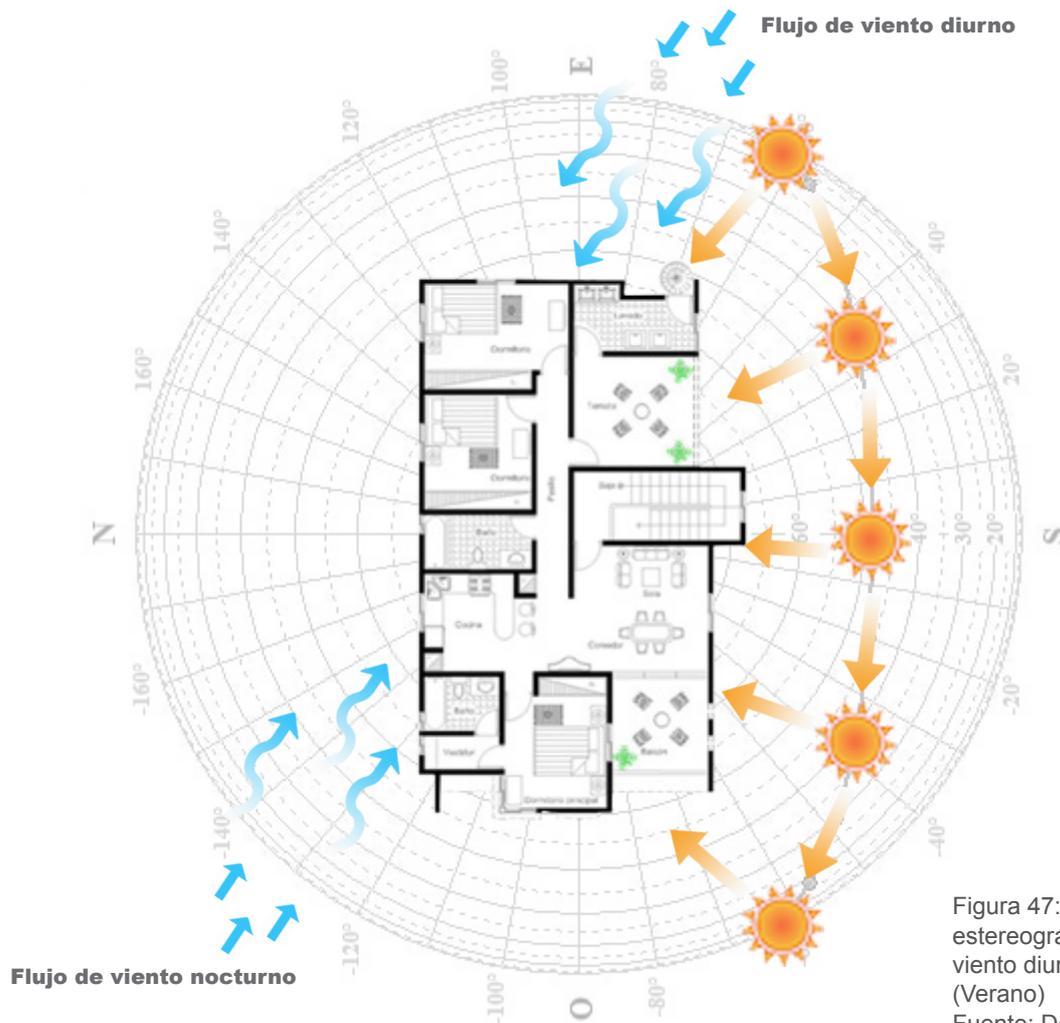


Figura 47: Carta estereográfica y flujo de viento diurno y nocturno (Verano)
Fuente: Del mismo autor

6.9 Metodología

6.9.1 Método de cálculo:

Flujo de calor (transmitancia térmica en un régimen estacionario).

Para comenzar con el cálculo, se tomarán en cuenta los datos expuestos en la tabla 8 (Parámetros climáticos promedio de la ciudad Santo Domingo) y la tabla 9 (Característica de los materiales). En cuanto a la temperatura exterior (T_e), se tomarán en cuenta la temperatura máxima media de los meses más extremos del año (julio, agosto y septiembre), y la temperatura mínima media de los meses más moderados (diciembre, enero y febrero). El siguiente cálculo nos ayudará a obtener la cantidad de energía necesaria para llevar la temperatura interior del modelo de estudio a un valor de confort promedio, ante las condiciones del clima y su emplazamiento.

A continuación, se procede a obtener el valor medio del flujo de calor al interior (T_i). Para calcular el flujo de calor interior, el primer paso es; determinar la resistencia de los materiales de cada uno de los cerramientos, verticales y horizontales:

La resistencia del material (R_m) se obtiene de la siguiente expresión:

$$R = e/\lambda$$

Donde,

R = Es la resistencia del material, unidad: $\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/ \text{Kcal}$.

e = Es el espesor del material, unidad: m.

λ = Es la conductividad térmica, unidad: $\text{Kcal}/\text{hm } ^\circ\text{C}$.

Luego se procede a la siguiente fórmula:
 $R=R_{si}+R+R_{se}$

Donde,
 R = Es la resistencia, unidad: $hm^2 \text{ } ^\circ C/ Kcal$.
 R_{si} = Es la resistencia interior, unidad: $hm^2 \text{ } ^\circ C/ Kcal$.
 R_{se} = Es la resistencia exterior, unidad: $hm^2 \text{ } ^\circ C/ Kcal$.

Seguido se obtiene la transmitancia, con los resultados obtenidos de la resistencia (R), calculándose mediante la siguiente fórmula:
 $U=1/R$

Donde,
 U = Es la transmitancia del material, unidad: $Kcal/hm^2 \text{ } ^\circ C$.
 R = Es la resistencia del material, unidad: $hm^2 \text{ } ^\circ C/ Kcal$.

Para calcular la transmitancia total, se realiza mediante el siguiente protocolo:

1. Se calcula y suma el área total de todos los cerramientos, tanto verticales como horizontales.
2. Se agrupan los datos de la transmitancia de cada cerramiento.

La transmitancia total se calcular como:
 $U_t=(A_1*U_1)+(A_2*U_2)+ \dots (A_n*U_n)/A_t$

Donde,
 U_t = Es la transmitancia total, unidad: $Kcal/hm^2 \text{ } ^\circ C$.
 A = Es el área de cada cerramiento, unidad: m^2 .
 A_t = Es el área total, unidad: m^2 .

Por último se calcula el flujo de calor, mediante la siguiente ecuación:
 $H=U(T_i-T_e)$

Donde,
 H = Es el flujo de calor, unidad: $Kcal/hm^2$.
 U = Es la transmitancia total, unidad: $Kcal/hm^2 \text{ } ^\circ C$.
 T_i = Es la temperatura interior, unidad: $^\circ C$.
 T_e = Es la temperatura exterior, unidad: $^\circ C$.

6.9.2 Cálculo flujo de calor (Modelo 1: simple)

Generalidades:

- Altura de la vivienda = 3m.
- R_{si} = 0,15 $hm^2 \text{ } ^\circ C/ Kcal$.
- R_{se} = 0,05 $hm^2 \text{ } ^\circ C/ Kcal$.
- T_i = 25 $^\circ C$.

Cargas térmicas procedentes del ambiente exterior del edificio.

Promedio $=(a+b+c)/3$

T_e (Verano) = **31,4 $^\circ C$** .
 T_e (Invierno) = **19,87 $^\circ C$** .

Verano		Invierno	
Mes	Temperatura máxima media exterior ($^\circ C$)	Mes	Temperatura mínima media exterior ($^\circ C$)
Julio	31,3	Diciembre	20,3
Agosto	31,5	Enero	19,6
Septiembre	31,4	Febrero	19,7
Promedio	31,4	Promedio	19,87

Tabla 10: Promedio de temperaturaa (Verano e invierno)
 Fuente: Del mismo autor

Cálculo flujo de calor en cerramientos verticales:

Muros:

1. Cálculo de resistencia (Rm):

$$\mathbf{Rm1} = (0,15 \text{ m}) / (1,18 \text{ Kcal/ hm } ^\circ\text{C}) = 0,13 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}$$

$$\mathbf{Rm2} = (0,003 \text{ m}) / (3,50 \text{ Kcal/ hm } ^\circ\text{C}) = 0,00086 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}$$

$$\mathbf{Rm} = 0,15+0,13+0,00086+0,05 = \mathbf{0,33 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}}$$

2. Cálculo de transmitancia (Um):

$$\mathbf{Um} = 1 / (0,33 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}) = \mathbf{3,03 \text{ Kcal /hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Ventanas vidrio:

1. Cálculo de resistencia (Rv)

$$\mathbf{Rv} = (0,005 \text{ m}) / (0,66 \text{ Kcal/ hm } ^\circ\text{C}) = 0,0076 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}$$

$$\mathbf{Rv} = 0,15+0,0076+0,05 = \mathbf{0,21 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}}$$

2. Cálculo de transmitancia (Uv):

$$\mathbf{Uv} = 1 / (0,21 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}) = \mathbf{4,76 \text{ Kcal /hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Puertas madera pino:

1. Cálculo de resistencia (Rp)

$$\mathbf{Rp} = (0,05 \text{ m}) / (0,16 \text{ Kcal/ hm } ^\circ\text{C}) = 0,31 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}$$

$$\mathbf{Rp} = 0,15+0,31+0,05 = \mathbf{0,51 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}}$$

2. Cálculo de transmitancia (Up):

$$\mathbf{Up} = 1 / (0,51 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}) = \mathbf{1,96 \text{ Kcal /hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Cálculo flujo de calor en cerramientos horizontales:

Hormigón techo:

1. Cálculo de resistencia (Rht)

$$\mathbf{Rht} = (0,13 \text{ m}) / (1,30 \text{ Kcal/ hm } ^\circ\text{C}) = 0,10 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}$$

$$\mathbf{Rht} = 0,15+0,10+0,05 = \mathbf{0,30 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}}$$

2. Cálculo de transmitancia (Uht):

$$\mathbf{Uht} = 1 / (0,30 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}) = \mathbf{3,33 \text{ Kcal /hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Hormigón (Rhp1: piso y Rhp2: cerámica):

1. Cálculo de resistencia (Rhp)

$$\mathbf{Rhp1} = (0,009 \text{ m}) / (0,70 \text{ Kcal/ hm } ^\circ\text{C}) = 0,013 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}$$

$$\mathbf{Rhp2} = (0,13 \text{ m}) / (1,30 \text{ Kcal/ hm } ^\circ\text{C}) = 0,10 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/ Kcal}$$

$$R_{hp} = 0,15+0,013+0,10+0,15 = \mathbf{0,41 \text{ hm}^2 \text{ }^\circ\text{C/ Kcal}}$$

2. Cálculo de transmitancia (Uhp):

$$U_{hp} = 1/(0,41 \text{ hm}^2 \text{ }^\circ\text{C/ Kcal}) = \mathbf{2,43 \text{ Kcal /hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$$

Cálculo de Área (A) en cerramientos:

Cerramientos	Superficies	A(m2)
Vertical	Muros (bloques y pizarra)	914,1
	Ventanas vidrio	17,0
	Puertas madera pino	3,78
Horizontal	Hormigón (techo)	100,67
	Hormigón (piso y cerámica)	100,67
Total		1136,22

Tabla 11: Superficie cerramientos (Modelo 1: Simple)
Fuente: Del mismo autor

Cálculo de transmitancia total (Ut) en cerramientos:

Cerramientos	Superficies	M2	U	Producto
Vertical	Muros (bloques y pizarra)	914,1	3,03	2769,72
	Ventanas vidrio	17,0	4,76	80,92
	Puertas madera pino	3,78	1,96	7,41
Horizontal	Hormigón (techo)	100,67	3,33	335,23
	Hormigón (piso y cerámica)	100,67	2,43	244,62
Total				3437,90

Tabla 12: Producto superficies (Modelo 1: Simple)
Fuente: Del mismo autor

$$U_t = 3437,90/1136,22 = \mathbf{3,02 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$$

Cálculo flujo de calor interior vivienda:

Verano (meses extremos):

$$H = U(T_i - T_e) = 3,02 (25 - 31,4) = 3,02(-6,40) = \mathbf{-19,33 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$$

Invierno (meses más frescos):

$$H = U(T_i - T_e) = 3,02 (25 - 19,87) = 3,02(5,13) = \mathbf{15,49 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$$

6.9.3 Cálculo flujo de calor (Modelo 2: Remodelado)

Generalidades:

Como el modelo experimental se sitúa en el clima tropical húmedo y las estrategias bioclimáticas sugieren mayor ventilación, en estos casos se optó por establecer cambiar las ventanas de cristal de los cerramientos laterales y el cerramiento posterior por ventanas de lamas de aluminio móviles.

Se propone una superficie de ventanas de vidrio = 3,6 m², con un espesor de 0,005 m (λ = 0,66 hm² °C/ Kcal).

Se propone una superficie de ventanas de aluminio = 13,4 m², con un espesor de 0,0001 m (λ = 230 hm² °C/ Kcal).

Propuesta aislante

En edificaciones de uso diurno y nocturno, tales como residencias, son aconsejables componentes con inercia térmica débil o media que no acumulen calor en el día y presenten poco tiempo de desfase, para que así la onda de calor no se traslade a las hora de la tarde o de la noche cuando se produce la mayor ocupación de los espacios. Para el presente modelo de estudio se ha propuesto una capa de material térmico para reducir sustancialmente las ganancias de calor a través de sus cerramientos.

Aislante térmico a base de placas de Poliestireno Extruido XPS (Termofoam): Para el exterior del techo.



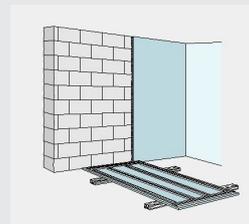
Es un aislante térmico a base de espuma rígida en presentación de placa que se adapta al sistemas de construcción tradicional de concreto armado.

Espesor y transmitancia: 0,03 m ($\lambda = 0,031$ Kcal/hm² °C).

Propiedades:

- Alta Resistencia a la compresión.
- No hidrófilo, es decir, no absorbe agua.
- Resistencia al fuego.
- Minimiza el consumo de energía.
- Fácil y sencillo de instalar en interiores o exteriores.

Trasdosado directo de fibra de vidrio con placas de yeso laminado (Knauf):



Para los cerramientos verticales interiores: es un aislante térmico y acústico.

Fibra de vidrio = 0,3 m ($\lambda = 0,03$ Kcal/hm² °C).
Placas de yeso = 0,2 m ($\lambda = 0,26$ Kcal/hm² °C).

Propiedades:

- Buenas propiedades mecánicas y de reacción al fuego.
- No hidrófilo ni higroscópico.
- Químicamente inerte.
- No favorece la aparición de corrosión en los demás materiales
- Respetuoso con el medio ambiente.

Figura 48: Propuesta de aislante térmico
Fuente: Del mismo autor

Cálculo flujo de calor en cerramientos verticales:

Muros (Aislante):

1. Cálculo de resistencia (Rm’):

$$R(f.v) = (0,03 \text{ m}) / (0,03 \text{ Kcal/ hm}^2 \text{ °C}) = 1,00 \text{ hm}^2 \text{ °C/ Kcal}$$

$$R(y) = (0,2 \text{ m}) / (0,26 \text{ Kcal/ hm}^2 \text{ °C}) = 0,77 \text{ hm}^2 \text{ °C/ Kcal}$$

$$Rm' = 0,33 + 1,00 + 0,77 = \boxed{2,10 \text{ hm}^2 \text{ °C/ Kcal}}$$

2. Cálculo de transmitancia (Um’):

$$Um' = 1 / (2,10 \text{ hm}^2 \text{ °C/ Kcal}) = \boxed{0,48 \text{ Kcal /hm}^2 \text{ °C}}$$

Ventanas (aluminio):

1. Cálculo de resistencia (Ral):

$$Ral = (0,0001 \text{ m}) / (230 \text{ Kcal/ hm}^2 \text{ °C}) = 0,00000043 \text{ hm}^2 \text{ °C/ Kcal}$$

$$Ral = 0,15 + 0,00000043 + 0,05 = \boxed{0,20 \text{ hm}^2 \text{ °C/ Kcal}}$$

2. Cálculo de transmitancia (Ual):

$$Ual = 1 / (0,20 \text{ hm}^2 \text{ °C/ Kcal}) = \boxed{5,00 \text{ Kcal /hm}^2 \text{ °C}}$$

Cálculo flujo de calor en cerramientos horizontales:

Hormigón techo (aislante XPS):

1. Cálculo de resistencia (Rt’):

R_{xps} = (0,03 m)/(0,031 Kcal/ hm °C) = **0,97 hm² °C/ Kcal**

Rt’ = 0,30+0,97 = **1,27 hm² °C/ Kcal**

2. Cálculo de transmitancia (Ut):

Ut’ = 1/(1,27 hm² °C/ Kcal) = **0,79 Kcal /hm² °C**

Cálculo de Área (A) en cerramientos:

Cerramientos	Superficies	A(m2)
Vertical	Muros (bloques y pizarra)	914,1
	Ventanas vidrio	17,0
	Puertas madera pino	3,78
Horizontal	Hormigón (techo)	100,67
	Hormigón (piso y cerámica)	100,67
Total		1136,22

Tabla 13: Superficie cerramientos (Modelo 2: Remodelado)
Fuente: Del mismo autor

Cálculo de transmitancia total (Ut) en cerramientos:

Cerramientos	Superficies	M2	U	Producto
Vertical	Muros (bloques y pizarra)	914,1	0,48	438,78
	Ventanas vidrio	3,60	4,76	17,14
	Ventanas aluminio	13,4	5,00	67,00
	Puertas madera pino	3,78	1,96	7,41
Horizontal	Hormigón (techo)	100,67	0,79	79,53
	Hormigón (piso y cerámica)	100,67	2,43	244,62
Total				854,48

Tabla 14: Producto superficies (Modelo 2: Remodelado)
Fuente: Del mismo autor

Ut = 854,48/1136,22 = **0,75 Kcal/hm² °C**

Cálculo flujo de calor interior vivienda:

Verano (meses extremos):

H = U(Ti-Te) = 0,75 (25-31,4) = 0,75(-6,40) = **-4,80 Kcal/hm² °C**

Invierno (meses más frescos):

H = U(Ti-Te) = 0,75(25-19,87) = 0,75(5,13) = **3,85 Kcal/hm² °C**

6.10 Análisis de los datos obtenidos

Para la realización del cálculo se utilizaron los datos climatológicos de la ciudad de Santo Domingo (República Dominicana), para así obtener los resultados que puedan estar mejor orientados al clima. Aunque estos tipos de cálculos son empleados para climas en zonas templadas, en este trabajo se aplicaron para un clima tropical-húmedo caribeño, como herramienta de análisis para poder obtener resultados en cuanto a la cantidad de calor requerida obtener una temperatura de confort en el interior del modelo de estudio. Recalcando que aunque las temperaturas en el Trópico se mantienen casi constante durante todo el año, se decidió hacer el análisis durante las horas diurnas los meses de julio, agosto y septiembre, que son los más calurosos y los meses de diciembre, enero y febrero que son los más moderados. También debo señalar que todos los casos estudiados se hicieron mediante la comparación de un mismo modelo, que es este caso llamaremos:

- Modelo 1: Modelo simple.
- Modelo 2: Modelo remodelado.

En donde se comparará la energía necesaria para mantener dentro de la edificación una misma temperatura, ante los cambios que se proponen (meses más extremos y meses más moderados). Mediante este cálculo, lo que se pretende hacer no es saber si la remodelación se amortizará a nivel económico, sino a nivel térmico, ambiental y energético.

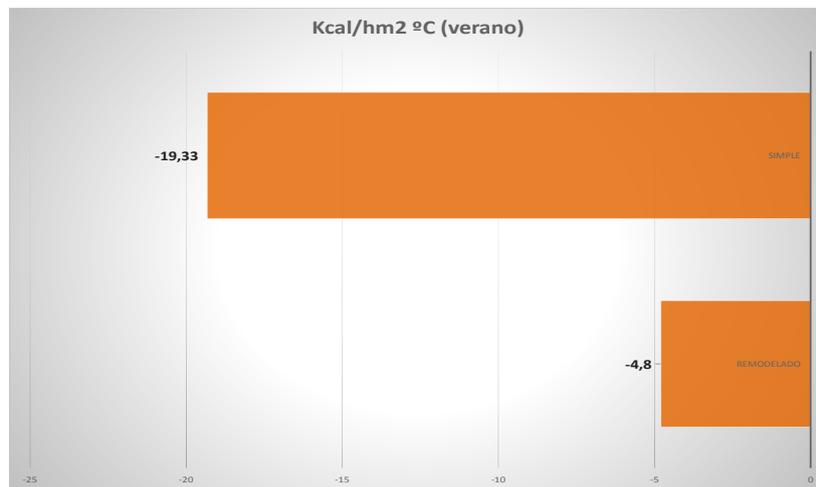


Gráfico 13: Comparativa; Demanda de flujo de calor, modelo simple y remodelado (Verano)
Fuente: Del mismo autor

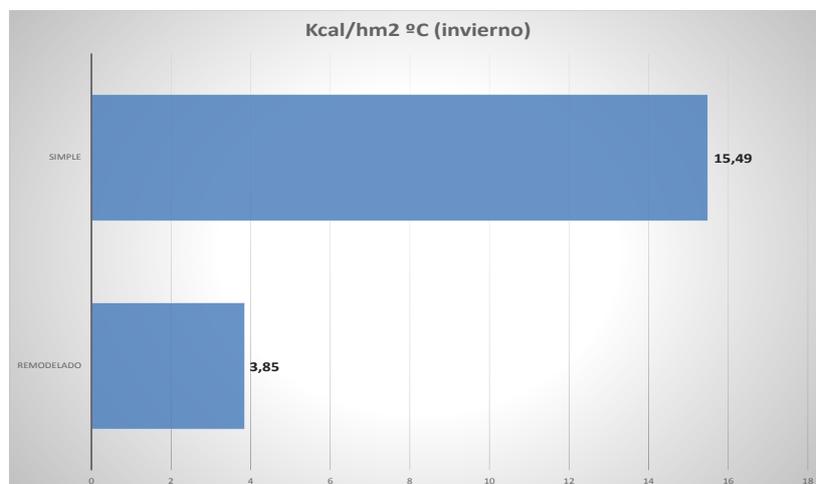


Gráfico 14: Comparativa; Demanda de flujo de calor, modelo simple y remodelado (Invierno)
Fuente: Del mismo autor

En las gráficas se pueden observar las variables de energía necesaria para llegar a una temperatura de confort en el interior del edificio, a través del modelo simple y el modelo remodelado, teniendo en cuenta los cambios de temperatura exterior que se proponen. En el caso del modelo 1: los valores de flujo de calor requerido para llegar a una temperatura de 25 °C, son de -19,33 Kcal/hm² °C, en los meses verano y 15,49 Kcal/hm² °C, en los meses de invierno. En cuanto al modelo 2: El flujo necesario son de -4,80 Kcal/hm² °C, con una diferencia de energía de 14,53 Kcal/hm² °C, en los meses más extremos y 3,85 Kcal/hm² °C, con una diferencia de 11,64 Kcal/hm² °C en los meses más moderados. Como se observa en cada gráfica, los resultados nos muestran que los valores de flujo de calor obtenidos para los meses de verano, tanto para el modelo simple como remodelado, son negativos debido a que las condiciones térmicas del ambiente o clima exterior son superiores al valor de temperatura que quiere llegarse al interior del edificio. Sin embargo, para los meses de invierno los valores son positivos, debido a que las mismas condiciones son inferiores. Si comparamos la energía requerida, sea de manera simple o mediante la implementación de materiales aislantes (remodelado), las diferencias, en ambos casos, son notables, ya que si analizamos las exigencias de flujo de calor en cada modelo, se aprecia que, tanto para los meses extremos como en los meses moderados, los valores del modelo 2 (remodelado) se acercan más a la temperatura de confort promedio requerida, gracias a las características de los materiales aislantes utilizados, su conductividad térmica ayuda a diferenciar los resultados que hacen que el flujo de calor al interior sea mínimo.

6.11 Consideraciones finales

En el estudio pudimos observar que tener en cuenta que desde la fase inicial de un proyecto de edificación los criterios de diseño, éstos juegan un papel bastante importante, tanto para la función de ambientación del mismo como para la protección de la penetración del calor al edificio. Aunque en el análisis del experimento piloto no nos pudimos permitir la completa renovación del inmueble, la propuesta de renovación se realizó con el edificio ya construido. Comprobamos que mediante la selección de materiales aislantes con propiedades de baja capacidad calorífica y alta resistencia térmica, es decir, con muy baja conductividad, presentan siempre mejores resultados para llegar a una temperatura de confort dentro de un edificio de concreto armado, en un contexto climático tropical, en combinación de estrategias de ventilación (criterios de diseño), producirían un ahorro de energía para mantener la temperatura en los niveles de confort en el interior del edificio.

Podríamos deducir que si jugamos con materiales aislante y teniendo siempre en cuenta los criterios de diseño de ambientación, se reducirían las ganancias de calor y también podrían reducirse o eliminarse la necesidad de utilizar sistemas de ventilación mecanizada, lo que se traduce en una reducción de demanda energética. Esto además supone, por un lado una reducción en las emisiones de CO₂. Un buen diseño con elemento más significativo para la edificación tropical, sumado a los criterios sostenibles de acondicionamiento recomendables para este clima, se traducen en la reducción de la sensación de calor por parte del usuario. Es decir, en cualquier espacio arquitectónico se puede actuar desde el inicio del diseño sobre los parámetros ambientales que resultará el edificio a fin de proporcionar al usuario las condiciones necesarias de confort.

En otro ángulo, también se ha propuesto un conjunto de medidas de mejora, mediante sistemas combinados, con el objeto de permitir que el edificio sea ambientalmente más óptimo y mejore su calidad de confort térmico, entre éstas están:

Sistemas pasivos:

- Sustitución de vidrios por otros con tecnología más aislantes (Low-e) de baja ganancia solar, en la fachada oeste (fachada principal).
- A la fachada sur se implementarán elementos de protección solar (aleros y quebrasoles).
- Las fachadas nortes se harán grandes aberturas para poder aprovechar el máximo los vientos del norte.

Sistemas activos:

- Se instalaran captadores de energía solar fotovoltaicos que se utilizaran para la producción de energía eléctrica.
- Incorporando energía solar térmica para incorporación de Agua Caliente Sanitaria (ACS).
- También, es considerable utilizar un sistema activo mediante ventilación mecanizada, combinado con un sistema de bomba de absorción Intercambiadores de calor.
- Incorporarán controles artificiales automatizados, mediante sistemas domóticos para mantener las viviendas controladas ambientalmente.

Conclusiones generales

“La Arquitectura Tropical Sostenible es aquella que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética de un edificio durante todo su ciclo de vida, desde su fase de diseño y construcción, hasta su fase de mantenimiento y derribo”.

Bruno Stagno,
(Instituto de Arquitectura tropical)

En este trabajo se ha asumido el concepto de la Arquitectura Tropical, como norte hacia la búsqueda de un hábitat sostenible en la República Dominicana. El propósito buscado en esta investigación es aportar los cimientos para diseñar un nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño, que pudiese proveer bienestar, confort y ser eficiente energéticamente. Con este fin fueron presentados un conjunto de criterios y estrategias para la sostenibilidad en el diseño y rehabilitación de edificaciones, que pueden ser potencialmente empleados para modificar las condiciones de confort de los espacios en un ambiente tropical húmedo específico, con el único recurso del clima mismo y el potencial creativo del diseño. Como hemos observado anteriormente, la edificación es una de las actividades económicas con mayor impacto ambiental en la República Dominicana, en donde los expertos, plantean que: “Pueden llegar a consumir hasta la mitad de los recursos naturales del entorno y contribuyen en gran manera al aumento de las emisiones contaminantes, durante su construcción como en su vida útil”. Por ello, los criterios de sostenibilidad es también clave en este aspecto, como manera de garantizar la protección del medio ambiente y el desarrollo económico futuro de la nación.

Consideraciones generales de sostenibilidad ambiental

Diseño	Valoración del componente natural del entorno.
	Aplicación de variables bioclimáticas.
	Uso de materiales adecuados.
	Implementación de sistemas energéticos alternativos.
	Eficiente uso del agua.
	Fomento de procesos de reciclaje y la reutilización de residuos de la construcción.
	Desarrollo de medidas de manejo del impacto ambiental.

Tabla 15: Consideraciones generales de sostenibilidad ambiental

Fuente: Del mismo autor

Es posible concluir que la sustentabilidad es un aspecto de gran interés e importancia para todos los ámbitos del conocimiento y para las diversas actividades humanas, puesto que forma parte de las políticas de desarrollo de cualquier país o región. La base para una edificación sostenible es el adecuado diseño, selección de los criterios de acondicionamiento futuro y su construcción eficiente. Hoy en día, son muy pocos los proyectos que consideran implementar estrategias climáticas de control pasivo en las edificaciones, en algunos casos, han dado prioridad a la inserción de métodos activos, sin darle mayor importancia a las consecuencias medio ambientales. En este trabajo se demuestra que es posible dotar a cualquier vivienda de muchas soluciones en materia de sostenibilidad tomando decisiones de acondicionamientos claves para el diseño y climatización de la misma.

Conclusiones específicas

La sostenibilidad en la arquitectura no sólo es beneficiosa para el medio ambiente, también implica grandes ahorros en la construcción, en los costos energéticos, así como en la salvaguarda de la salud, tanto humana como de la misma. La edificación en el trópico caribeño, debido a que es caliente y húmedo, busca siempre estar aislada de la radiación, pensada de acuerdo a la ventilación, sombra, emplazamiento y orientación. Los países caribeños como la República Dominicana, que cuentan con temperatura de mucho calor, temporadas ciclónicas y temporadas muy húmedas, las edificaciones deben de amoldarse a este tipo de clima.

En base a todo el análisis realizado, he llegado a la siguiente conclusión, respecto al cambio más lógico de llegar a una efectiva práctica de arquitectura tropical en el Trópico caribeño:

- La Arquitectura contemporánea dominicana es inadecuada al clima tropical.
- Deficientes regulaciones dentro del sector, que no aseguran la calidad y confort térmico, si no es por la Importación de equipos de alto consumo energético.
- Los elementos del diseño arquitectónico que sirven para proyectar sombra, son indispensables en una edificación tropical.
- No utilizar materiales que representen un peligro para la salud humana.
- La mejor solución, en los trópicos, para lograr confort es mediante el uso efectivo de la ventilación natural y el aislamiento de la radiación solar.
- Las edificaciones tropicales deben de contemplar la característica del clima para poder responder a la latitud donde se ubican.
- Las edificaciones deben de proyectarse en un eje de longitud este-oeste, para mitigar las incidencias del sol y su radiación en cada una de sus fachadas.
- La sombra es el elemento que da a la arquitectura tropical su identidad cultural y su carácter.
- La ventilación natural al interior de las edificaciones no depende solamente de características de los vientos del lugar, sino, de los elementos arquitectónicos que se usan para tal efecto.
- Hay que tener en cuenta la integración paisajística de la edificación.
- El diseño de las ventanas debe incorporar aleros, tordos, quiebra soles y otros elementos protectores del sol para proyectar profundas sombras los espacios interiores y combatan el azote de las fuertes lluvias, típicas de esta región.
- El diseño de las envolventes tienen que aprovechar al máximo los efectos del clima, tomando en cuenta los aspectos medioambientales.

En resumen: El clima es el elemento crítico en la concepción de una Arquitectura Tropical Sostenible: la evolución del sol y las temperaturas, el régimen de vientos y precipitaciones, todo contribuye a determinar un ambiente físico al cual la edificación intenta responder. El clima no ofrece condiciones que permitan habitar confortablemente todo el año y es necesario corregirlo con la capacidad del edificio de procurar este bienestar. El objetivo por lo tanto consiste en obtener la mejor adecuación entre el clima, el edificio y el ocupante, hablando de arquitectura tropical, más allá de los ahorros energéticos y protección del medio ambiente.

Conclusiones personales

El surgimiento del concepto de Arquitectura Sostenible requiere la formación de arquitectos/as con criterios, lineamientos y bases teóricas sobre el tema, en donde muchas veces los profesionales de la rama de la arquitectura y la edificación dejamos de lado este tipo de concepto. En la República Dominicana, por ejemplo, la edificación sostenible necesita, la implicación coordinada de todos los agentes responsables en el proceso constructivo, desde las administraciones públicas, proveedores energéticos, promotores inmobiliarios, constructores, fabricantes de materiales, hasta el usuario final. Como se pudo apreciar en los diferentes apartados de este trabajo, en el país el diseño arquitectónico de edificaciones ha desatendido el aspecto climático como criterio de diseño esencial. Además no tiene un marco normativo que regule el desempeño energético y ambiental de sus edificaciones. Las regulaciones existentes en el sector son parciales y carecen de objetivos necesarios en los planes de acción, ya que se acude más a soluciones tecnológicas que a soluciones bioclimáticas para la climatización de las mismas. Considero que el reto más importante es la educación ciudadana,

donde se debe hacer un esfuerzo por enseñar a las personas que ya la arquitectura sostenible hoy en día es una necesidad. Debemos fomentar la aplicación de criterios y parámetros dentro de las áreas del diseño para la generación de proyectos amigables con el medio ambiente.

Al finalizar este trabajo, siento la satisfacción del deber cumplido, en el entendido de que se llenaron las expectativas en torno al análisis del mismo, tanto en el contenido como en la propuesta de los criterios planteados para determinar cómo crear los cimientos para una arquitectura tropical sostenible en la República Dominicana. Debo decir que este trabajo de investigación apenas sirve como punto de partida en la búsqueda de soluciones respecto a la manera de edificar de forma sustentable en el país.

Recomendaciones

La Arquitectura Tropical Sostenible tiene una gran importancia dentro de la toma de conciencia para corregir y buscar una solución a los problemas ambientales que en las últimas décadas se han incrementado en esta región. Con el fin de contar con una visión integral en todos los sectores de la edificación en la República Dominicana, se plantean algunas recomendaciones como las que se presentan a continuación, respecto a lo que aún falta por implementar para emprender hacia la sostenibilidad:

- Se recomienda que se revisen y refinan las normativas vigentes que incorporen criterios de sostenibilidad ambiental, aparte de establecer cada vez normativas más exigentes que cumplan con la calidad y eficiencia necesarias para lograr alcanzar los objetivos ambientales y encamine a la República Dominicana hacia un pleno desarrollo sostenible.
- Desarrollar e Implementar un Código para Edificaciones Sostenibles que recoja los criterios relativos en la búsqueda de una mayor sostenibilidad en los proyectos de edificación.
- Mejorar la Eficiencia Energética, potencializando en el país la integración arquitectónica de energías renovables, mediante la captación natural de fuentes alternativas para climatizar e iluminar los edificios.
- Se recomienda la creación de un sistema de etiquetado ambiental y energético tanto para edificios como para productos de constructivos, para prometer una calidad ambiental interior aumentada.
- Se recomienda el fomento de materiales con menor impacto ambiental para su empleo en la edificación y utilizar una arquitectura que implemente una vegetación típica del Trópico.

Futuras líneas de investigación

A partir de los elementos conceptuales y de los criterios de sostenibilidad presentados en este trabajo, cabe la posibilidad de llevar a cabo algunas acciones futuras que serían factibles de considerar como continuación del presente proyecto de investigación, entre dichas acciones están:

- Elaborar un estudio exhaustivo respecto a la implementación de aislantes térmicos en edificaciones de concreto armado y determinar su comportamiento, en cuanto al confort, eficiencia energética e impacto ambiental (emisiones de CO₂), ante las condiciones climáticas del trópico caribeño.
- Desarrollar una propuesta de diseño sobre instalación de sistema solar térmico, para bombas de absorción intercambiadoras de calor, para implementarlo en las edificaciones herméticas tropicales.
- Realizar un análisis térmico de la tipología de vivienda popular con suelos ventilados, y un análisis comparativo con la tipología de vivienda popular convencional, tomando en cuenta los factores de confort térmico, temperatura interior y la inercia del suelo.
- La República Dominicana, por ejemplo, que se caracteriza por ser un país tropical con diversas zonas climática, hay muchos elementos para tener en cuenta a la hora de realizar diseños arquitectónicos, por ende una futura línea a desarrollar sería profundizar en la búsqueda de soluciones y estrategias de diseño, donde cada sistema constructivo explote el disfrute de cada micro-clima.

Agradecimiento

Al señor misericordioso. Gracias por su amor eterno, guiarme por el camino que ha destinado para mí y ser mi fuente inagotable de fe, inspiración, sabiduría y fortaleza para seguir adelante y lograr este objetivo.

Quiero expresar mis agradecimientos a todas esas personas que han hecho posible este estudio, haciendo una mención especial a la ayuda incondicional que me brindaron el Ing. Ramón Flores García y el Cnel. Lic. José Leonardo Ayala. Quiero darles las gracias, desde el fondo de mi alma, por la confianza que depositaron en mí, por creer en mis aspiraciones y contribuir al éxito de esta meta.

Reconocimiento

A la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), por brindarme la oportunidad de recurrir a ella y capacitarme en la realización de este programa. Además reconocer la ayuda brindada por parte del Ministerio de Educación Superior Ciencias y Tecnología (MESCyT), de la República Dominicana, Gracias y les agradezco por sus prestaciones.

Además debo reconocer a todos los profesores por sus enseñanzas y dedicación demostrada, brindando sus conocimientos, para la realización de este máster, en especial la labor de mis asesoras: La Dr. Inmaculada Rodríguez Cantalapiedra y la Dr. Ana María Lacasta Palacio, quiero darles las gracias por su compañía, ayuda y comprensión durante todo el desarrollo de este TFM, ya que siempre estaban ahí para orientarme y atentas en responder, con sus experiencias, a mis inquietudes desde el primer día.

Dedicatoria

A mis abuelos que les atesoro la formación y los principios que me han dado, por apoyarme en todo lo que me he propuesto y por ser mi mayor impulso para llegar hasta donde he llegado, a mi padre, y en especial a mi madre, por su luz y protección (Dios te bendiga siempre).

No deseo terminar, sin agradecer a todo el resto de mi familia, amigos, compañeros y colegas. A todos ellos mis agradecimientos más sinceros, ya que son también parte de esto. Además puedo asegurarles que me alimentaré de la emoción de esta experiencia para continuar mi camino.

¡GRACIAS MIL!

Pedro Antonio Ayala García

Bibliografía

1. AHEC Europa, Noviembre 2014. Disponible: <http://www.americanhardwood.org/es/sostenibilidad/suministro-sostenible-de-madera/que-es-el-diseno-sostenible/> (Último acceso: 5 Enero 2015).
2. Invertirendominicana.com, Noviembre 2014. Disponible: <https://invertirend.wordpress.com/2010/09/29/la-industria-de-la-construccion-en-la-republica-dominicana/> (Último acceso: 2 de Febrero).
3. Bioarquitectura, “HACIA UNA VIVIENDA SOSTENIBLE SANTO DOMINGO” (Revista AAA, edición n°046). <http://archivosdearquitecturaantillana.com/046/bioarquitectura.html#.VCqX7RaROsp> (Último acceso: 3 de Septiembre).
4. “ARQUITECTURA DOMINICANA”, Septiembre 2014. Disponible: http://arquitectura.do/2008/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=2 (Último acceso: 10 enero 2015).
5. “PRINCIPIOS DE ARQUITECTURA DOMESTICA EN EL TROPICO”. Charles Correa, La forma sigue al clima, Octubre 2014. Disponible: <http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/PRINCIPIOS%20ARQUIT%20DOMESTICA%20TROPICAL.pdf> (Último acceso: 7 enero 2015)
6. Wikipedia, “CLIMA TROPICAL”, Febrero 2015. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/Clima_tropical (Último acceso: 24 febrero 2015).
7. “LA ARQUITECTURA VERNÁCULA DEL CARIBE”, Revista Tadeo n° 66 (Arquitectura del Caribe).
8. Wikipedia, “REPÚBLICA DOMINICANA”, diciembre 2014. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/Rep%C3%BAblica_Dominicana (Último acceso: 16 diciembre 2014).
9. “DOMINICANA EN CIFRAS 2010” (Oficina Nacional de Estadística) Pag. 20 – 21.
10. Dominicana on line, septiembre 2014. Disponible: http://www.dominicanaonline.org/portal/espanol/cpo_clima.asp (Último acceso: 10 octubre 2014).
11. Enciclopediadetarea.net, septiembre 2014. Disponible: <http://www.encyclopediadetareas.net/2012/07/tipos-de-clima-en-la-republica.html> (Último acceso: 18 octubre 2014).
12. Diccionario enciclopédico dominicano de medio ambiente, septiembre 2014. Disponible: <http://www.dominicanaonline.org/DiccionarioMedioAmbiente/es/definicionVer.asp?id=396> (Último acceso: 2 octubre 2014).
13. “MI PAÍS GEOGRAFÍA”, temperatura, septiembre 2014. Disponible: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima2.html> (Último acceso: 23 de septiembre 2014).
14. “MI PAÍS GEOGRAFÍA”, factores climáticos, septiembre 2014. Disponible: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima1.html> (Último acceso: 19 de septiembre 2014).
15. “MI PAÍS GEOGRAFÍA”, lluvia, septiembre 2014. Disponible: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima3.html> (Último acceso: 20 de septiembre 2014).
16. “MI PAÍS GEOGRAFÍA”, viento, septiembre 2014. Disponible: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima4.html> (Último acceso: 20 septiembre 2014).
17. “ATLAS DE BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES DE LA RD”. (Pag: 90)

-
18. "ATLAS DE BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES DE LA RD". (Pag: 88)
 19. Marcio Veloz Maggiolo (1993), "LA ISLA DE SANTO DOMINGO ANTES DE COLÓN.
 20. TESIS: Núñez Zorrilla, María del Pilar (2011). "ARQUITECTURA VERNÁCULA Y COLONIAL DOMINICANA", Trabajo final de especialización en Arquitectura y sostenibilidad: Herramienta de diseño y técnicas de control medioambiental. Universidad Politécnica de Cataluña, UPC. Barcelona, España. (Pag 8-9).
 21. Jimena Ugarte, "GUIA BIOCLIMATICA CONSTRUIR CON EL CLIMA", (Pag, 3) Instituto de Arquitectura Tropical.
 22. José Enrique Delmonte Soné, "LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA DOMINICANA 1978-2008", Diciembre 2014. Disponible: <http://www.glj.com.do/a/d/doc-arquitectura-6.pdf> (Último acceso: 13 diciembre 2014).
 23. Centro de Estudios del Hábitat Popular – CEHAP. Universidad Nacional Medellín, CRITERIOS "AMBIENTALES PARA LA VIVIENDA Y EL HÁBITAT". Universidad Nacional de Colombia 2005.
 24. Domingo Acosta y Alfredo Cilento (2007), EDIFICACIONES SOSTENIBLES": Estrategias de Investigación y Desarrollo.
 25. La construcción sostenible, El estado de la cuestión, febrero 2015. Disponible:
 26. "ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA", noviembre 2014. Disponible: <http://www.ecotec2000.de/espanol/arqfaq/arqtop.htm> (Último acceso: 3 diciembre 2015).
 27. Jimena Ugarte de Stagno (2008), "ARCHIVOS DE ARQUITECTURA ANTILLANA (AAA)": Revista internacional de arquitectura, urbanismo, historia y cultura en el Gran Caribe.
 28. ARKI total, enero 2015. Disponible: <http://arquitotal.blogspot.com.es/2010/07/conceptos-de-la-arquitectura-tropical.html> (Último acceso 28 enero 2015).
 29. La arquitectura de la casa tropical, febrero 2015. Disponible: <http://arquitecturadecasas.blogspot.com.es/2013/04/la-casa-tropical.html> (Último acceso: 3 marzo 2015).
 30. Retos de la arquitectura sostenible en la República Dominicana, enero 2015. Disponible: http://www.diariolibre.com/habitat/2012/12/05/i362051_retos-arquitectura-sostenible.html (Último acceso: 13 febrero 2015).
 31. Durán y Brea (2009), "ARQUITECTURA POPULAR DOMINICANA".
 32. "LEY 64-00: LEY GENERAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES", diciembre 2014. Disponible: http://www.oas.org/OSDE/fida/laws/legislation/dominican_republic/republica_dominicana_64-00.pdf (Último acceso: 3 marzo 2015).
 33. "LEY 57-07 DE INCENTIVO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y RÉGIMENES ESPECIALES", diciembre 2014. Disponible: <https://www.dgii.gov.do/legislacion/leyesTributarias/Documents/57-07.pdf> (Último acceso: 5 de marzo de 2015).
 34. "PLATAFORMA ARQUITECTURA", Serie "Arquitectura Rebelde" de Al Jazeera: Capítulo 4, "Verde en la Ciudad", enero 2015. Disponible: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/627186/serie-arquitectura-rebelde-de-al-jazeera-capitulo-4-verde-en-la-ciudad> (Último acceso: 5 febrero 2015).
 35. Listín diario, "ARQUITECTURA VERDE PARA LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO",

- enero 2015. Disponible: <http://www.listindiario.com/economia-and-negocios/2009/9/17/115222/Arquitectura-verde-para-la-ciudad-de-SD> (Último acceso: 7 marzo 2015).
36. Acciónverde.com “HACIA UNA ARQUITECTURA VERDE EN REPÚBLICA DOMINICANA”, febrero 2015. Disponible: <http://www.accionverde.com/2009/06/hacia-una-arquitectura-verde-en-republica-dominicana/> (Último acceso: 28 febrero 2015).
37. Adocem, “EDIFICIOS VERDES PARA LLEVAR UNA VIDA SANA”, febrero 2015. Disponible: <http://www.adocem.org/sala-de-prensa/noticias/786-edificios-verdes-para-llevar-una-vida-sana.html> (Último acceso: 6 marzo 2015).
38. Conceptos de Arquitectura Ambiental, HABLEMOS DE SOSTENIBILIDAD”, febrero 2015. Disponible: http://arquitecturaambientalrd.blogspot.com.es/p/blog-page_24.html Último acceso: 7 marzo 2015).
39. “EL NACIONAL”, Una tendencia en la arquitectura que preserva el medio ambiente y ahorra, febrero 2015. Disponible: <http://elnacional.com.do/una-tendencia-en-la-arquitectura-que-preserva-el-medio-ambiente-y-ahorra/> (Último acceso: 25 febrero 2015).
40. Diario libre, “LA ARQUITECTURA DOMINICANA EN VÍA CONTRARIA A LAS DEMANADAS CLIMÁTICAS”, febrero 2015. Disponible: http://www.diariolibre.com/noticias/2007/08/15/i146618_arquitectura-dominicana-contraria-las-demandas-climticas.html (Último acceso: 5 marzo 2015).
41. Wikipedia, “ARQUITECTURA SUSTENTABLE”, marzo 2015. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable (Último acceso: 10 marzo 2015).
42. Wikipedia, “ENERGÍAS RENOVABLES”, marzo 2015. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable (Último acceso: 10 de marzo 2015).
43. “EL MERCADO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN REPÚBLICA DOMINICANA”, marzo 2015: Disponible: http://www.aprean.com/internacional/estudios/Rep_Dominicana.pdf (Último acceso: 13 marzo 2015).
44. Noticias+verde, marzo 2015. Disponible: <http://noticias.masverdedigital.com/?p=28205> (Último acceso: 16 marzo 2015).
45. “SITUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE EN AMÉRICA LATINA”, marzo 2015. Disponible: http://www.unep.org/sbci/documents/Situacion%20Edificacion%20Sostenible%20AL_ESP.pdf (Último acceso: 5 marzo 2015).
46. CTE: Código Técnico de la Edificación, marzo 2015. Disponible: https://www.google.es/search?q=:+http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=67snVdqPMqaO7Abz9IHQAaw (Último acceso: 12 marzo 2015).
47. RESET: Requisitos de Edificaciones Sostenibles en el Trópico, septiembre 2014. Disponible: http://www.uia.archi/sites/default/files/RESET_V16.pdf (Último acceso: 12 de marzo 2015).

Anexos

“Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible República Dominicana”

“Propuesta de criterios de diseño sostenible aplicados a la construcción de un nuevo modelo de edificación, viable y adaptable a las condiciones climáticas del Trópico caribeño”

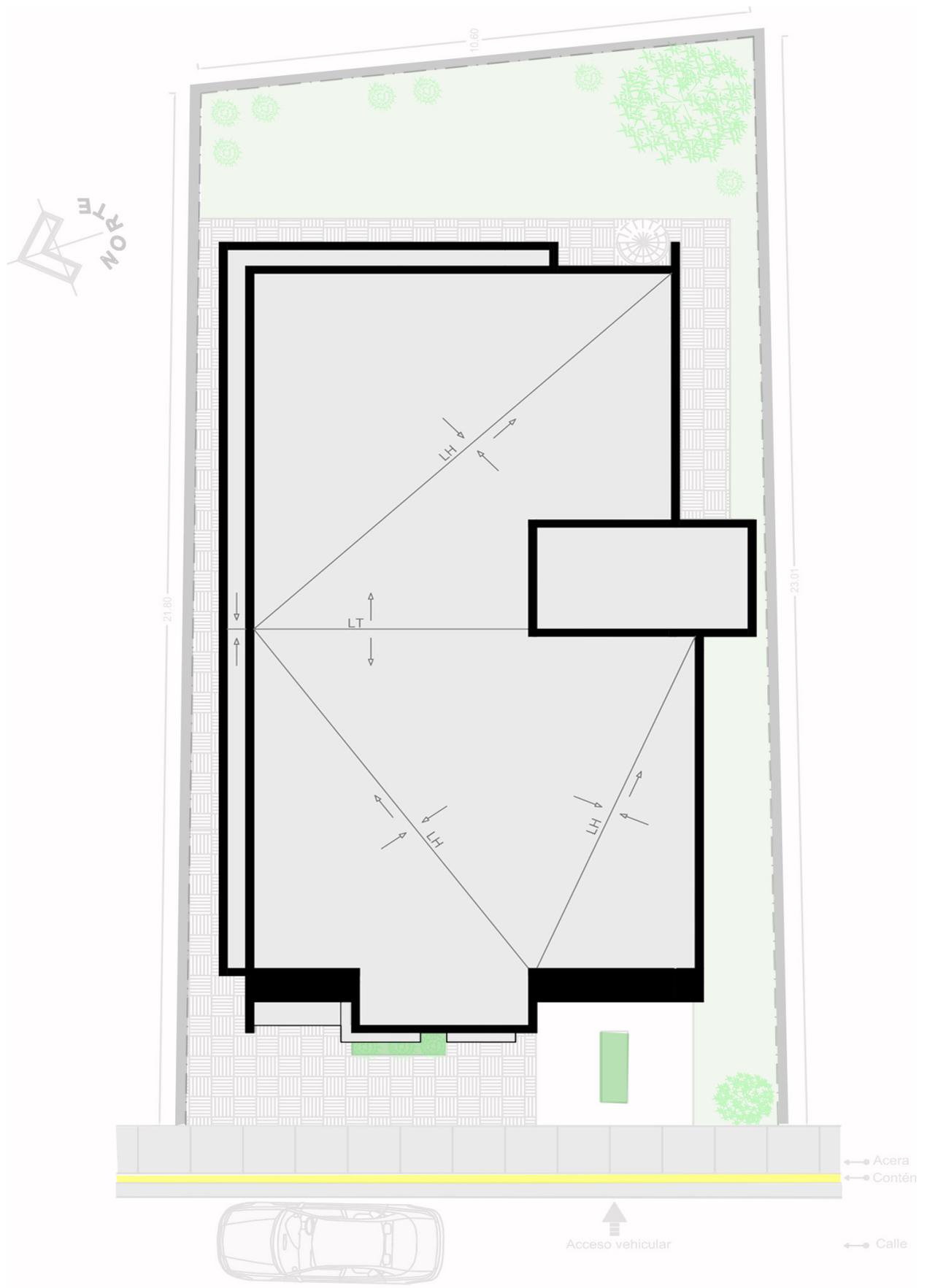


Figura 49: PLANTA ARQ. DE CONJUNTO TECHO
Fuente: Del mismo autor

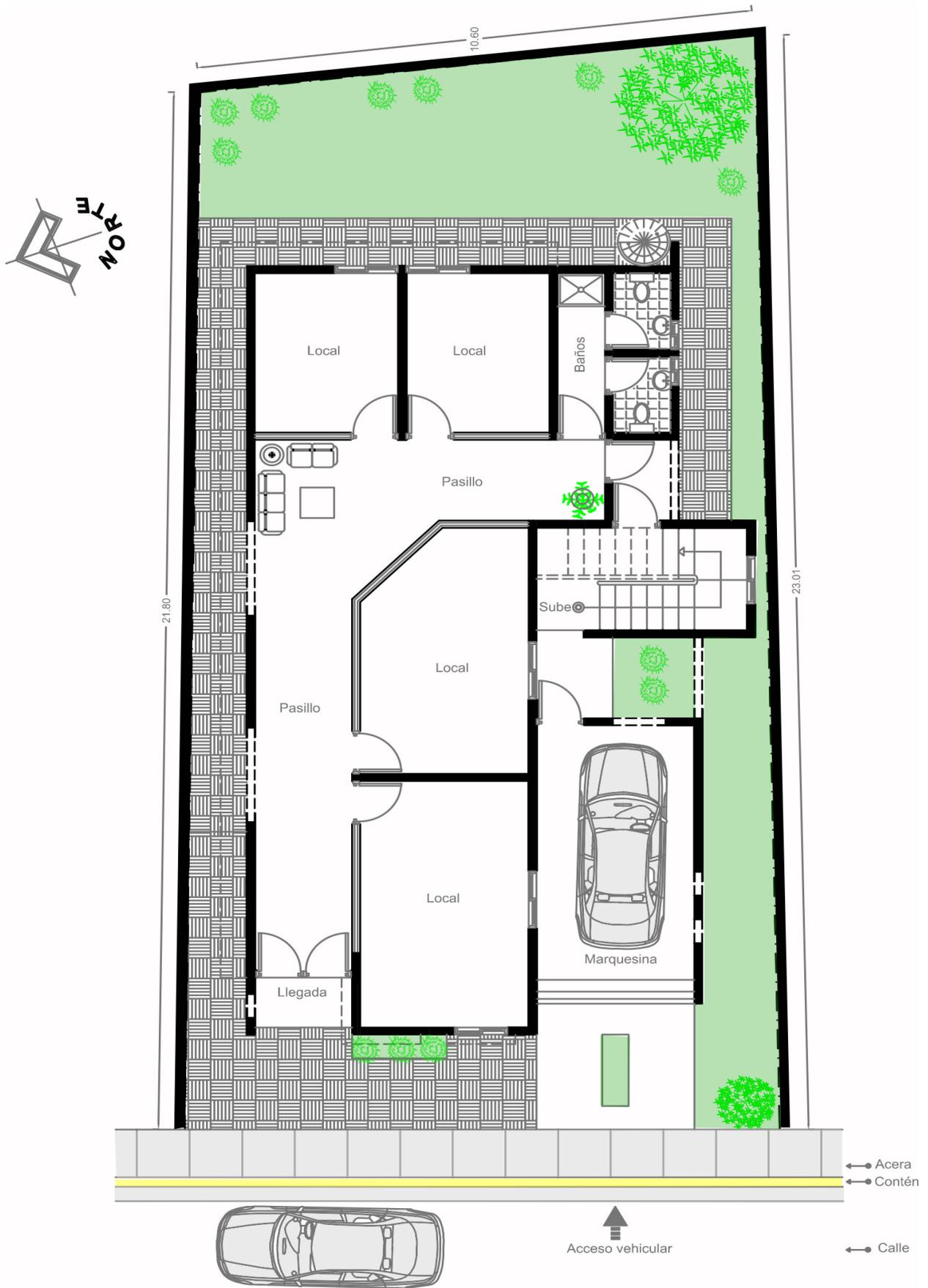


Figura 50: PLANTA ARQ. DE CONJUNTO AMUEBLADA (PLANTA BAJA)
Fuente: Del mismo autor



Figura 51: PLANTA ARQ. DE CONJUNTO AMUEBLADA (PLANTA PRIMERA)
Fuente: Del mismo autor

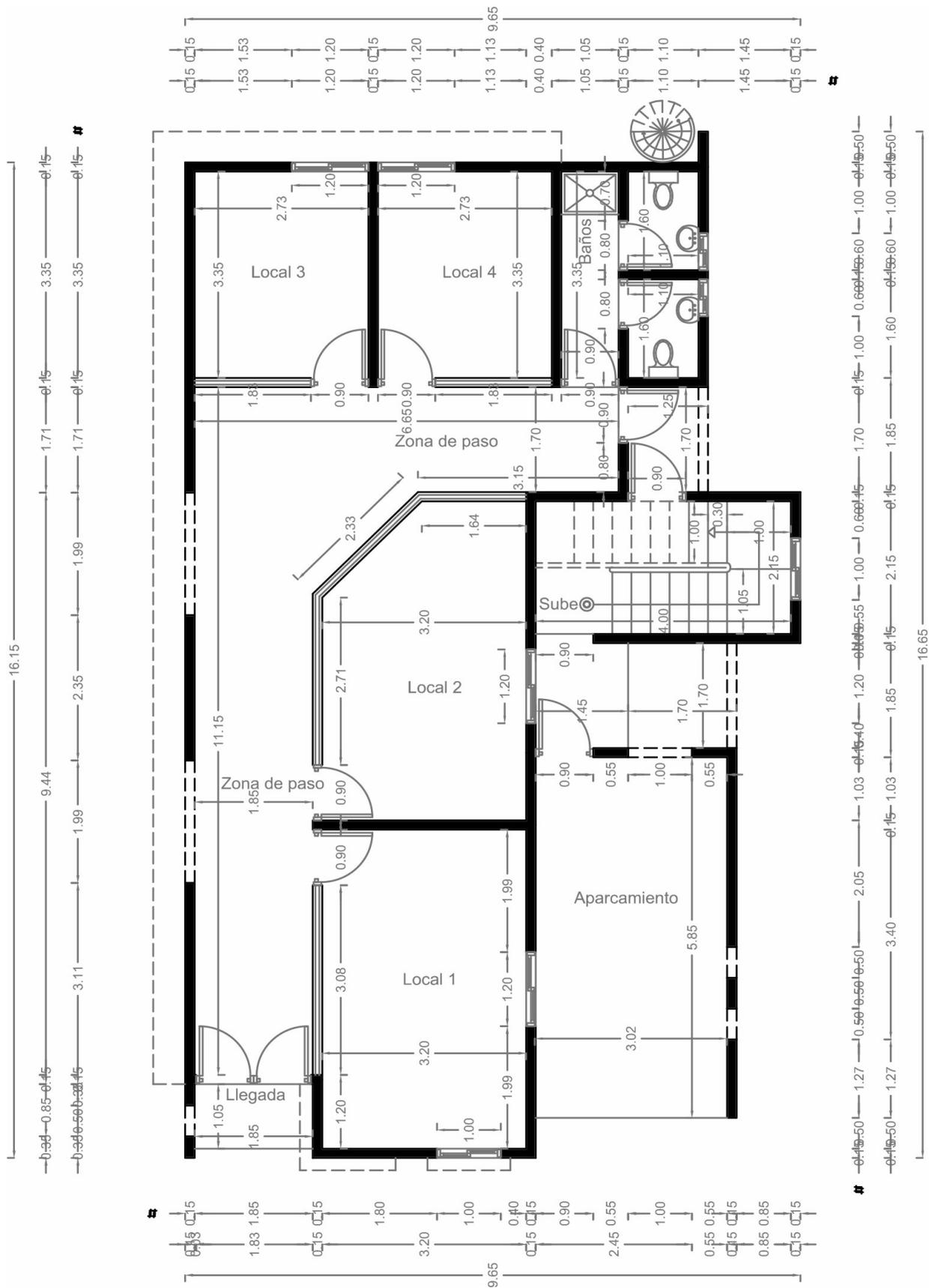


Figura 52: PLANTA ARQ. DIMENSIONADA (PLANTA BAJA)
Fuente: Del mismo autor

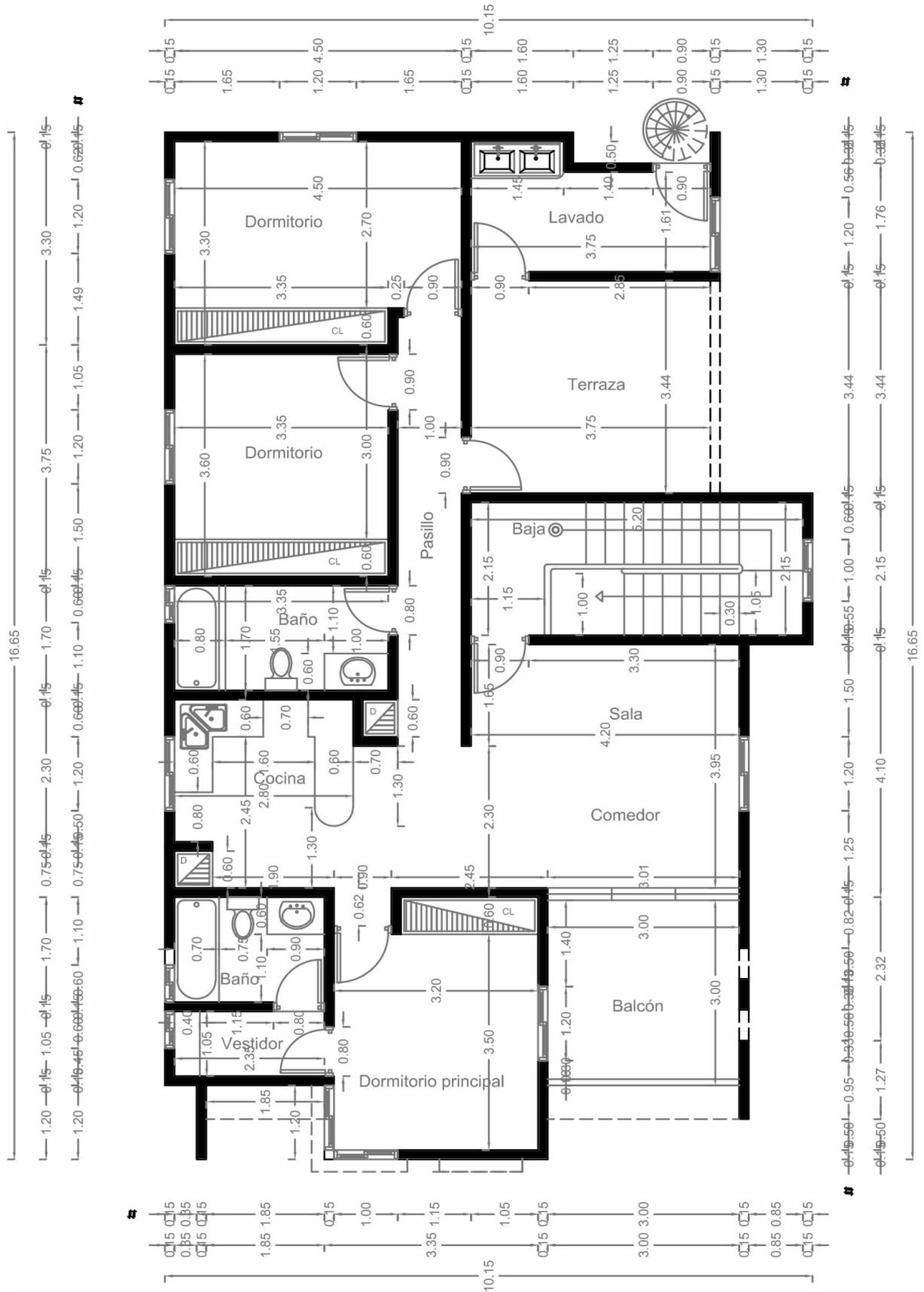


Figura 53: PLANTA ARQ. DIMENSIONADA (PLANTA PRIMERA)

Fuente: Del mismo autor

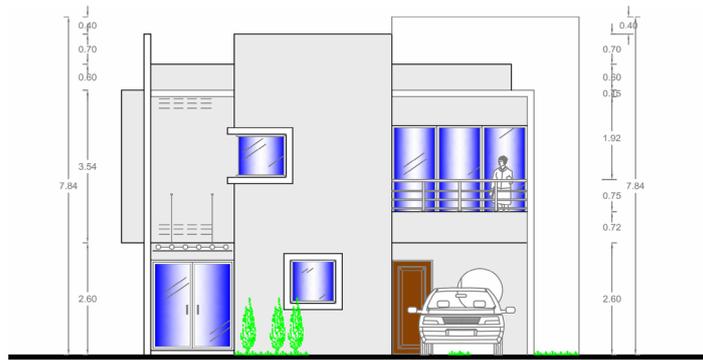


Figura 54: ELEVACIÓN FRONTAL
Fuente: Del mismo autor

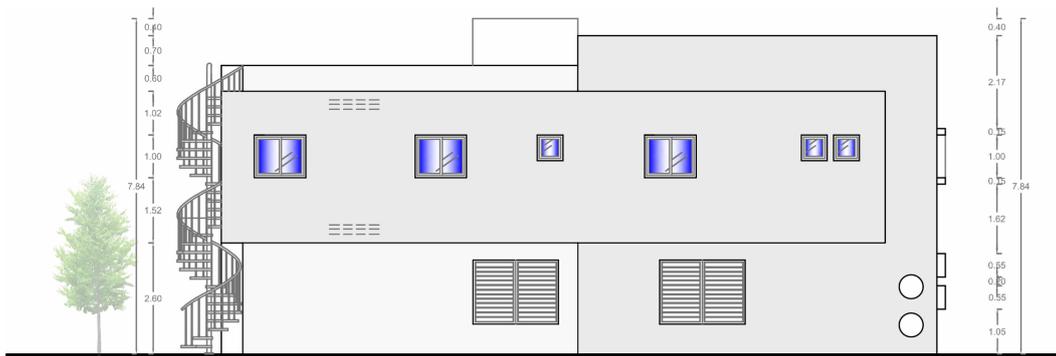


Figura 55: ELEVACIÓN LATERAL DERECHO
Fuente: Del mismo autor

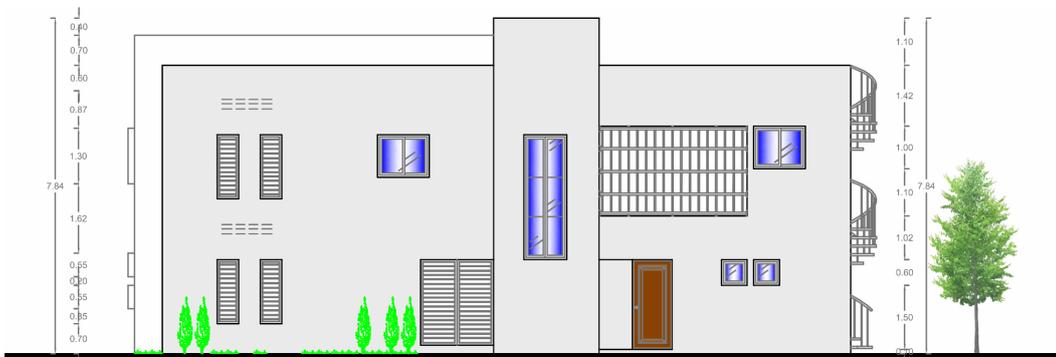


Figura 56: ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDO
Fuente: Del mismo autor

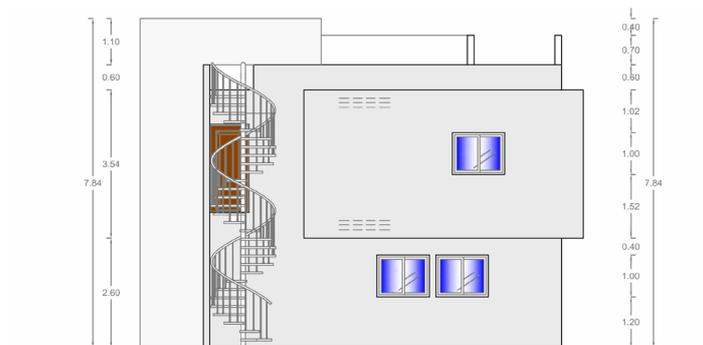


Figura 57: ELEVACIÓN POSTERIOR
Fuente: Del mismo autor

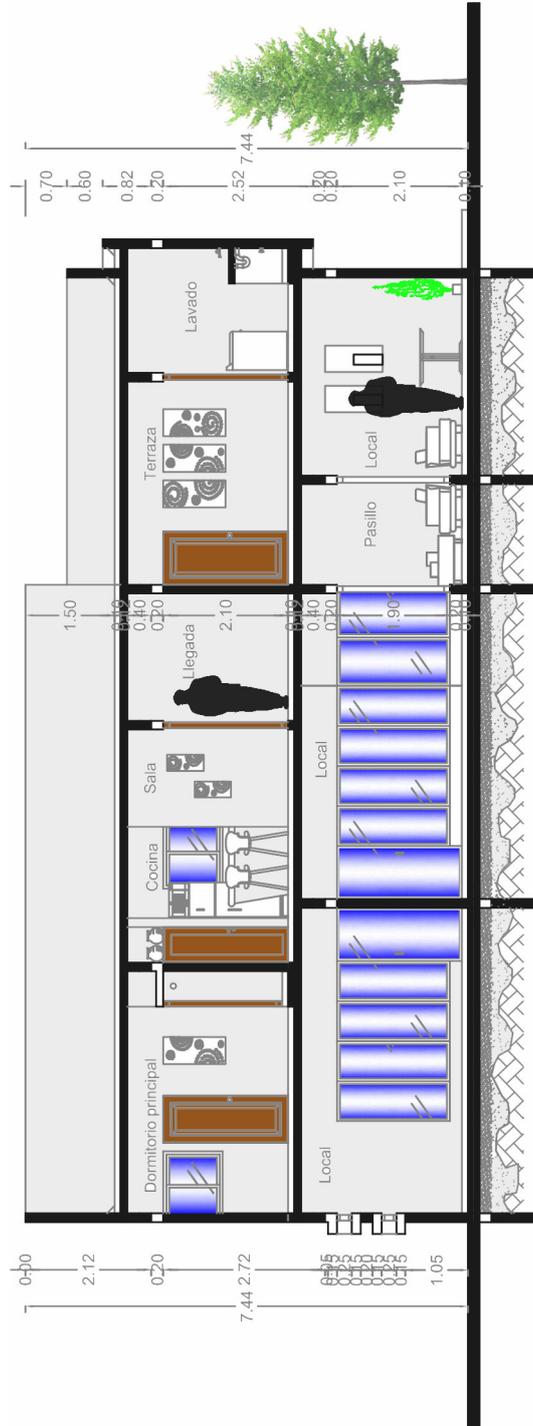


Figura 58: CORTE LONGITUDINAL BB'
Fuente: Del mismo autor

Contenido del CD

Tesina - Máster en Edificación

Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible, República Dominicana.

Pedro Antonio Ayala García.

Memoria – Máster en Edificación Pedro Antonio Ayala García.

Anexos- Planos (Modelo de estudio)

