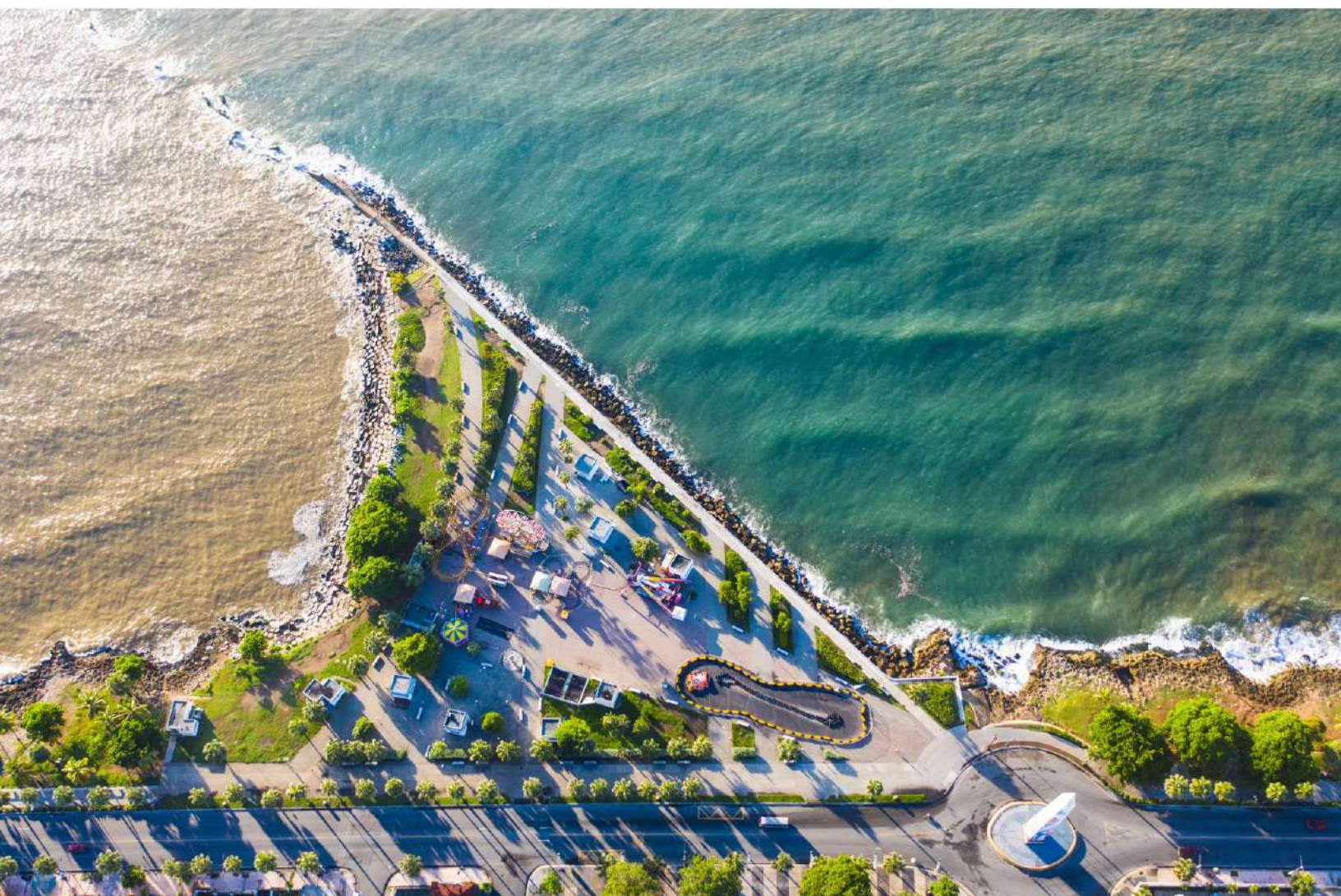


En tropicalico



Entrópico es una revista científica que actúa como canal de comunicación de investigaciones originales que buscan fomentar el diálogo y la reflexión entre investigadores, profesionales, académicos y todo público interesado en los campos de arquitectura, urbanismo, diseño y sustentabilidad. Es entendida como un espacio abierto a la creatividad para mostrar avances, analizar y discutir con rigor académico los desafíos arquitectónicos. Es una revista internacional con especial foco en el Caribe y Centroamérica. La revista se edita en formato electrónico en forma continua con empaquetamiento cuatrimestral.

En tropicalico

REVISTA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

UNPHU

Santo Domingo, República Dominicana

2022

ENTRÓPICO

Volumen 0, Noviembre 2022

Publicación semestral

EQUIPO EDITORIAL

Editor en jefe: Arquitecta Heidi De Moya Simó

Editora asociada: Doctora Gilkauris Rojas

Cortorreal

COMITÉ CIENTÍFICO

Presidente del Comité Científico

Omar Rancier. Ms. C. Arquitecto. Decano de la Facultad de Arquitectura y Artes. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Santo Domingo, República Dominicana.

Comité Científico

Alejandro Ascuasiati, Doctor en Arquitectura. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo, República Dominicana.

Esteban Prieto Vicioso, Doctor en Arquitectura. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Santo Domingo, República Dominicana.

Eugenio Pérez Montás, Arquitecto. Miembro del consejo permanente de la Fundación Universitaria Dominicana Pedro Henríquez Ureña (FUDPHU). Santo Domingo, República Dominicana.

Fernando Córdova, Doctor en Arquitectura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.

Gustavo Luis Moré, Arquitecto. Fundador de la AAA. Santo Domingo, República Dominicana.

Irene Marincic, Doctora en Ingeniería. Universidad de Sonora. Hermosillo, México.

Jaime Roset, Doctor en Física. Profesor senior de la Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. España.

José Manuel Ochoa, Doctor en Arquitectura. Universidad de Sonora. Hermosillo, México.

Leyda Brea, Doctora en Arquitectura. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo, República Dominicana.

Margarita Gómez Salas de Schetter, Ms.C. Arquitecta. Asesora en planeamiento territorial en Antsiranana, Madagascar. Cooperación Alemana GIZ.

Raúl De Moya Español, Ms.C. Arquitecto. Presidente de la Fundación Universitaria Dominicana Pedro Henríquez Ureña (FUDPHU).

EQUIPO TECNICO

Diseño y arte: Deriam Suarez. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Santo Domingo, República Dominicana.

Foto: Arquitecto Julio Peña. Escuela de Arquitectura, Facultad de Arquitectura y Artes. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Santo Domingo, República Dominicana.

PUBLISHER

Claudia Acra Despradel. Licenciada en Administración. Directora de Investigación. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Santo Domingo, República Dominicana.

Deriam Suárez. Soporte técnico. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Santo Domingo, República Dominicana.

Escuela de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Av. John F. Kennedy Km 7 1/2

Santo Domingo, República Dominicana.

Apartado Postal 1423

Correos electrónicos: r.entropico@unphu.edu.do

URL:

<https://revistas.unphu.edu.do/index.php/entropico/issue/current>

CONTENIDO

Editorial

Experiencia docente en el área de la eficiencia energética de edificaciones-casos de estudio en Sonora, México.

María Guadalupe Alpuche Cruz

Effects of spaces, electronic devices, and basic services available on households during COVID-19 confinement: A study in the Dominican Republic.

Yokasta García Frómeta, Ivanovvna Cruz Pichardo, Gilkauris Rojas Cortorreal

Futuro Caribe: Una visión prospectiva dentro de la Construcción del Espacio Caribeño.

Cristina Pérez Collado, Cindy Sánchez Tabar, Rubén Hernández Fontana

Influencia del arbolado en la habitabilidad térmica urbana en clima cálido húmedo, Santo Domingo, República Dominicana

Gilkauris Rojas-Cortorreal, Julio Peña, Jaume Roset

EDITORIAL



La idea de una revista de la Facultad de Arquitectura y Artes y su Escuela de Arquitectura y Urbanismo tiene como antecedentes dos excelentes publicaciones realizadas por la Escuela de Arquitectura y Urbanismo. Entre 1984 y 1985 se publica De Arquitectura editada por Gustavo Luis Moré y entre 1989 y 1992, esta vez editada por un equipo de estudiantes de la Escuela de Arquitectura, se publica Arquitiempo. Ambas revistas se imprimieron en formato tabloide y fueron de las primeras publicaciones sobre arquitectura en el país y quizás las primeras editadas por una escuela de arquitectura en la República Dominicana.

Con esos precedentes en mente se formula en el 2015 la revista ENTRÓPICO, nombre que hace referencia tanto a nuestra condición tropical como la tercera ley de la termodinámica que nos habla de ese tránsito continuo hacia la complejidad y las probabilidades tan evidente en el desarrollo de las ciudades, que, como dice Rossi, son “la suma de sus arquitecturas” y surge con el interés de difundir y crear un espacio académico abierto a la investigación, el análisis y la crítica sobre la arquitectura y la ciudad desde múltiples disciplinas.

Entre sus objetivos está el hacer énfasis en los proyectos de investigación, teoría y crítica, y en los proyectos de innovación y desarrollo, que puedan presentar los investigadores, docentes y estudiantes de la UNPHU y de otras instituciones del país, el Caribe, Latinoamérica y el mundo. Nace como una revista plural, abierta al disenso como herramienta de construcción no solo de conocimientos sino también de ciudadanía democrática.

Con un comité editor internacional de alta calidad profesional, ENTRÓPICO abordará temas de arquitectura, urbanismo y ciudad, sociología urbana, arte y sostenibilidad ambiental desde una concepción no solo científica sino y sobre todo humanística y propositiva.

Espero que ENTRÓPICO cumpla con esas expectativas y se convierta en un medio de difusión de conocimiento sobre la arquitectura y la ciudad desde la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña y la academia para todos los profesionales e interesados en conocer y mejorar nuestro espacio construido.

Omar Rancier

Arquitecto

Decano de la Facultad de Arquitectura y Artes
Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Experiencia docente en el área de la eficiencia energética de edificaciones casos de estudio en Sonora, México

Teaching experience in the area of energy efficiency of buildings case studies in Sonora, México

María Guadalupe Alpuche Cruz¹ 

1 Profesora-Investigadora (Departamento de Arquitectura y Diseño); Universidad de Sonora; guadalupe.alpuche@unison.mx; Hermosillo, México

Resumen: En el presente documento se relata parte de la experiencia como docente de la asignatura Análisis Energético en Arquitectura, del Programa de Arquitectura en la Universidad de Sonora, ubicada en el Noroeste de México. Se presentan ejemplos de trabajos realizados por estudiantes al finalizar el curso, a la vez que se mencionan los aspectos temáticos que forman parte de la metodología para llegar al ejercicio final. Así mismo se realiza una pequeña reflexión de la importancia de incorporar estos saberes a las enseñanzas formales de las y los profesionales de la arquitectura.

Palabras claves: eficiencia energética; clima cálido-seco; diseño bioclimático

Abstract: This document reports part of the experience as a teacher of the subject Energy Analysis in Architecture, of the Architecture Program at the University of Sonora, located in the Northwest of Mexico. Examples of work done by students at the end of the course are presented, while mentioning the thematic aspects that are part of the methodology to reach the final exercise. Likewise, a small reflection on the importance of incorporating this knowledge into the formal teachings of architecture professionals is carried out.

Keywords: energy efficiency; hot-dry climate; bioclimatic design

Citación: Alpuche Cruz, M. G.; Experiencia docente en el área de la eficiencia energética de edificaciones-casos de estudio en Sonora, México. *Entrópico* 2022, 0. <https://doi.org/10.33413/eau.2022.224>

Editor académico: Heidi De Moya Simó y Gilkauris Rojas Cortorreal

Recibido: 6 octubre 2022

Aceptado: 12 octubre 2022

Publicado: 14 noviembre 2022



Copyright: © 2022 por los autores. Enviado para una posible publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

En México, los programas de eficiencia energética se remontan a los primeros años de la década de 1980, pero es a partir de 1989, cuando al crearse la Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía, CONAE, cuando se comienzan a realizar los primeros trabajos para encaminar al país en el tema y su impacto en las diferentes áreas.

En el Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de México, (CEPAL, 2018), se menciona que, dentro del consumo final de energía, las intensidades energéticas de los sectores residencial e industrial han presentado la mayor reducción en su tendencia entre 1995 y 2015. Destaca en el informe que el sector residencial redujo su intensidad energética en 45,9%, seguido del sector industrial que lo hizo a 15,6%. Asimismo, los sectores de consumo final que presentan un mayor progreso de la eficiencia energética están vinculados a un mayor uso de la energía eléctrica respecto a los que dependen de los combustibles. Cabe mencionar que México ha impulsado normas oficiales para promover la eficiencia energética en el sector residencial e industrial, sin embargo, la aplicación directa de algunas normas (sobre todo en el sector residencial) no es posible, ya que, por la conformación sociopolítica del país conformado en estados y municipios, los municipios deben promulgar dicha aplicación.

La eficiencia energética desde una perspectiva docente, debe contemplar todos los niveles educativos y todos los ámbitos en los que se desenvuelve el ser humano, científico, humanístico, económico y social. Actualmente, existen organismos de todos los niveles, investigadores, profesores, empresarios, trabajando para que los distintos espacios habitables sean cada vez menos consumidores de energía y por ende más empáticos con el medio ambiente.

Enfocándonos en los espacios habitables, es donde entramos los arquitectos, usualmente encargados de diseñar estos espacios. Comento la palabra “usualmente”, ya que existen muchas edificaciones en México y en otras partes del mundo, que son edificadas de manera empírica. Sin embargo, lo que aquí nos ocupa son las edificaciones diseñadas por profesionales de la Arquitectura.

La enseñanza de la arquitectura sería tema para escribir una serie de disertaciones, pero en este documento primero se plantearán algunos bosquejos aportados por investigadores preocupados por la misma, con un enfoque en disminuir el consumo de energía final al habitar una edificación, sin embargo, pensando en otro objetivo como lo es generar una arquitectura bioclimática, pasiva o sustentable.

En su trabajo de investigación (Maciel, et. al., 2007), estudia la influencia de la educación arquitectónica y la experiencia temprana del trabajo de un grupo de arquitectos, cuyo trabajo muestra rasgos fuertes de la integración bioclimática, en un primer análisis de sus experiencias individuales, a través de entrevistas semiestructuradas, indica que la integración de conceptos bioclimáticos en el diseño va más allá del desarrollo o mejora de herramientas. En primer lugar, es fundamental que estos conceptos sean parte de la filosofía de diseño del profesional, que es determinante en la aplicación de la investigación y la innovación en arquitectura práctica. Además, menciona que, en 1963, el término bioclimático fue utilizado por primera vez por Victor Olgyay, quien desarrolló una carta bioclimática, que relacionaba los datos climáticos con los límites de confort térmico, para identificar estrategias de diseño. Así, la bioclimatología relaciona el estudio del clima (climatología) con el ser humano. El diseño bioclimático es un enfoque que aprovecha el clima a través de la correcta aplicación de elementos de diseño y tecnología en la construcción, para ahorrar energía y garantizar condiciones confortables en los edificios que, si se considera desde las primeras etapas de diseño, tiene un potencial aún mayor para ahorrar energía.

Tomando en consideración la enseñanza de la arquitectura es interesante observar lo que menciona Gallardo Frías, (Gallardo, 2013), investigadora chilena, cuando realiza una búsqueda en el cual quiere reivindicar la preocupación central de la filosofía de Heidegger, el ser humano como centro principal del proyecto arquitectónico y principal lugar, cuya naturaleza implica estar en la tierra como mortal, lo que significa habitar. Así ella se plantea la esencia de la arquitectura como la búsqueda de un lugar donde el ser humano pueda habitar, pero lo más interesante es que a esos dos pilares, ser humano y lugar, incorpora el concepto de *eficiencia energética*. Además, menciona que, revisando los conceptos fundamentales y estrategias de diseño, no sólo para economizar energía y para mejorar la calidad de vida que ofrece una edificación, sino también como una obligación ética de nuestros días. En su sinopsis describe puntos importantes que se deben de incorporar en la enseñanza de los arquitectos como son: 1. Características generales del proyecto: forma, tratamiento de la piel en la edificación; 2. Características específicas del proyecto: orientación, zonas verdes, envolvente y topología del espacio interior; 3. Medios naturales de control ambiental: Sistemas naturales de climatización, iluminación y acústica.

Después de Olgyay, quien influyó de manera significativa a muchas generaciones de arquitectos, tanto en México como en Latinoamérica el diseño bioclimático comenzó a tener eco en el ámbito del diseño de los espacios habitables, aunque de manera gradual en su momento, ahora quien se dedica al diseño bioclimático conoce su aportación. En su trabajo de investigación Ortiz (Ortiz, 2019) hace una referencia directa a él y a otros estudiosos del tema para apoyar su reflexión sobre incentivar un cambio en la enseñanza de la arquitectura en nuestras escuelas mexicanas, conclusión a la que llegó después de varios años de observación de movimientos y acciones aisladas, por parte de profe-

sionales preocupados ante los efectos de la actividad humana sobre el entorno natural. Además, propone cinco ideas generales que los programas de enseñanza de la arquitectura deberían incorporar en sus planes de estudio: 1. Estudio científico y estructurado de los factores climáticos; 2. Sistemas de climatización pasiva; 3. Eco tecnologías; 4. Comportamiento térmico de los materiales; Observación de la respuesta que en la antigüedad se dio en el sitio, a la necesidad de abrigo.

En México se ha venido trabajando como menciona Ortiz, de una manera aislada en las diferentes escuelas de arquitectura, pero me atrevo a decir que la importancia de incorporar en los planes de estudio de nuestras universidades asignaturas relacionadas con el conocimiento adecuado del sitio donde se proyectará un espacio arquitectónico o urbano es un punto realizado, sin embargo, debemos seguir trabajando para que su aplicación se vea reflejado en el desarrollo de nuestras ciudades.

1.1 Plan de estudios del Programa de Arquitectura, Unison.

El Programa de Arquitectura inicia en septiembre de 1995, con un grupo de 80 estudiantes, el primer plan fue elaborado tomando en consideración el creciente desarrollo económico del estado con la instalación de importantes industrias, que trajo como consecuencia un crecimiento poblacional de los principales centros urbanos, presentando la necesidad de formación de profesionistas que dieran solución a la demanda de edificaciones y equipamiento que forman parte del constante crecimiento de las ciudades, (UNISON, 2018).

Desde sus inicios el plan de estudios incorpora saberes que refuerzan los conocimientos del clima a través de una asignatura que se llama Fundamentos de tecnologías ambientales. Posteriormente, en 2006 se pone en marcha la reestructuración del plan de estudios, que incorpora la asignatura de física, clima y arquitectura, diseño lumínico, diseño acústico, y análisis energético en la arquitectura. Durante ese tiempo, además, se crea en el Laboratorio de Energía y Medio Ambiente, donde se desarrollan investigaciones de alto nivel, impulsadas por el grupo de investigación conformado en el Cuerpo Académico Estudios Integrales en la Arquitectura.

Después de esa reestructuración, siguiendo la normativa institucional se debe realizar cada cinco años una evaluación de los programas académicos, por lo cual se inician nuevamente los trabajos de actualización, para el plan que se actualmente se encuentra vigente.

Así mismo, el gobierno local en su Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021, plantea dentro de sus Ejes estratégicos, "Sonora y Ciudades con calidad de vida" el Eje II: Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable. En éste Eje, se plantean diferentes líneas de acción que están directamente relacionadas con las actividades propias de la profesión del Arquitecto. Cabe mencionar, que un aspecto importante de las líneas de acción está enfocado hacia el desarrollo sustentable en los diferentes ámbitos (movilidad y transporte, infraestructura y servicios, vivienda digna, planeación territorial) de los centros urbanos y rurales del estado. Ante ésta situación la Universidad de Sonora debe atender a los cambios derivados de los escenarios actuales en los que deberá desenvolverse el profesional egresado del Programa de Arquitectura para contribuir con la solución de los diferentes problemas que surgen de dichos escenarios y así contribuir en el crecimiento y desarrollo del estado de Sonora y en beneficio de la Sociedad, (UNISON, 2018).

Al realizar diversas actividades como grupos focales, entrevistas y pequeñas encuestas a egresados y empleadores, uno de los aspectos que se menciona:

Es importante señalar que las asignaturas correspondientes al conocimiento del medio ambiental, confort de los usuarios y la importancia de generar edificaciones eficientes energéticamente, son ampliamente desarrollados en el plan 2006, que son conocimientos que los organismos acreditadores mencionan deben ser parte de la formación del arquitecto.

Debemos de considerar los cambios medioambientales, de recursos naturales y energéticos: Sea por los ciclos naturales terrestres como por la intervención directa del ser humano, la atención inmediata de los problemas de contaminación medioambiental y la reducción de las fuentes de recursos y energías no renovables es una tarea que no reconoce fronteras socioculturales o profesionales. Si bien ciertas profesiones enfrenan la tarea de manera más directa, cualquier actividad de servicios o producción deja su huella ecológica. En los últimos treinta años, se han emprendido diversas estrategias, educativas, sobre todo, para concientizar a la población global en la necesidad de interactuar de una forma más sustentable con el medioambiente; por ende, es notorio que las nuevas generaciones evidencien actitudes más positivas y resilientes; esto supone ventajas en la implementación de competencias profesionales que potencien una ciudadanía más participativa en este tipo de tareas.

Es importante no dejar de fuera las fuentes de energía renovables-reducción de recursos no-renovables: Cada vez se reconoce más, sea por razones económicas, políticas o sociales, la necesidad de migrar al uso de fuentes de energía renovables. Los argumentos dominantes vienen de las disciplinas medioambientales y la tecnología para su generación se vuelve cada vez más accesible; países como México, con enorme potencial generador de energía fotovoltaica, están modificando su legislación para permitir la producción y distribución de electricidad producida por medios alternativos. De ahí que los arquitectos necesitan formarse considerando las implicaciones que este escenario plantea, tanto en lo tecnológico como en la manera en que se concibe al objeto arquitectónico-urbano, ya no solo como espacio habitable sino como protagonista directo y activo de los procesos económicos. En un orden similar de ideas, la reducción de la biomasa y de las fuentes de agua dulce y/o potable alrededor del mundo sugiere la puesta en práctica de hábitos de consumo más responsable y de proponer estrategias de diseño que privilegien los sistemas pasivos, (UNISON, 2018).

Es además fundamental pensar en una planificación urbana más sustentable e incluyente: Hemos visto que la ciudad será el asentamiento humano más común y habitado; en tal entorno se decantarán todas las necesidades de habitabilidad con una base sustentable; pero caben destacar aquellas que guardan una relación más estrecha con los procesos de conformación de un sentido ciudadanía, con el derecho al espacio público y a la inclusión de toda la sociedad en conjunto.

Las competencias transversales del Arquitecto de la Universidad de Sonora son aquellas que complementan la formación del estudiante y deben ir desarrollándose a lo largo del plan de estudios en cada una de las asignaturas.

1. Desarrolla actividades profesionales en diferentes ámbitos específicos/emergentes de la arquitectura.
2. Realiza los diferentes trámites relativos a los servicios de arquitectura y obra.
3. Socializa resultados.
4. Trabaja en equipos multidisciplinarios.
5. Propone ambientes confortables y energéticamente eficientes (sustentabilidad).
6. Trabaja según la normatividad nacional e internacional de derechos de autor y patente.

Quedando el mapa curricular como se muestra en la figura 1.

Los estudiantes que cuando llegan a tomar la asignatura, en el plan de estudios vigente, ya tomaron asignaturas obligatorias como: Clima y Arquitectura, Principios de Diseño Bioclimático, Diseño Lumínico y Arquitectura Sustentable; por lo cual ya adquirieron los conocimientos básicos para la asignatura.

Como parte del desarrollo de la asignatura, se realiza un recordatorio sobre la importancia del análisis del clima de una manera fundamental para decidir cuáles serán las estrategias de diseño que aplicarán en una edificación para que esta en su operatividad consuma menos energía. Para ello utilizamos el programa Climate Consultant (SBSE, 2021), y los datos climáticos se obtienen del Repositorio de datos climáticos gratuitos para la simulación del rendimiento de edificios, de los creadores del epw, (clima.onebuilding.org).

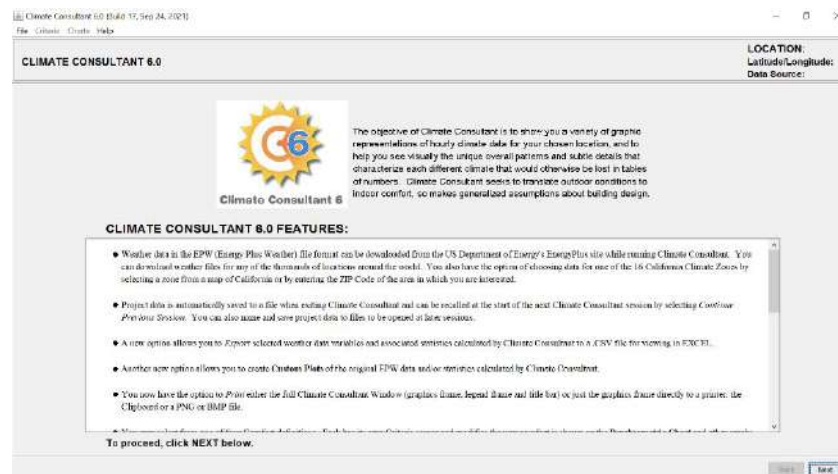


Figura 2. Inicio del programa Climate Consultant v. 6. Fuente: SBSE, 2021.

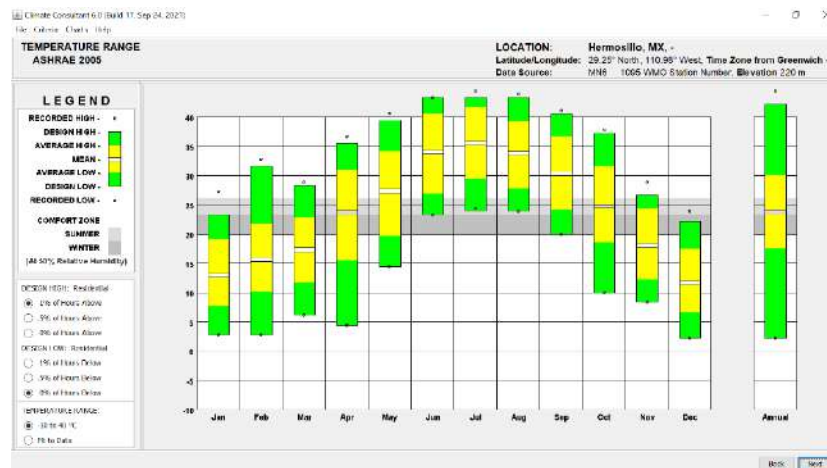


Figura 3. Gráfica de temperaturas promedio mensuales en Climate Consultant v. 6. Fuente: SBSE, 2021.

Esta herramienta permite que los estudiantes entiendan de una manera fácil, las diferencias climáticas que existen en las diferentes regiones del país y el mundo, así como la importancia que tienen las estrategias de diseño acordes a su entorno natural. De igual manera, se realizan sesiones recordatorias de los aspectos básicos de los mecanismos de transferencia de calor y el comportamiento térmico de los materiales de construcción de acuerdo a sus propiedades termo físicas.

Siendo uno de los temas del contenido, se explican las herramientas que podemos utilizar para realizar una evaluación energética de las edificaciones, dependiendo del nivel de profundidad y rigor científico con el que se pretende realizar. Se les enseña a utilizar la herramienta de la NOM-020-ENER 2011, cuyo objetivo es limitar la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento, (DOF, 2011).



Figura 4. Inicio de la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER-2011. Fuente: CONUEE, SENER, 2017.

Como los cálculos de transferencia de calor utilizados por la Norma mexicana son en estado estable, también se les enseña herramientas que realizan cálculos de ganancias de calor en estado dinámico. Una de ellas es Ener-Habitat, la cual es una herramienta de simulación numérica para comparar el desempeño térmico de sistemas constructivos de techos y muros de la envolvente de una edificación en las condiciones climáticas de las principales ciudades de la República Mexicana y de acceso libre. Fue desarrollada por el Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, el Departamento de Arquitectura, Universidad de Sonora, la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Colima, el Departamento de Ingeniería Mecánica, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico y el Laboratorio de Arquitectura Bioclimática, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.



Figura 5. Inicio de la herramienta de cálculo Ener-Habitat. Fuente: <http://www.enerhabitat.unam.mx/Cie2/>

Como una segunda herramienta de cálculo dinámico, además, para realizar una evaluación global de las edificaciones, que pueden incluir tanto el comportamiento térmico, así como el lumínico, se les enseña a utilizar de una manera básica OpenStudio utilizando la vinculación gráfica de SketcUp. La cual es una colección de herramientas de software multiplataforma (Windows, Mac y Linux) para respaldar el modelado de energía de edificios completos usando EnergyPlus y el análisis avanzado de luz natural usando Radiance. El alcance de los estudiantes en el aprendizaje de dicha herramienta, no es avanzado, sin embargo, les da un panorama general de la evaluación energética de los edificios.

3. Resultados

En este apartado se presentarán algunos de los trabajos finales realizados por estudiantes que llevaron la asignatura de análisis energético en arquitectura. Usualmente las clases están formadas por veinte estudiantes y los trabajos finales pueden ser individuales o por equipos.

En la figura 6, se muestran partes del documento entregado por los estudiantes Trujillo Díaz, Elia María y Zazueta Terán, Jesús Alberto, ambos estudiantes de noveno semestre en ese entonces, quienes decidieron evaluar una casa-habitación de 96.38 m², ubicada en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Como se aprecia en la figura, realizaron el análisis de clima utilizando climate-consultant, además realizaron la evaluación de la vivienda utilizando primero la NOM-020-ENER-2011 y OpenStudio. Me gustaría resaltar lo que ellos incluyen como conclusión, que dice, “Al momento de diseñar un edificio, es indispensable tomar en cuenta los factores climáticos, la orientación de cada una de las fachadas analizando los espacios que afectaran, las ventanas, puertas, techos, muros y pisos, junto con cada uno de los sistemas constructivos de estos. Ya que como nos dimos cuenta, cualquier cambio de estos factores puede influir fuertemente en el gasto energético y el confort del edificio”.

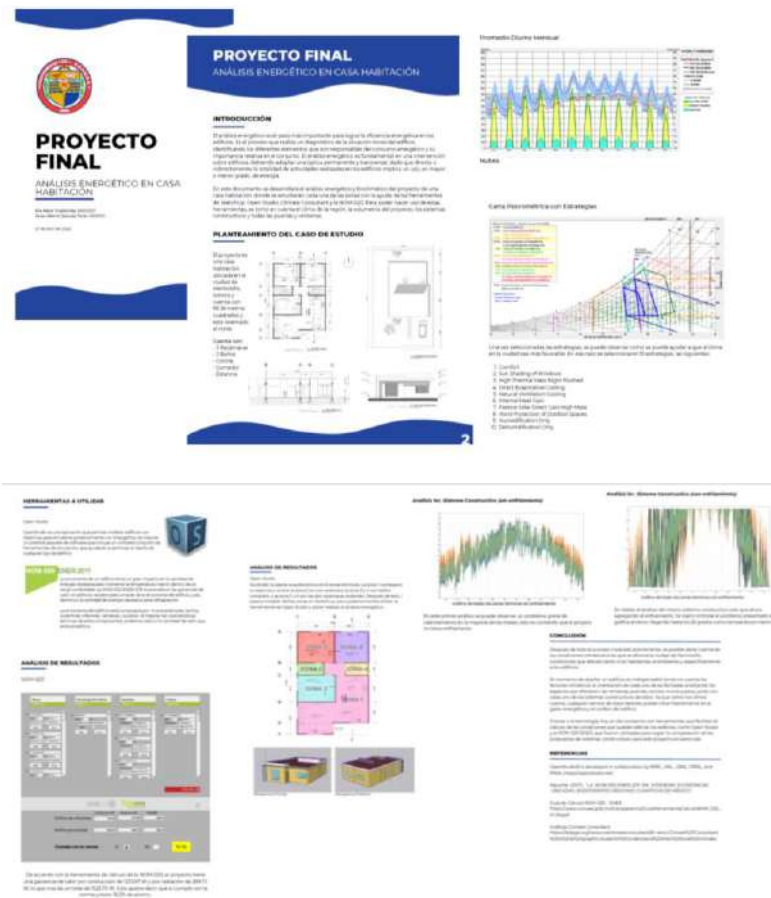


Figura 6. Trabajo final de clase 2022-1. Fuente: Trujillo y Zazueta, 2022.

En la Figura 7, se muestran imágenes que se encuentran dentro del trabajo final entregado por los estudiantes Martínez Montaña, Ivone y Moreno Enríquez, José Ramón, quienes evaluaron una casa-habitación que ellos denominan casa de campo. En su documento concluyen escribiendo, “Después de analizar el proyecto de la casa habitación dentro de Hermosillo, Sonora, pudimos notar el conjunto de factores que son parte de la ganancia térmica de una edificación como su ubicación, el clima, la orientación, los espacios existentes, ventanas, puertas, etc. Logramos conseguir una mejora en los materiales existentes agregando otros componentes o cambiándolos completamente sin perjudicar el diseño principal del proyecto, lo cual podría ser óptimo para un resultado 100% favorable, utilizando el diseño como un factor más a nuestro favor.

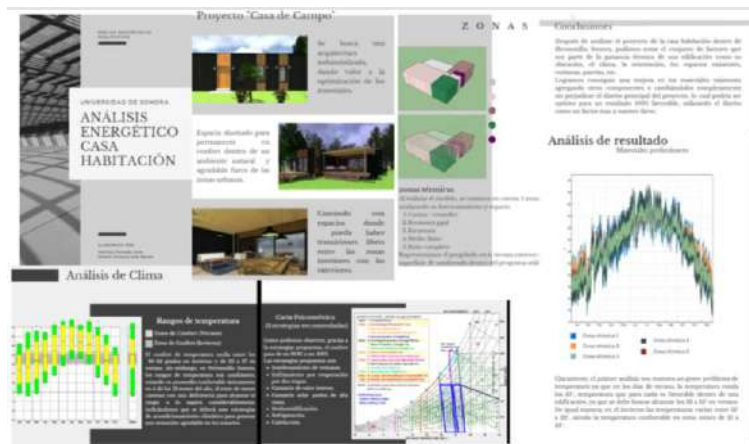


Figura 7. Trabajo final de clase 2022-1. Fuente: Martínez y Moreno, 2022.



Figura 8. Trabajo final de clase 2022-1. Fuente: Cervantes y Valencia, 2022.

En la Figura 8, se puede apreciar parte del trabajo entregado por los estudiantes Cervantes Beyliss, Marian y Valencia Sandoval, Alejandro Antonio, quienes también evaluaron una casa-habitación utilizando las mismas herramientas que sus compañeros, concluyendo con la siguiente frase, “en el

análisis de ganancia térmica de un edificio depende de cada uno de los factores presentados con anterioridad como el clima, el diseño del espacio, orientación, ventanas, techos, materiales, sombras, circundantes, entre muchas otras cuestiones más”.

4. Discusión

En las imágenes mostradas de tres trabajos de la clase 2022-1 de la asignatura Análisis Energético en Arquitectura es posible apreciar que los estudiantes presentaron un trabajo acorde a los objetivos que se plantea al iniciar el semestre. Considero importante mencionar que todos los estudiantes llegan con conocimientos básicos del análisis climático, sin embargo, trabajar en la lectura e interpretación de gráficas siempre es fundamental para nivelar el conocimiento. No sucede lo mismo con los temas sobre conocimientos básicos de transferencia de calor y propiedades termofísicas de los materiales de construcción, por lo que el tema debe de ser obligatorio en la clase antes de iniciar con la enseñanza de las herramientas para evaluación energética.

Es importante señalar que las asignaturas correspondientes al conocimiento del medio ambiental, confort de los usuarios y la importancia de generar edificaciones eficientes energéticamente, son ampliamente desarrollados en los planes de estudios del Programa de Arquitectura desde sus inicios, que son conocimientos que los organismos acreditadores mencionan deben ser parte de la formación del arquitecto.

Independientemente de lo anterior, cabe señalar que, dentro de las asignaturas correspondientes a la formación de arquitectos preocupados por la sustentabilidad, existen materias que podrían ser un parteaguas para la formación de una filosofía de diseño, pero se debe trabajar en conjunto con las áreas de proyectos, así como las de teorías de la arquitectura.

5. Conclusiones

El presente documento refleja parte de mi experiencia como docente en el área de la eficiencia energética en las edificaciones en el Programa de Arquitectura de la Universidad de Sonora. En mi transitar en el camino de la enseñanza-aprendizaje de este tema, debo aceptar que he tenido la satisfacción de haber sido parte de sembrar la semilla para que algunos de nuestros egresados continuasen sus estudios de posgrado enfocándose en seguir aprendiendo para realizar diseños cada vez más eficientes en el consumo de energía para su acondicionamiento interior.

Se puede concluir, además, que asignaturas enfocadas en la enseñanza-aprendizaje de la importancia de un buen análisis climático, del conocimiento de estrategias de diseño acordes al clima, de las herramientas que nos permitan entender el comportamiento global de las edificaciones y su impacto en el entorno, son necesarias para la formación integral de las y los profesionales de la arquitectura.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo

Declaración de disponibilidad de datos: No aplica.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- CEPAL, N. (2018). Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México, 2018.
- Cervantes, B. M., Valencia, S. A. A., (2022). Trabajo final de la asignatura: Análisis Energético. Programa de Arquitectura. UNISON. México
- Clima.Onebuilding.org. (2022). <https://climate.onebuilding.org/sources/default.html>
- Gallardo-Frías, L. (2013). Ser humano, lugar y eficiencia energética como fundamentos proyectuales es en las estrategias arquitectónicas. *Revista de Arquitectura*, Vol. 15 (ene.-dic. 2013); p. 62-69.
- Maciel, A. A., Ford, B., & Lamberts, R. (2007). Main influences on the design philosophy and knowledge basis to bioclimatic integration into architectural design—The example of best practices. *Building and Environment*, 42(10), 3762-3773.

- Martínez, M. I., Moreno, E. J. R., (2022). Trabajo final de la asignatura: Análisis Energético. Programa de Arquitectura. UNISON. México
- OpenStudio (2022). <https://openstudio.net/>
- Ortiz, I. D. R. G. (2019). Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy. *Artificio*, 14-23.
- SBSE (2021). Climate Consultant v. 6. <https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>
- Trujillo, D.E.M., Zazueta, T. J. A. (2022). Trabajo final de la asignatura: Análisis Energético. Programa de Arquitectura. UNISON. México
- UNAM (2022). <http://www.enerhabitat.unam.mx/Cie2/>
- UNISON (2018). Plan de estudios del Programa de Arquitectura. Departamento de Arquitectura y Diseño. México.

Effects of spaces, electronic devices, and basic services available on households during COVID-19 confinement: A study in the Dominican Republic

Efectos de los espacios, dispositivos electrónicos y servicios básicos disponibles en los hogares durante el confinamiento por COVID-19: Un estudio en República Dominicana

Yokasta García Frómata¹ , Ivanovna Cruz Pichardo² , Gilkauris Rojas Cortorreal³ 

- ¹ Investigadora (Vicerrectoría de Investigación e Innovación); Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM), Santo Domingo, República Dominicana; y.garcia@ce.pucmm.edu.do
- ² Profesor Investigador/Coordinadora Área de Seguimiento a la Calidad Centro de Desarrollo Profesional (Centro de desarrollo Profesional); Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM), Santo Domingo, República Dominicana; ivanovna-cruz@pucmm.edu.do
- ³ Docente investigadora a tiempo completo; Coordinadora de Investigación de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo; Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), Santo Domingo, República Dominicana; grojas@unphu.edu.do

Abstract: The daily lives of the world population were impacted and went into crisis mode due to the COVID-19 pandemic, which, as of November 2019, has taken over us. The changes in everyday behavior have generated consequences in all aspects of life hindering the labor, education, and recreational sectors. The COVID-19 pandemic has led us to analyze and rethink relevant or predominant factors for choosing a home. The workplace, location of the best schools, safety, and economic aspects are of great influence when it comes to choosing a home. During this past year, not all of these factors played a role since we have been forced to continue with all of our activities from home. But what happened to the population that did not consider space, ventilation, and even access to fresh air or recreation when choosing their home? Where the economic factor, as well as access to work and/or school environments, have always prevailed. With this in mind, a survey was performed in the Dominican Republic with the intent of discovering the effects of spaces, electronic devices, and access to basic services during the COVID-19 pandemic, which are crucial for current telecommuting and distance learning processes.

Citación: Garcia Frometa, Y.; Cruz Pichardo, I.; Rojas Cortorreal, G.; Effects of spaces, electronic devices, and basic services available on households during COVID-19 confinement: A study in the Dominican Republic. *Entrópico* 2022, 0. <https://doi.org/10.33413/eau.2022.223>

Editor académico: Heidi De Moya, Gilkauris Rojas Cortorreal

Recibido: 12 October 2022

Aceptado: 16 October 2022

Publicado: 14 november 2022



Copyright: © 2022 por los autores. Enviado para una posible publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords: COVID-19; Digital Divide; Household; Confinement effect; Survey.

Resumen: La vida cotidiana de la población mundial se vio impactada y entró en modo de crisis debido a la pandemia del COVID-19, que a partir de noviembre de 2019 se ha apoderado de nosotros. Los cambios en el comportamiento cotidiano han generado consecuencias en todos los aspectos de la vida obstaculizando los sectores laboral, educativo y recreativo. La pandemia del COVID-19 nos ha llevado a analizar y repensar factores relevantes o predominantes a la hora de elegir una vivienda. El lugar de trabajo, la ubicación de las mejores escuelas, la seguridad y los aspectos económicos son de gran influencia a la hora de elegir una vivienda. Durante este último año, no todos estos factores jugaron un papel ya que nos hemos visto obligados a continuar con todas nuestras actividades desde casa. Pero, ¿qué pasó con la población que no consideró el espacio, la ventilación y hasta el acceso al aire libre o la recreación al elegir su hogar? Donde siempre ha prevalecido el factor económico, así como el acceso a entornos laborales y/o escolares. Con esto en mente, se realizó una encuesta en República Dominicana con la intención de conocer los efectos de los espacios, los dispositivos electrónicos y el acceso a los servicios básicos durante la pandemia del COVID-19, que son cruciales para los procesos actuales de teletrabajo y educación a distancia.

Palabras clave: COVID-19; Divisoria digital; Familiar; efecto de confinamiento; Encuesta

1. Introduction

The global crisis generated by the COVID-19 pandemic has changed the daily lives of the world population, which are crucial for maintaining the physical and mental wellbeing of individuals. Changes in behavior have brought consequences in all life aspects, hindering the labor, education and recreational sectors.¹ The change of scenery of having to carry out these activities from home has required spaces and tools that can meet the needs relevant to their undertaking.² The confinement to which the inhabitants of every country have been subjected to, with the interest of curbing the spreading of the virus, has forced families to perform their daily routines, both work and education-related, jointly and from home. Though not always under suitable conditions in terms of necessary spaces, electronic devices and data and electricity services, which has adversely impacted their lives (Porto Valente C, et., 2022; Saroglou T, et. 2022).

Research submitted from different parts of the world has confirmed the significant changes to the daily lives of the world population (Odriozola-González P. et. 2020; Voitsidis P, et. 2020). A sampling, such as the one carried out by Balanzá-Martínez et al, showed that most participants reported substantial changes in terms of spending time outside by 93.6%, as well as 70.2% for physical activity and a third of the sample presented significant changes to stress management, social support and restful sleep (Balanzá-Martínez V, et. 2020; Lennon M, 2020; Hanzl M., 2020). In France, there was a notable growth in stress (61.6%) and anxiety (60.2%) levels amongst college students during mandatory confinement, increasing the consumption of alcohol during the lockdown period (Husky MM, et. 2020; Jens K, et. 2021). The lack of physical activity in children under the age of 13 during the COVID-19 pandemic lockdown in Portugal showed negative effects, mostly when both parents worked from home, while being positively impacted by having large exterior spaces and the presence of other children at home (Pombo A, et. 2020; Kearns A, 2022).

Negative effects were also reported at an academic level, such as those presented by college students from Arizona State University (ASU) - one of the largest public institutions of the United States, where due to COVID-19, 13% of students had to delay graduation, 40% lost their job, internship or job offer and 29% expected to earn less by the age of 35 (Aucejo EM, 2020; Jens K, et. 2021; Honey-Rosés J, 2020).

In the Dominican Republic, the coronavirus pandemic had such an impact, that to date (October 1, 2020) there is a total of 112,728 positive cases, wherein 88,205 have recovered and 2,108 have died, accounting for a mortality rate of 1.87%. Where Distrito Nacional (30,625 positive cases), Greater Santo Domingo (23,120 positive cases) and Santiago (12,604 positive cases) are the three main cities where the virus has spread the most, registering the highest case count (Boletín diario COVID-19., 2020)

Changes in lifestyle behavior have yet to be fully investigated in the Dominican Republic. For this reason, this research is showing a nationwide sampling of the development and unfolding of daily activities amongst the population in their households, in order to determine the effect over each one of the roles and commitments of the household members under the confinement imposed as of March 2020 by the Dominican government. The state of exception and national emergency has been set forth through several decrees ranging from #134-20 of March 19, 2020 issued by former president Danilo Medina to the most recent one #430-20 of September 1, 2020 issued by current president Luis Abinader, wherein mobility has been restricted resulting in a dead-end for supply chains with current and future domino effects (Presidencia de la República Dominicana, 2020)

The measures adopted by the state of emergency of the country are divided by area. For instance, in terms of circulation, there is a restriction on mobility and social activities with a curfew

from 5pm to 6am, which was subsequently amended and is currently from 9pm to 5am on weekdays and from 7pm to 5am on weekends and holidays. Public transportation is only operating from 6am to 6pm at 30% capacity and using a mask at all times is mandatory. In the economics sector, there are limitations over production activities wherein small businesses, that is, those with 10-50 employees, must work with a minimum of 10 people and no more than 50% of their staff. On the other hand, medium and large businesses must operate with no more than 25% of their staff during the tiered and gradual phase. There are also other restrictions on non-essential activities.

National education centers closed their doors as of March 10, only a few months short of ending the school year. At the elementary level, schools cancelled their teaching and administrative activities pushing aside the schooling of the youngest to prioritize their family's as well as their own wellbeing. Thus, the school year ended without fully covering all contents due to scarce resources available in schools which were unprepared to teach students remotely at this level (Empresarial A, 2019). In terms of higher education, universities continued teaching students under the distance learning modality using technological tools that allow them to present content to students. Although this did not always go smoothly as there were many inconveniences to solve such as: power outages, availability of necessary equipment, adequate space for activities, among other variables (Bárcena A, 2020) in addition to other activities inherent to higher education such as practices, laboratories or seminars which were not taught under the same conditions, thus affecting the quality of the education provided.

In view of the foregoing, this study has focused on three specific and crucial aspects of the routine activities of the population: health, the digital divide and space available in households. We also collected general data from survey respondents in a confidential manner while respecting their privacy at all times.

Why did we focus on these three main aspects? As previously mentioned, mandatory confinement has led businesses that are attempting to stay afloat, to change and adapt to telecommuting, wherein the employee can fulfill their occupational roles from home. These environment changes have altered many important factors of the family setting.

For instance, according to investigations, telecommuting has impacted transportation, construction, energy and emissions related to internet, while directly affecting the environment and even decreasing energy consumption (O'Brien W, 2020). But they are not all advantages since there is also a need for appropriate spaces (bigger and wider households), lightning, ventilation, computer and office equipment, internet quality and speed, and in countries like the Dominican Republic, alternative energy sources that are reliable in order to avoid the common and constant power outages (Muñuzuri AP, 2022). In addition to this, there are emotional disadvantages, such as employee isolation, mixing telecommuting with family life, as well as assisting children with their distance or online learning.

The developed setting has experienced a challenge with the COVID-19 pandemic pushing the construction sector to reformulate many deep-seated realities (Megahed NA, 2020; V AAR, R V, 2020). As a main source of income, work and interaction, it is necessary to make resilient buildings that integrate both hygiene and wellbeing for its users. Recommendations for new and current household designs, according to world health organizations, are those that integrate green spaces and elements that are visible and accessible. In addition to flexibility, adaptability, shared use and overcrowding of living spaces and compatible functions located within the buildings, as well as reappropriation of the basic principles and archetypes of sustainable architecture, thermal comfort and interior air quality, among other factors (D'alessandro D, et. 2020).

Considering the need for all these factors, which are found nationwide in the Dominican Republic, we sought to gather information on the current status of the residential sector and its members, using the opinion of elderly individuals from all social classes living in the main cities of the country.

2. Methodology

This research was addressed from a quantitative, cross-section and descriptive approach, where the main goal has been to understand the effects over aspects such as healthcare, household and digital divide during the COVID-19 pandemic. The study was carried out through an online survey disseminated nationwide.

In order to ensure that we reach the desired goal, three (3) design phases were established for the study:

- Construction and validation of the instrument.
- Application of the questionnaire
- Analysis of the information

2.1 Survey and Expert Judgment

For this study an instrument was created that allowed obtaining information from aspects such as healthcare, digital divide and households, as well as general data to understand the different characteristics of survey respondents. The questionnaire, which was developed by researchers, was subjected to an expert judgement prior to being used in order to determine its validity.

The selection of expert judges was based on their expertise in areas of healthcare, engineering and technology, along with experience in teaching and research and preparing instruments for data collection in these areas. To this effect, individual evaluations were carried out where each expert filled out a questionnaire comprised of three sections and two Likert scales assigned as follows:

Table 1. Aspects evaluated with their scales

Aspects	Scale
Relevance: the statement fits the research been carried out.	1. Very Low
	2. Low
	3. High
	4. Very High
Clarity: it is easily understood, that is, its syntax and semantics are appropriate.	1. Unclear and should be fully modified.
	2. Slightly unclear and requires specific modifications.
	3. Clear
	4. Very clear
1. Unclear and should be fully modified. 2. Slightly unclear and requires specific modifications. 3. Clear 4. Very clear	1. Very Low
	2. Low
	3. High
	4. Very High

Each expert received an e-mail explaining the goal of the test, the purpose of the instrument and the significance of their participation to determine its validity. The information was sent to 20 participants, out of which 14 completed the questionnaire in full. To analyze the concordance amongst experts, we used the Kendall Concordance Coefficient, which ranges from 0 to 1, where 1 means all experts agree and 0 means that they all disagree (Dorantes Nova JA, et. 2016). For our case we had an overall result of 0.65, indicating that some improvements were required in a few of the aspects. These were subsequently amended as suggested by the experts.

Table 2. Reliability Coefficient of the Instrument.

Aspects	Scale
Relevance Aspects	0.802
Clarity Aspects	0.971
Coherence Aspects	0.979
Total	0.974

Cronbach's Alpha was applied to the instrument in order to obtain its reliability coefficient, which in turn resulted in the numbers seen in Table 2. This allowed us to establish that the instrument is overall reliable and in all its dimensions.

2.2 Sampling

According to the Ministry of Public Health in its daily reports on COVID-19, the overall population of the country is 11,159,885 inhabitants, which accounts for the universe of this study. In view of these considerations, the minimum sampling required was estimated using the formula (Ec.1) proposed by Spiegel and Stephens (Spiegel MR, et. 2009).

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N - 1) + Z^2 \sigma^2} \quad \text{Ec. (1)}$$

Where (QuestionPro Software de Encuestas, 2020):

- n = is the size of the sampling.
- N = is the size of the population.
- σ = represents the standard deviation of the population (it is common to use a constant number that equals to 0.5)
- Z = is the value obtained through levels of trustworthiness. Its value is a constant. Normally you get two values depending on the level of trustworthiness desired, where 99% is the highest level (this value equals to 2.58) and 95% (1.96) is the minimum value accepted to consider the research as reliable.
- e = represents the acceptable limit of sampling error, which generally ranges from 1% (0.01) to 9% (0.09), where 5% (0.05) is the standard value used in research.

For this reason, the minimum sample required was 665 survey respondents, with a margin error of 5%, a trustworthiness level of 99% and a heterogeneity of 50%.

The sampling technique established was simple random sampling in order to ensure that all individuals that comprise the population have the same opportunity to be part of the sample (Otzen T, et. 2017), thus allowing an open sample in terms of social status, age and gender.

3. Result

Overall, a total of 667 survey respondents completed the survey. This took place from September 8-25, 2020 in the main cities of the country, particularly on Distrito Nacional, Greater Santo Domingo, Santiago, La Vega, Azua and La Romana.

During the collection of general data, we obtained the following variables: age, gender, number of household members and social class of the population under consideration.

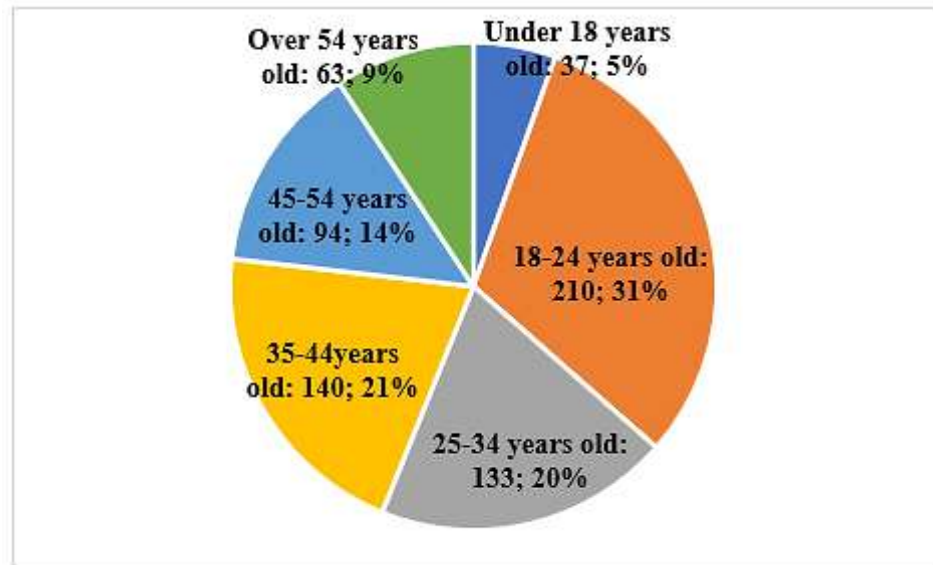


Figure 1. Age range and its results.

The age range of survey respondents is seen in Fig. 1, where the age of the total population surveyed is quite diverse ranging from under 18 to over 54 years old. The highest range belongs to the 18-24 segment (31%) of the surveyed population, which has allowed us to understand the current status of the student population, whose majority is still attending college online. The second highest range belongs to the 35-44 age group (21%). This population has perceived the current situation from a different perspective, being young adults with certain social responsibilities such as working onsite under a strict protocol due to COVID-19, as well as fulfilling obligations related to the household and other household members.

Results showed that the highest percentage of survey respondents were female accounting for 61% and the remaining 39% were male. By correlating the age ranges with genders, we noticed that the highest percentage of survey respondents were female, wherein 22% belong to the 18-24 age group and 14% to the 35-44 segment. Men accounted for 10% in the 25-34 age group and 9% in the 18-24 range.

The household is a relevant factor, where the number of household members is highly significant. Results indicated that the highest percentage of the surveyed population live in households with 3 to 4 members (49%). According to results published by the National Office of Statistics (ONE, for its acronym in Spanish), after completing a survey on Dominican households, it was determined that *“40.4% of households are comprised of 2-3 members, while 31.7% has 5 members, averaging on 3.3 members per home in 2016”* (ONE, 2018).

The hierarchy of social stratification within the Dominican population is defined, mostly, by socioeconomic groups seen as the lower, middle, upper-middle and upper classes. Wherein, the majority of survey respondents, that is, 66%, considered themselves to be part of the middle class. Followed by 24% who stated belonging to the upper-middle class. These were the two socioeconomic groups most prevalent in the study.

Upon analyzing social classes and the number of household members, we were able to determine that middle and upper-middle groups are comprised by 3-4 household members, accounting for 46% of survey respondents (Fig. 2). While 26% of survey respondents accounted for middle and upper-middle class homes with 5 or more household members. And 19% of the middle and upper-class homes have 1-2 members per household. In contrast, out of the 6% of survey

respondents accounting for the lower class, 3% reported having 3-4 household members. While 2% accounted for the upper class. Therefore, the sampling majority belongs to the middle and upper-middle class with structured families of 3 or more members per household.

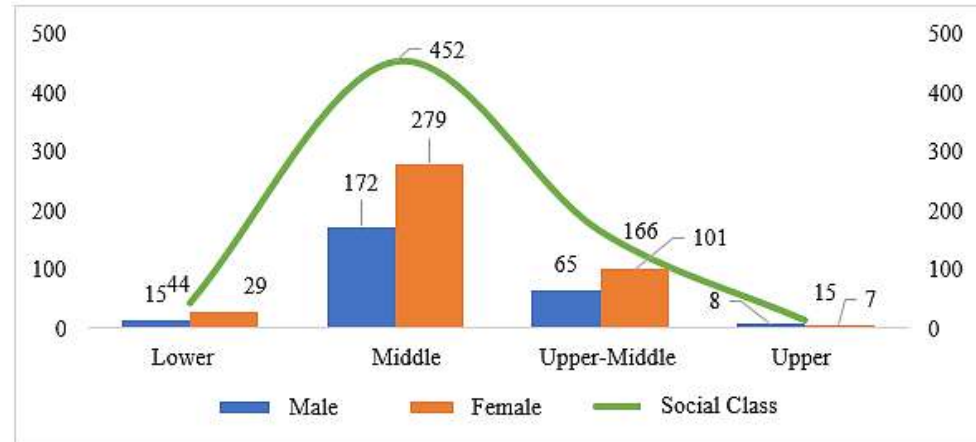


Figure 2. Social class of survey respondents in relation to gender

Final results showed that the highest percentage of survey respondents belongs to the middle and upper classes of the population, being the middle class the most prevalent with households of 3 or more members, while taking into account that the majority of respondents are female.

3.1 Healthcare Aspects

Our research has attempted to collect data on the effects impacting the Dominican population in terms of family life during the COVID-19 pandemic. The perception of the population regarding the evolution of this virus in our country has been one of high interest. The SARS-CoV-2 virus which causes the coronavirus disease – an acute and infectious respiratory condition, mainly known as COVID-19, has affected the world in a disproportionate manner (Ren LL, et. 2020; Beeching N,et. 2020). An unfamiliar disease prior to December 2019, when a group of patients with pneumonia of unknown cause were linked to a seafood marketplace in the province of Hubei in the city of Wuhan, China (Zhu N, et. 2020). Ever since then, this disease has widely spread in humans while crossing borders and causing respiratory, enteric, hepatic and neurological conditions, threatening healthy adults and elderly individuals with preexisting conditions (Surveillances V., 2020)

The easiness and efficiency through which this disease can be transmitted has enabled it to spread quickly in many different countries. The infection rate of the virus is exponential where one infected person can transmit the disease to two or three people. There is also strong evidence that it can be spread by people with mild symptoms or even those who are asymptomatic (Hoehl S., et., 2020; Gates B.,2020). In order to determine whether you are a carrier of the virus, the individual must get one of the two COVID-19 tests available: The Antigen Rapid Test or the Polymerase Chain Reaction (PCR) Test.

According to our collected data, 29% has been tested for COVID-19, while the remaining 71% has yet to be tested. Similarly, 22.5% of the surveyed population presented COVID-19 related symptoms, while 77.5% were asymptomatic. This, in turn, opens a gap of uncertainty and questions (Fig. 3), such as: How many could be asymptomatic? How many are not aware that they are carrying the virus since there was no massive testing to determine the percentage of the infected population nationwide?

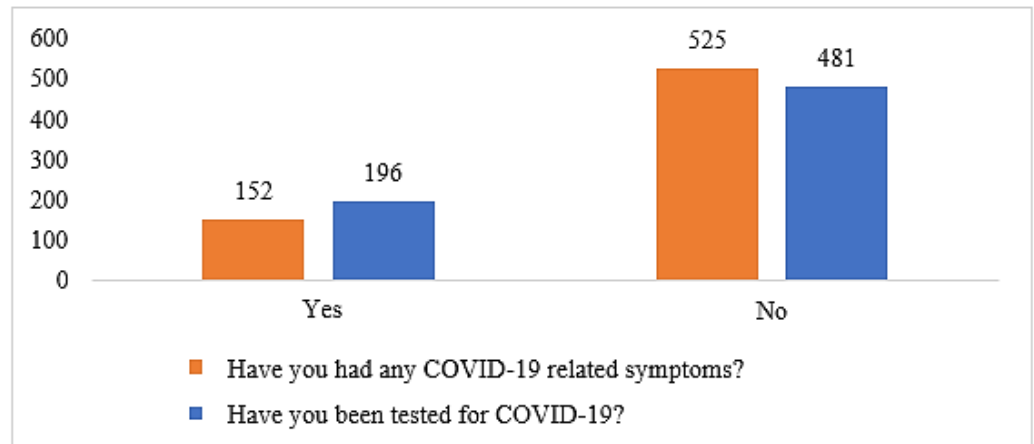


Figure 3. COVID -19 and its connection to the health of survey respondents

Out of the 29% of tested individuals, only 19.2% came back negative, 4.7% were inconclusive and 5% tested positive to COVID-19. Out of the 5% of survey respondents that tested positive, 3% were middle class, 1% was upper-middle class and the remaining 1% was lower class.

Upon analyzing the results from a social stratification perspective, the asymptomatic majority (359 survey respondents) were middle class. Furthermore, Fig. 4(a) shows the middle class as the group with the highest incidence of symptoms (93 survey respondents). It should be noted that the majority of the surveyed population declared themselves as middle class. By visualizing this information from a percentage and proportional point of view regarding the number of surveys obtained from each social class, as seen on Fig. 4(b), we can determine that the lower class is the socioeconomic group with the highest incidence of COVID-19 related symptoms accounting for 32%, followed by the upper middle class with 26%.

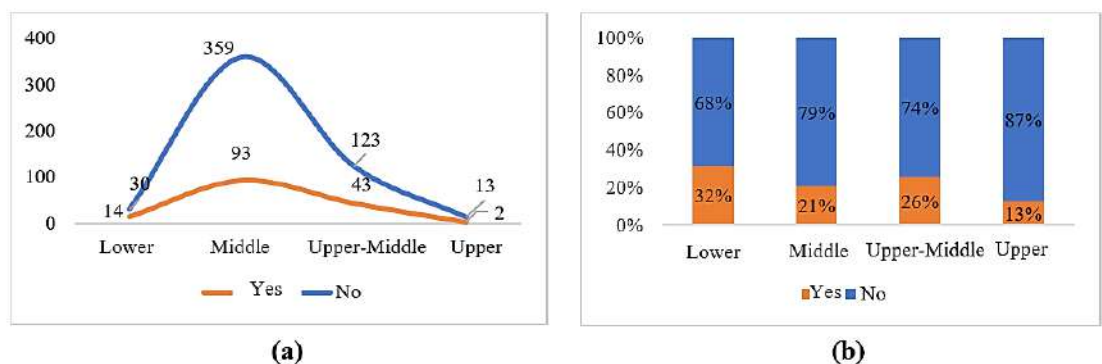


Figure 4. Have you had any COVID-19 related symptoms? Shown per social class.

However, 64.4% of the surveyed population is unaware of their actual health status since they are asymptomatic and believe that they do not need to get tested. It should be noted that given the current situation, there is a scarcity of tests, mainly in countries with limited resources (Matos J., 2020; Vidal Rodríguez T., 2020) resulting in inaccurate statistics regarding the number of cases nationwide (Morel MT, 2020). While increasing the level of concern in many countries without access to testing.

Other questions asked were if any household members had tested positive to COVID-19 and if any household member had died from the disease (Fig. 5). The responses showed that 99.1% had not experienced any death due to COVID-19 within the household, which accounted for 671 survey

respondents. Unfortunately, 0.9%, that is, 6 respondents, had lost a relative due to the COVID-19 virus. On the other hand, 11.2% tested positive out of the remaining 88.8% who reported that no other household member tested positive to the virus.

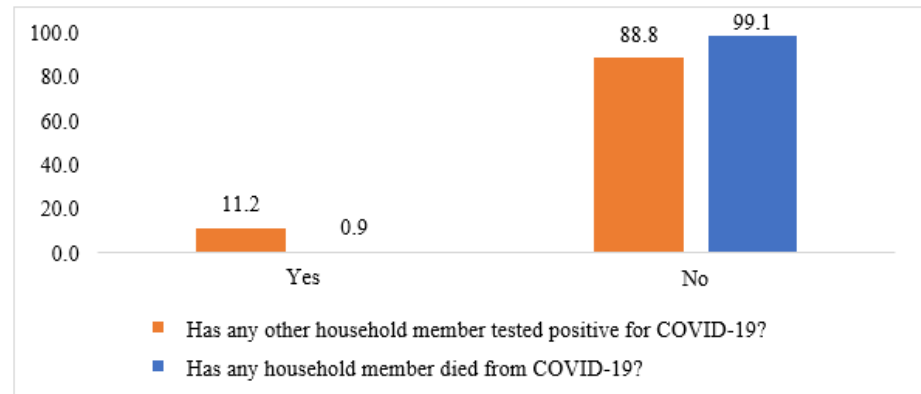


Figure 5. Results for some of the questions asked in the COVID-19 survey.

The Ministry of Public Health (MSP, for its acronym in Spanish) reported back on November 1 of 2020 during news bulletin number 228 (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2020) that the average positivity rate nationwide was 10.26% accounting for a total of 602,101 analyzed samples.

In contrast, the data from news bulletin number 144, (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2020) issued on August 9 of 2020, showed that the positivity rate nationwide was 34.22% for a total of 297,492 analyzed samples.

By comparing news bulletins 144 and 228, we see a declining positivity rate. If we take into account the results of the household members that tested positive, said 11.2% is strongly connected to news bulletin 228, which in turn, allows us to conclude that the positivity rate is low in terms of the samples analyzed in this survey.

3.2 Digital Divide Aspects

The increasingly changing technologies have impacted citizens in all aspects of life, even more so, in situations as the current one, where they have become the backbone and resolve at work, school and leisure. In many households, this has served as the only way to stay connected with friends and family. But the main issue faced by many inhabitants in this country, is the digital divide the Dominican Republic is in.

In 2015, the National Office of Statistics (ONE, for its acronym in Spanish) completed the “National Survey of Multipurpose Households (ENHOGAR, for its acronym in Spanish)” (Informe general, 2022). For this study, 31,927 households were selected from 23,646 urban areas and 8,281 rural areas. The main results of this study concerning technology and other aspects related to our research are seen in Fig. 6.

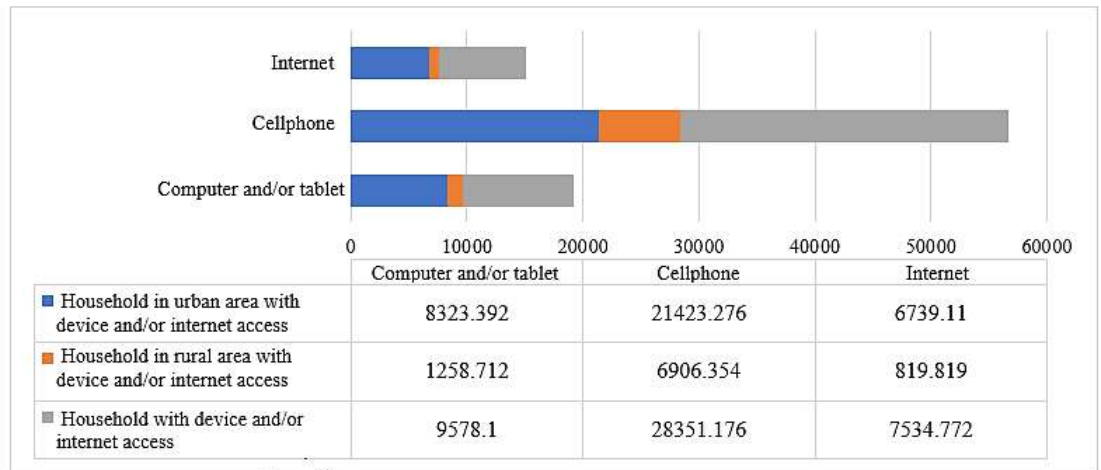


Figure 6. Households by media trends and access to Information and Communications Technology (ICT). Source: (Informe general, 2022)

The figure above shows that despite 88.8% of survey respondents having access to a cellphone, only 23.6% of households have internet access. This difference is even more pronounced when analyzed by residential area (Fig. 6). This indicates that the effect of the digital divide goes beyond the personal and social development of the population, since it also creates new socioeconomic divisions while intensifying the existing ones and preventing them to benefit from the use of these technologies in their daily lives (Cañón R., 2016)

This research showed that 97.5% (657) of the sampling owns a smartphone, 40.4% (272) owns a tablet or iPad and 81.2% (547) of survey respondents have a computer or laptop. These findings are corroborated by the 2015 National Survey of Multipurpose Households (ENHOGAR, for its acronym in Spanish), wherein the respondents had the necessary equipment to cover their technological needs.

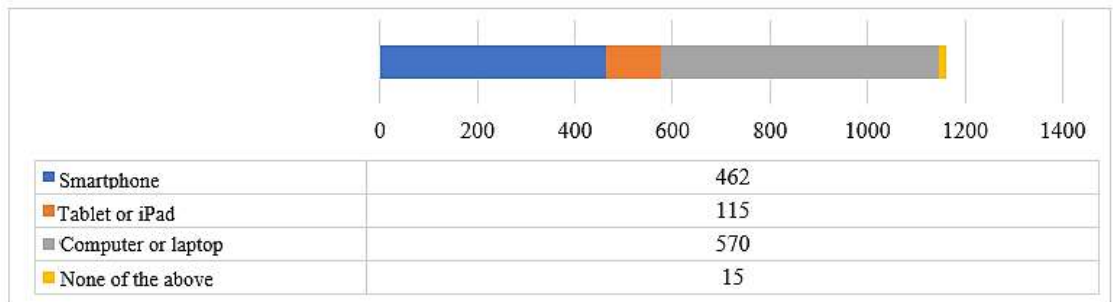


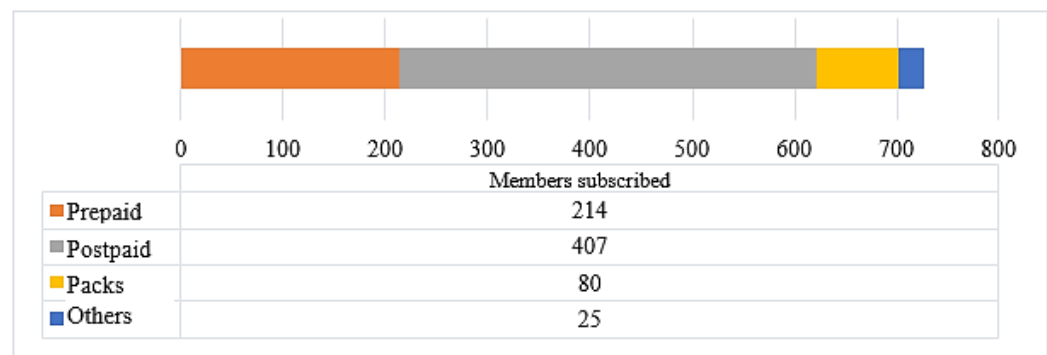
Figure 7. Individuals that use electronic devices for telecommuting and/or academic activities

In regards to telecommuting and/or academic activities (Fig. 7), 49.1% (570) use a computer or laptop for these purposes, and from this group, 38% (215) owned more than two computers or laptops, from which 92% (208) lived in households with three or more members (Table 3). This shows that there would be sufficient devices to undertake both tasks simultaneously.

Table 3. Ratio between the Number of household members and the number of computers.

Number of household members	One computer or laptop	Two computers and/or laptops	More than two computers and/or laptops	Neither a computer nor a laptop	Total
1 to 2 members	65	53	17	11	146
3 to 4 members	125	80	110	19	334
5 or more members	29	57	98	13	197
Total	219	190	225	43	677

Now, unlike the 2015 National Survey of Multipurpose Households, our study showed that all members had internet access in different ways (Fig. 8) wherein the postpaid service plan was prevalent accounting for 60.1% (407), this in turn is compared with the 93.5% (633) that belong to the middle, upper-middle and upper classes.

**Figure 8.** Number of members per type of internet service

Another element evidenced in the results is that 12 respondents hired a prepaid plan and subsequently needed to purchase additional data through a packs format. Table 4 shows this additional data purchasing format, which is the most common amongst the middle class, accounting for 7.7% (52) and 3% (20) in the lower class.

Table 4. Correlation between social status and internet service plans in the Dominican Republic

Social Class	Internet Service Plans				Total
	Prepaid	Postpaid	Packs	Others	
Lower	8	13	20	3	44
Middle	136	288	52	15	452
Upper-Middle	62	102	6	6	166
Upper	8	4	2	1	15

The internet quality and speed reported by respondents ranged between a mean of 2.7 and 2.8 using a scale where 1 is inadequate and 5 is very adequate. This showed that users understand that their internet service quality and speed are within the normal and slightly adequate ranges (Table 5).

Table 5. Perception of users regarding their internet service quality and speed

Item	Mean	Std. Dev.
Internet quality in the household	2.70	0.999
Internet speed in the household	2.83	1.033

Furthermore, 74% (502) of respondents with prepaid and postpaid service plans reported that their internet service quality ranged from normal to very adequate, while 68% (458) said their internet service speed was within these parameters (Table 6).

Table 6. Correlation between the internet service quality in the household and the type of internet service plan

Perception	Type of internet service plan							
	Prepaid		Postpaid		Packs		Others	
	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S
Very adequate	20	17	58	48	9	5	3	2
Adequate	62	60	113	119	11	11	8	4
Normal	90	79	159	135	31	30	12	14
Slightly adequate	30	46	70	91	24	27	1	4
Inadequate	12	12	7	14	5	7	1	1

Q: Service Quality, S: Service Speed

As see on Table 7, 52% (262) of respondents that believe their internet service ranges from normal to very adequate use a fiber optic internet connection. In regards to the latest network generation, only 5% (40) receive 5G. This situation concerning internet service quality and speed goes beyond the need for telecommuting and/or academic activities. It became a state policy after President Luis Abinader issued decree 539-20, which sets forth in its 1st article that “it shall be of high interest nationwide the essential right to universal broadband internet access of the latest generation and the productive use of Information and Communication Technologies (ICT)” (Abinader L., 2020). This means that in spite the significant digital divide in our country, the Dominican government has the intention to improve this situation.

Table 7. Correlation between the internet service speed received and the type of connection technology.

Perception	Type of internet connection technology					Total
	Fiber optic	ADSL	4G	5G	unknown	
Very adequate	49	3	21	9	2	70
Adequate	115	15	73	4	2	185
Normal	98	26	129	11	9	243
Slightly adequate	42	20	79	10	7	147
Inadequate	10	6	22	6	1	32

3.3 Household Aspects

The COVID-19 pandemic has led us to analyze and rethink the main factors or those that usually predominate when it comes to choosing a home. The workplace, location of the best Schools as well as pricing and safety are major influencers when choosing a home (Wang K, et. 2020; Nielsen P v,2021). During the past year, these factors have not been key since we have been forced to continue

these activities from home. But what happened with the population that did not consider space, ventilation and even access to fresh air or recreation when choosing their home? (Sun C, et. 2020). Where the economic factor and accessibility to work and/or school areas have always prevailed. With this in mind, we completed a survey in the Dominican Republic with the intent of highlighting these variables as well as others that do not depend solely on us, such as continuous access to electricity and internet speed and quality required to fulfill the roles that were previously carried out from businesses and institutions.

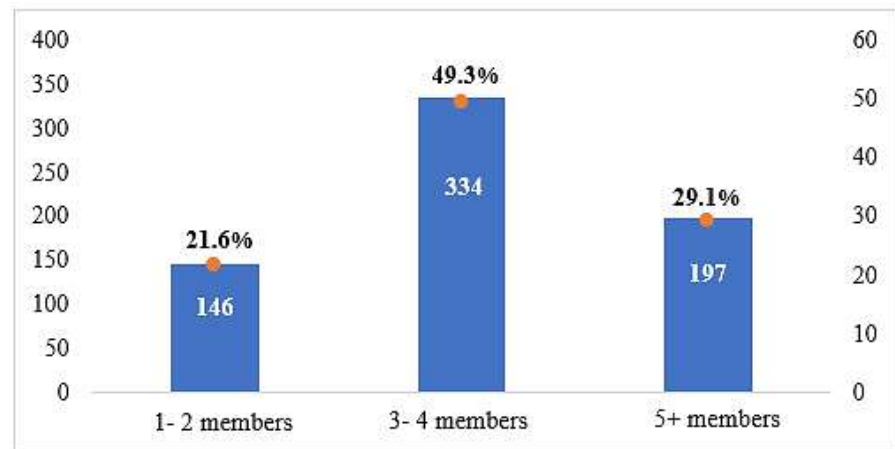


Figure. 9. Number of household members.

According to the National Office of Statistics (ONE, for its acronym in Spanish), the current census of the Dominican population is approximately of 11,159,885 inhabitants (Oficina Nacional de Estadísticas, 2012). Where most households have 3-4 members accounting for 49.3% (334), followed by larger households with 5+ members with 29.1% (197) and a minority of 21.6% (146) of smaller households with 1-2 members (Fig. 9). This could result in overcrowding situations as a potential issue, provided that a dignified and ample space was not considered for the household.

The XI National Census of the Population and Household in the Dominican Republic carried out in 2010, (Oficina Nacional de Estadísticas, 2012) established two types of households which are presented in the structural map of the country as follows: independent house, apartment, single room or back area and ravine. In the sample collected for household aspects, approximately 677 households were represented. As seen on Fig. 10, the highest percentage was for apartments accounting for 54.1%, and independent houses in second place with 44.3% of the sample. It should be noted that these two large household groups have spaces with outdoor access which serve as an escape from the dwelling. Another highlight is that 97% of apartments have a balcony, 61.67 have access to the roof of the building, leaving only 29.33% without any type of outdoor access other than the windows. The data also showed that many apartments have both balcony and roof access, which allowed for different leisurely alternatives.

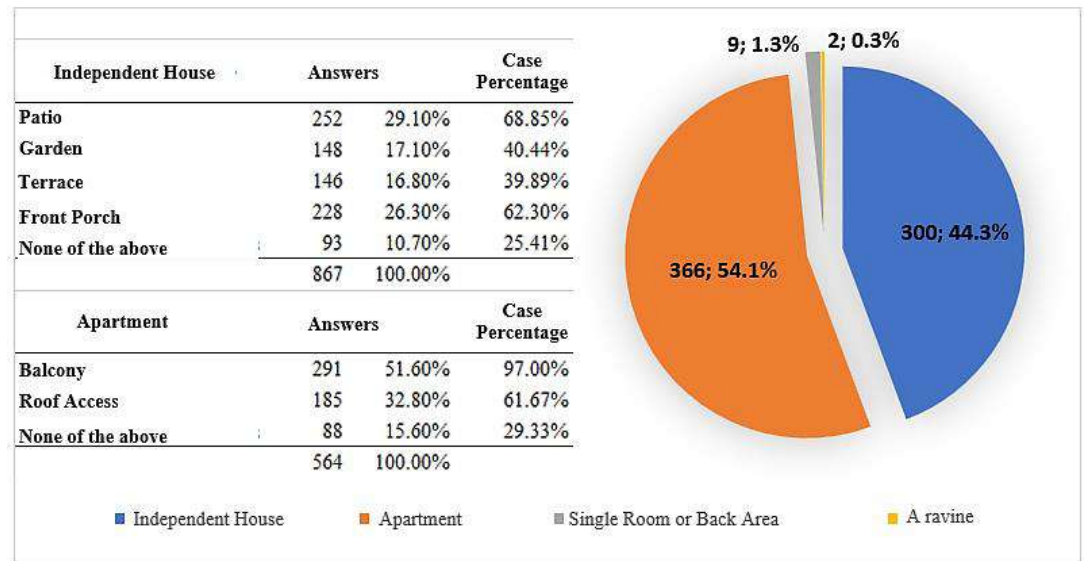


Figure 10. Types of households and their spaces with outdoor access

On the other hand, Fig. 10 shows how many independent houses include various spaces with outdoor access. Wherein 68.85% of survey respondents reported having a patio, 62.3% have a front porch and 40.44% a garden, while 39.89% have access to a terrace, leaving only 25.41% without any outdoor space available.

Going back to the overcrowding factor, which, according to the National Office of Statistics (ONE, for its acronym in Spanish), is defined as the condition in which there is an overpopulation of individuals living under the same living quarters which are deemed small in terms of the amount of individuals living in it; it is calculated by dividing the number of individuals living at home by the amount of bedroom available (MEPyD, 2018). The data collected shows that households in our country usually have 3 bedrooms (363;53.6%) (Fig. 11) and are mostly comprised by 3-4 household members (334;49.3%) (Fig. 9). This denotes a close correlation between the number of people and the number of bedrooms available and how in our country the overcrowding factor is still within acceptable levels.

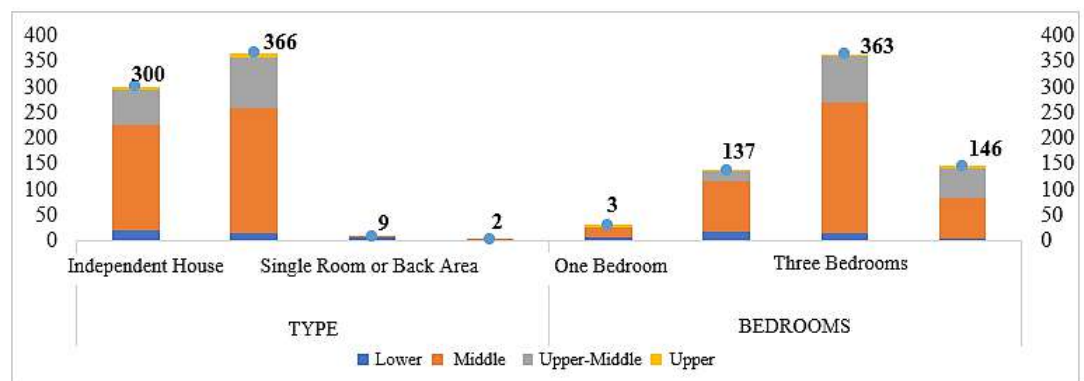


Figure 11. Number of households per type and number of household members.

Another important aspect is how the members feel living in their households. For this reason, we asked about their perception using a scale ranging from adequate to inadequate living spaces. The highest percentage (36.8%) was seen for adequate households, followed by those that deemed it as normal (31.6%) and the respondents who have a high perception of their homes reaching 25.4% for

very adequate (Table 7). A total of 93.8% respondents considered their living spaces as acceptable, leaving 6.2% feel discontent. The acceptance levels regarding ventilation were labelled as normal by most (34.7%), however we left this at the discretion of the respondent.

The household members that do require to work from home and fulfill their occupational duties via telecommuting account for 64.3%, while a minority of 35.7% are not required to work from home. Considering the results shown in Fig. 12, where the socioeconomic class and telecommuting are correlated, it is seen how the middle class is the most benefitted with the autonomy to work from home (300 survey respondents) followed by the upper middle with 103 respondents.

Table 8. Perception of members regarding their household spaces

Perception	Overall space		Ventilation		Workspace	
	Qty.	%	Qty.	%	Qty.	%
Very adequate	172	25.4	170	25.1	96	14.2
Adequate	249	36.8	217	32.1	178	26.3
Normal	214	31.6	235	34.7	251	37.1
Slightly inadequate	38	5.6	49	7.2	135	19.9
Inadequate	4	0.6	6	0.9	17	2.5

Another key factor in this situation is using households as a workspace, which needs to meet or at least appear comfortable for users. Numbers showed that 14.2% deemed their spaces as very adequate, while 26.3% said it was adequate and 37.1% as normal. Only 22.4% stated being discontent, wherein 19.9% said it slightly inadequate and 2.5% reported it was inadequate (Table 8). It is important to clarify that survey respondents had an adequate home to live, but when their homes also become their workspace, it ceases to be adequate.

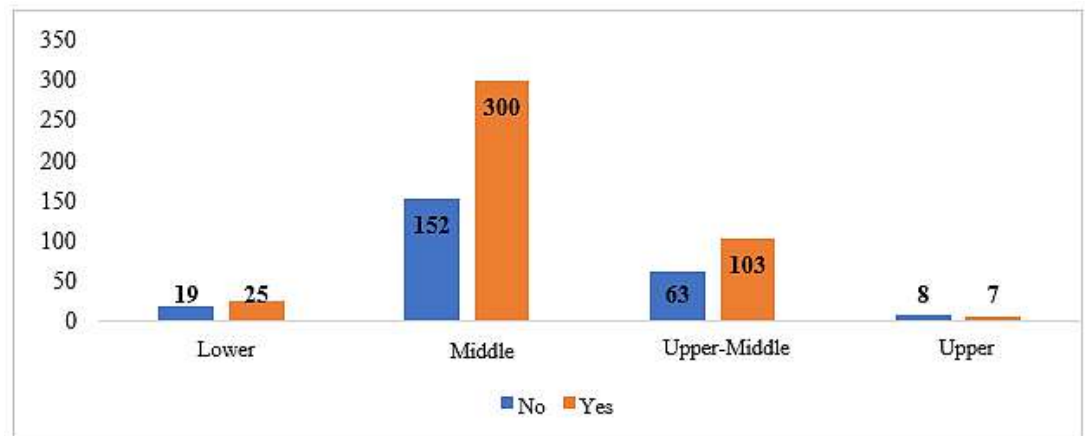


Figure 12. Telecommuting per socioeconomic class.

3.4 Electricity in Dominican households

The economic impact caused by the COVID-19 pandemic is unprecedented. As Gita Gopinath, Chief Economist of the International Monetary Fund (IMF), puts it “the speed in which it has impacted the economy in such a short amount of time is unprecedented (...) it is stronger in terms of magnitude that the global financial crisis from a decade ago.” The economic crisis induced by COVID-19 decreased the electricity demand in all countries and the Dominican Republic is not the exception (Troncoso MR.,2020)

Even during these times, our country does not have a full uninterrupted electricity supply (Gómez F., 2015). There are also discrepancies with the fixed electricity rates, (Actis JL, 2014) which leads to question: Has the COVID-19 pandemic had any influence over power outages? Some of the complaints published by national newspapers showed that electricity users reported outages lasting over 20 hours a day, (Tejeda L., 2020; Silvestre S., 2020) which affected the work and remote learning processes of the Dominican population.

The data collected on Fig. 13 regarding the residential electricity bill, indicated that 37.5% of survey respondents argued that their electricity bills have increased by 10-30%. While 24.8% reported that the total percentage of their bill is higher, having increased by 40-60%, and 8.9% said that the increase was by 70-90%, with a 10.5% indicating that the bill increase has doubled (100%) in the past 3 months. By taking an overview we can appreciate that 81.7% saw an increase in the electricity bill, 16% stated that no changes were seen and 2.1% considered that their bills have decreased in comparison with the electricity bills received prior to the pandemic.

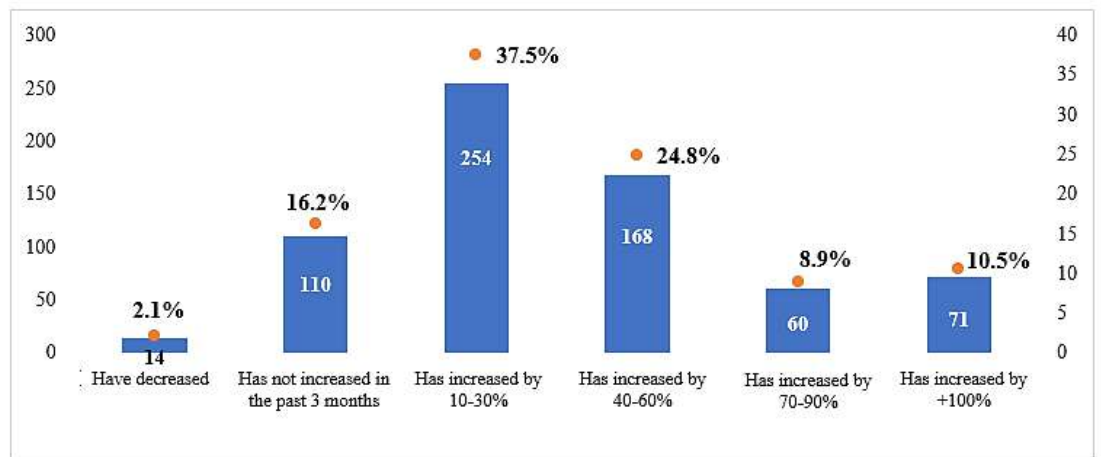


Figure 13. Electricity bill for the household

It should be noted that Table 9 shows how the middle class continues to be most affected socioeconomic class in terms of electricity bills. Up to 167 middle-class homes reported increases by 10-30% while 120 households reported higher electricity bills by 40-60%.

Table 9. Electricity bill in terms of socioeconomic class.

Social Class	Decreased	Has not increased in the past 3 months	Has increased by 10-30%	Has increased by 40-60%	Has increased by 70-90%	Has increased by +100%
Lower	2	12	11	11	5	3
Middle	4	75	167	120	38	48
Upper Middle	8	22	67	35	16	18
Upper	0	1	9	2	1	2

Concerning power outages, 39.9% of the population reported an increase while 38% said they remained the same as prior months, 9.5% did not report any outages and 12.7% argued that they had decreased (Fig. 14).

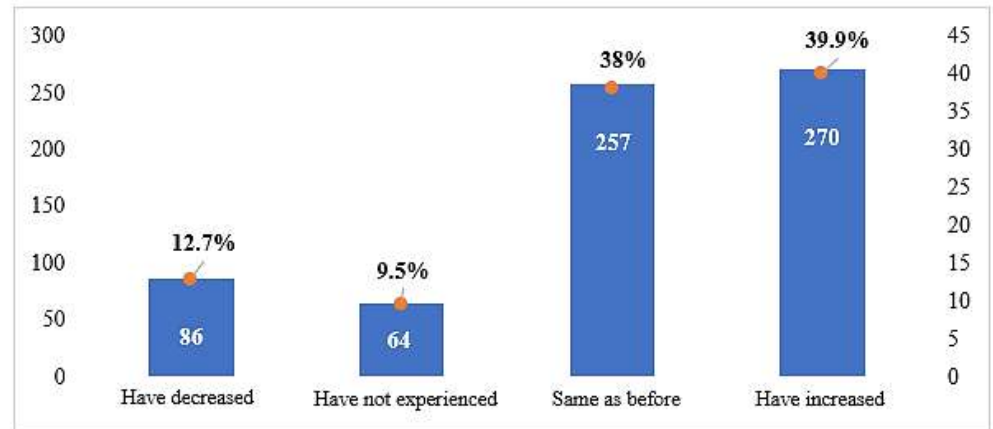


Figure 14. Power outages.

It is unsettling how, even though both professional and education tasks are being carried out from home, where electronic devices are key to fulfill these roles, which require electricity to be operated, as well as the internet connections, the power outages not only remain a constant but have also increased.

Given that work and schooling duties have been brought home, a considerable increase in the energy consumption of households is to be expected. Similarly, a decrease on the electricity demand within the commercial and industrial sector is also normal since many of these have been closed as part of the preventive measures against the spread of COVID-19 (Troncoso MR., 2020). However, this does not justify the increase of power outages, provided that the network is geared not to supply the required demand in larger urban areas of the country. This is something that needs to be analyzed for similar situations in the immediate future.

4. Conclusions

In order to gather the opinions of the Dominican population regarding their current living situation during the COVID-19 global pandemic, a survey was completed to collect data on healthcare, digital divide and household aspects, in addition to the general information of survey respondents. With a sampling of 667 respondents nationwide, which exceed the sampling universe required for the Dominican population, we reached the following conclusions in terms of the proposed aspects.

The study results on the Dominican population showed that a higher percentage of respondents considered themselves to be part of the middle class (66%). While obtaining a higher response percentage from females (61%) than males (39.9%).

From a healthcare perspective, 77.5% of the population has not been affected by the virus reporting no symptoms, although there exists the possibility that they are asymptomatic. It should be noted that the scarcity of tests in the country could limit the reach to a higher percentage of the population. Only 29% of survey respondents were tested for COVID-19, wherein 19.2% tested negative, 4.7% received inconclusive results and 5% tested positive.

In regards to the digital divide, results showed that individuals have the necessary equipment for telecommuting and academic activities. However, 83% reported a growth in power outages which directly affects their performance. Another important aspect directly affecting online social activities, work and study during the pandemic is internet quality and speed. User satisfaction ranged from normal to slightly acceptable wherein social status was a key factor. This shows that a significant divide in terms of technology continues to exist among social classes.

It should also be mentioned that all survey respondents in our sampling had internet access, which is not an accurate representation of the reality in the Dominican Republic. National surveys have shown how 11% of individuals with internet service live in rural areas. This reflects a great inequality that, directly or indirectly, makes a difference during the pandemic in terms of access to a dignified education and being able to effectively work from home.

The survey showed how in the Dominican Republic there is a low level of overcrowding since most households are comprised by 3 to 4 members (49.3%), in residential buildings with 3 bedrooms (53.6%). Apartments (54.1%) are the predominant type of household amongst the respondents, while independent houses account for the second highest group of the sampling (44.3%). Other highlights worth mentioning are that 97% of apartments have a balcony, 61.67% have roof access while 29.33% have no type of outdoor access in addition to household windows. Similarly, 68.65% of independent houses have a patio, 62.3% have a front porch, 40.44% have a garden and 39.89% have access to a terrace. This improves wellness conditions under home confinement.

Nevertheless, families believe that their homes are adapted for normal living, but with the confinement, said adaptation is no longer suitable since it does not provide full adequacy for telecommuting. The household members required to work from home Account for 64.3%. While the perception of users regarding workspace in the household in terms of having the necessary comfort is said to be very adequate by 14.2%, adequate by 26.3% and normal by 37.1%.

If we breakdown the electricity rates from the past few months, 81% argued that there has been an increase, while 16.2% reports it is the same and 2.1% said it has decreased in comparison to their electricity bills issued prior to the pandemic. As per power outages, 39.9% of the population considers they have soared, 38% believes they are about the same as previous months, 9.5% reported not having experienced any and 12.7% argued they have decreased.

Author contributions: Y.G.F. and I.C.P. conceived and designed the entire experimental procedure assisted with the planning of the survey and the expert judgment, they also carried out the Drafting-Preparation of the original draft and interpretation of the results, in the same way, they provided constructive instructions on the methodology used for the preparation. G.R.C. worked on the preparation and interpretation of results. All authors contributed equally in the preparation of this manuscript.

Funding: This research received no external funding

Acknowledgments: The authors wish to express their gratitude to the FONDOCyT Research Projects: "Evaluation of the passive thermal behavior of constructive solutions of facades and roofs for traditional houses in tropical climate" TERFaCu (2018-2019-2E3-072), DEREMARA (2016-2017-161) and RENPP (2018-2019-1D3-066), for providing their equipment and software to develop this study.

Referencias

- Abinader L. 539-20.pdf. Santo Domingo; 2020.
- Actis JL. Evaluación de los subsidios en las tarifas eléctricas residenciales en la República Dominicana. Assessment of Subsidies in *Residential Electricity Tariffs in the Dominican Republic Paper*, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, Santiago, Dominican Republic. 2014;
- Acuto M. COVID-19: Lessons for an Urban(izing) World. *One Earth*. 2020;2(4):317–9.
- Aucejo EM, French J, Ugalde Araya MP, Zafar B. The impact of COVID-19 on student experiences and expectations: Evidence from a survey. *Journal of Public Economics*. 2020;191:104271.
- Balanzá-Martínez V, Kapczinski F, de Azevedo Cardoso T, Atienza-Carbonell B, Rosa AR, Mota JC, et al. The assessment of lifestyle changes during the COVID-19 pandemic using a multidimensional scale. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*. 2020;
- Bárcena A. Coyuntura, escenarios y proyecciones hacia 2030 ante la presente crisis de Covid-19. Santiago de Chile: CEPAL. 2020;
- Beeching N; Fletcher TE; Fowler R. Enfermedad de coronavirus 2019 (COVID-19) [Internet]. 2020 [cited 2020 Oct 10]. Available from: <https://bestpractice.bmj.com/topics/es-es/3000168>
- Boletín diario COVID-19 [Internet]. Ministerio de Salud Pública. 2020 [cited 2020 Oct 10]. Available from: <https://www.msp.gob.do/web/>
- Cañón R, Grande M, Cantón I. Brecha Digital: Impacto En El Desarrollo Social Y. *Tendencias pedagógicas*. 2016;115–32.
- D'alessandro D, Gola M, Appolloni L, Dettori M, Fara GM, Rebecchi A, et al. COVID-19 and living space challenge. Well-being and public health recommendations for a healthy, safe, and sustainable housing. *Acta Biomedica*. 2020;91(July):61–75.

- Dorantes Nova JA, Hernández Mosqueda JS, Tobón Tobón S. Juicio de expertos para la validación de un instrumento de medición del síndrome de burnout en la docencia. *Ra Ximhai*. 2016;327–46.
- Empresarial A. en el calendario escolar 2019-2020. 2020;2019–21.
- Gates B. Responding to Covid-19—a once-in-a-century pandemic? *New England Journal of Medicine*. 2020;382(18):1677–9.
- Gómez F, Mora J, Cruz O, Jiménez M, Nova J. Impacto de la crisis eléctrica en la República Dominicana. 2015;
- Hanzl M. Urban forms and green infrastructure – the implications for public health during the COVID-19 pandemic. *Cities & Health* [Internet]. 2020 Jul 27;1–5. Available from: <https://doi.org/10.1080/23748834.2020.1791441>
- Hoehl S, Rabenau H, Berger A, Kortenbusch M, Cinatl J, Bojkova D, et al. Evidence of SARS-CoV-2 infection in returning travelers from Wuhan, China. *New England Journal of Medicine*. 2020;382(13):1278–80.
- Honey-Rosés J, Anguelovski I, Chireh VK, Daher C, Konijnendijk van den Bosch C, Litt JS, et al. The impact of COVID-19 on public space: an early review of the emerging questions – design, perceptions and inequities. *Cities & Health* [Internet]. 2020 Jul 31;1–17. Available from: <https://doi.org/10.1080/23748834.2020.1780074>
- Hu M, Roberts JD, Azevedo GP, Milner D. The role of built and social environmental factors in Covid-19 transmission: A look at America's capital city. *Sustainable Cities and Society*. 2020;102580.
- Husky MM, Kovess-Masfety V, Swendsen JD. Stress and anxiety among university students in France during Covid-19 mandatory confinement. *Comprehensive Psychiatry*. 2020;102:152191.
- Informe General. Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples ENHOGAR-2015 [Internet]. Santo Domingo; 2016 Jul [cited 2022 Jun 27]. Available from: <https://web.one.gob.do/publicaciones/2016/encuesta-nacional-de-hogares-de-propositos-multiples-enhogar-2015-informe-general/?altTemplate=publicacionOnline>
- Jens K, Gregg JS. The impact on human behaviour in shared building spaces as a result of COVID-19 restrictions. *Building Research & Information* [Internet]. 2021 Nov 17;49(8):827–41. Available from: <https://doi.org/10.1080/09613218.2021.1926217>
- Jens K, Gregg JS. The impact on human behaviour in shared building spaces as a result of COVID-19 restrictions. *Building Research and Information*. 2021;49(8):827–41.
- Kearns A. Housing space and occupancy standards: developing evidence for policy from a health and wellbeing perspective in the UK context. <https://doi.org/10.1080/0961321820212024756> [Internet]. 2022 [cited 2022 Mar 6]; Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2021.2024756>
- Lennon M. Green space and the compact city: planning issues for a 'new normal.' *Cities & Health* [Internet]. 2020 Jul 27;1–4. Available from: <https://doi.org/10.1080/23748834.2020.1778843>
- Matos J. Escasez prueba Covid incide baja demanda. *El Dia*. 2020;
- Megahed NA, Ghoneim EM. Antivirus-built environment: Lessons learned from Covid-19 pandemic. *Sustainable Cities and Society*. 2020;61(June):102350.
- Ministerio de Economía P y D (MEPyD);, Oficina Nacional de Estadística (ONE). Metodología para la medición del Deficit habitacional en República Dominicana 2018. Santo Domingo, Rep. Dom.; 2018.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Boletín número 144. Enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19): diagnóstico. Vol. 144. Santo Domingo, República Dominicana; 2020.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Boletín número 228. Enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19): diagnóstico. Santo Domingo, República Dominicana; 2020.
- Morel MT. Escasez de pruebas esconde cifras reales del coronavirus en RD. *El Caribe*. 2020;
- Muñuzuri AP, Otero-Cacho A, Mira J. Ventilation time recommendation system incorporating local meteorological data. *Indoor and Built Environment* [Internet]. 2022 Apr 15;31(5):1418–37. Available from: <https://doi.org/10.1177/1420326X221081738>
- Nielsen P v, Xu C. Multiple airflow patterns in human microenvironment and the influence on short-distance airborne cross-infection – A review. *Indoor and Built Environment* [Internet]. 2021 Oct 4;31(5):1161–75. Available from: <https://doi.org/10.1177/1420326X211048539>
- O'Brien W, Yazdani Aliabadi F. Does telecommuting save energy? A critical review of quantitative studies and their research methods. *Energy and Buildings*. 2020;225:110298.
- Odriozola-González P, Planchuelo-Gómez Á, Irurtia MJ, de Luis-García R. Psychological effects of the COVID-19 outbreak and lockdown among students and workers of a Spanish university. *Psychiatry Research*. 2020;290:113108.
- Oficina Nacional de Estadísticas. Informe general del IX censo nacional de población y vivienda 2010. 2012.
- ONE. Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples 2016. Oficina Nacional de Estadísticas de la República Dominicana. 2018. 1–35 p.
- Otzen T, Manterola C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*. 2017;35(1):227–32.
- Pombo A, Luz C, Rodrigues LP, Ferreira C, Cordovil R. Correlates of Children's Physical Activity During the Covid-19 Confinement in Portugal. *Public Health*. 2020;
- Porto Valente C, Morris A, Wilkinson SJ. Energy poverty, housing and health: the lived experience of older low-income Australians. *Building Research and Information*. 2022;50(1–2):6–18.
- Presidencia de la República Dominicana. Decretos [Internet]. 2020 [cited 2020 Oct 10]. Available from: <https://presidencia.gob.do/decretos>
- QuestionPro Software de Encuestas. ¿Cómo determinar el tamaño de la muestra de una investigación de mercados? [Internet]. 2020 [cited 2020 Oct 20]. Available from: <https://www.questionpro.com/blog/es/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra/>
- Ren LL, Wang YM, Wu ZQ, Xiang ZC, Guo L, Xu T, et al. Identification of a novel coronavirus causing severe pneumonia in human: a descriptive study. *Chin Med J (Engl)*. 2020;
- Saroglou T, Itzhak-Ben-Shalom H, Meir IA. Pedestrian thermal perception: studies around two high-rise buildings in the Mediterranean climate. *Building Research and Information*. 2022;50(1–2):171–91.
- Silvestre S. Quejas por alta facturación de energía no cesan en Edes. 2020 Aug 31;

- Spiegel MR, Stephens LJ. Estadística. 4a ed. Mcgraw-Hill Interamericana.; 2009.
- Sun C, Zhai Z. The efficacy of social distance and ventilation effectiveness in preventing COVID-19 transmission. *Sustainable Cities and Society*. 2020;62:102390.
- Surveillances V. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19)—China, 2020. *China CDC Weekly*. 2020;2(8):113–22.
- Tejeda L. Usuarios del servicio eléctrico reportan apagones de más de 20 horas. *Listin Diario*. 2020;
- Troncoso MR. Efectos del COVID-19 en el Sistema Eléctrico. *Acento*. 2020 Apr 18;
- V AAR, R V, Haghighat F. The contribution of dry indoor built environment on the spread of Coronavirus: Data from various Indian states. *Sustainable Cities and Society*. 2020;62:102371.
- Vidal Rodríguez T. Sigue tumulto en Laboratorio Nacional por escasez insumos pruebas covid-19. *El Nacional*. 2020;
- Voitsidis P, Gliatas I, Bairachtari V, Papadopoulou K, Papageorgiou G, Parlapani E, et al. Insomnia during the COVID-19 pandemic in a Greek population. *Psychiatry Research*. 2020;289:113076.
- Wang K, Ozbilen B. Synergistic and threshold effects of telework and residential location choice on travel time allocation. *Sustainable Cities and Society*. 2020;63:102468.
- Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *New England Journal of Medicine*. 2020 Jan 24;382(8):727–33.

Futuro Caribe: Una visión prospectiva dentro de la Construcción del Espacio Caribeño

Future Caribbean: A prospective vision within the Construction of the Caribbean Space

Cristina Pérez Collado¹, Cindy Sánchez Tabar², Rubén Hernández Fontana³

¹ Shearly Investments; cristinapcollado@gmail.com; Santo Domingo, República Dominicana

² Banco Central de la República Dominicana; cindysanchezt@gmail.com; Santo Domingo, República Dominicana

³ Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña; rh700@unphu.edu.do; Santo Domingo, República Dominicana

Resumen: El Caribe insular, definido como un crisol cultural en donde históricamente se han superpuesto capas de culturas y razas en una fricción constante, encuentra un punto de inflexión determinante al entrar el siglo XXI e iniciar el milenio. El aceleramiento de la globalización de las tecnologías digitales, que deviene en variaciones de carácter disruptivo como la inteligencia artificial y la singularidad tecnológica, dan mucho que ponderar. Considerando que el Caribe, rico en naturaleza y paisaje deberá garantizar salud, educación y riqueza, en una región en la cual el cambio acelerado y traumático siempre ha estado presente. Miramos así a través de una narrativa prospectiva, elementos que nos pueden ayudar a describir y reescribir un futuro Caribe, sobre la construcción del espacio cultural caribeño, la cultura de sus habitantes y sus características únicas.

Palabras claves: Caribe, Paisaje, Tecnología, Inteligencia Artificial, Globalización, Cultura.

Abstract: The insular Caribbean, a cultural melting pot where layers of cultures and races have historically overlapped in constant friction, finds a decisive turning point as the 21st century enters and the millennium begins. The acceleration of the globalization of digital technologies, which leads to disruptive variations such as artificial intelligence and technological singularity, gives a lot to ponder. With these elements, a prospective narrative to illustrate, as well as conclude in, a possible Caribbean Future. Considering that the Caribbean, rich in nature and landscape, must guarantee health, education, and wealth, in a region in which accelerated and traumatic change has always been present. We thus look through a prospective narrative, elements that can help us describe and rewrite the future Caribbean, about the construction of the Caribbean cultural space, the culture of its inhabitants, and its unique characteristics.

Keywords: Caribbean, Landscape, Technology, Artificial Intelligence, Globalization, Culture.

Citación: Pérez Collado, C.; Sánchez Tabar, C.; Hernández Fontana, R. Futuro Caribe: Una visión prospectiva dentro de la Construcción del Espacio Caribeño. *Entrópico* 2022, 0. <https://doi.org/10.33413/eau.2022.225>

Editor académico: Heidi De Moya Simó y Gilkauris Rojas Cortorreal

Recibido: 2 octubre 2022

Aceptado: 25 octubre 2022

Publicado: 14 noviembre 2022



Copyright: © 2022 por los autores. Enviado para una posible publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

1.1 Caribe Insular

El Caribe insular se constituyó, desde sus inicios, en un territorio de tránsito y acción. La condición antagónica paso-permanencia les ha otorgado una lectura interesante con respecto a otras regiones del mundo. La dinámica histórica hizo del Caribe post 1492 un lugar de convergencias: razas y culturas tuvieron un encuentro obligatorio dada su condición geográfica antillana.

Dentro de la acción-fricción incesante al cual está sometido el Caribe, se ha producido una amalgama real de culturas y etnias, caracterizada por su pluralidad, constituyéndose en un territorio ideal en donde podemos estudiar el tránsito sin tiempo de una cultura de carácter local a una cultura de

carácter global. Dejamos en este punto y en lo adelante definido “lo caribeño” como todo aquello perteneciente o relativo a la región del caribe y sus habitantes.

El Caribe es diverso y plural, aquí subyace su singularidad, su originalidad: es más actual de lo que en una vista rápida es percibido. El Caribe contiene combinaciones de posibilidades infinitas, de expresión y estructuración espacial. El análisis de los diferentes elementos a estudiar y la manera de estos relacionarse, pueden darnos pautas de hacia dónde puede estar dirigido el futuro de la construcción del espacio caribeño, simultáneamente, deben tener la base profunda de la cultura del habitar caribeño.

Asistimos, de esta manera a una investigación de razones-raíces que abrirán un enfoque diferente que se sustenta en el habitar dentro del territorio caribeño. Habitar que le otorga al Caribe esa condición de marca región, única en la cultura global.

2. Métodos

La metodología implementada es del tipo teórica–documental, siendo el análisis teórico de conceptos y conocimiento, la base del estudio. Terminado este análisis y consensuada conceptualmente la idea de Caribe, de forma particular como paisaje, seguidamente miramos al objeto y al espacio caribeño. Concluido este proceso se asiste a su evaluación (la del paisaje, el objeto y el espacio).

Determinado el enfoque conceptual de la idea Caribe, se realizó un análisis desde la mirada global y digital, considerando el enfoque tecnológico. Al referirse a la región Caribe y sus habitantes, así como al hecho de que exista, cada vez más, una estrecha relación entre el ser humano y el proceso de digitalización; utilizamos para nuestro ejercicio prospectivo las dimensiones fundamentales (indicadores) del desarrollo humano, los cuales para fines de este estudio se consideraron los siguientes:

Vida larga y saludable
Acceso a educación
Un nivel de vida digno

Evaluar estos indicadores nos permite entender un posible futuro Caribe que mira un tipo de desarrollo que considera al individuo, la sociedad y su cultura, no solo su economía (sin dejar de considerarla o bien revisarla).

3. Resultados

3.1. Antes de todo: La Estética Caribeña.

Es necesario hablar de la estética Caribeña, pues la naturaleza del campo que nos ocupa, la construcción del espacio físico y cultural en el cual habita el ser humano, no puede encontrar una adecuada expresión si presenta fallos en el diálogo original arquitectura-paisaje.

¿Existe una estética Caribeña? Pregunta Benítez Rojo, Antonio¹. Atendamos a lo simplemente visible y diríamos que esa respuesta es ambigua. Existe, sin embargo, un proceso en donde lo que es visible ha sido “criollizado”, en este proceso incesante donde el objeto transformado es el resultado de la acción-fricción-licuefacción Caribeña.

Debemos buscar las particularidades de este proceso transformador que constituye esa máquina que es el caribe. Particularidades que se encuentran en estado caótico, como el pro-pio archipiélago caribeño, en donde las cosas dejan de ser, para convertirse en cosas-momentos: el paisaje, la realidad, lo irreal y el futuro. Ideas derivadas de ese caribe caótico de Benítez Rojo, A. en su libro *La Isla que se Repite*.

¹ Benítez-Rojo, Antonio (1931-2005) novelista, ensayista y escritor de historias cortas cubano. Generalmente es indicado como el más significativo autor cubano de su generación.

3.1.1. El Paisaje.

Particular a cada proceso es el contexto en el cual acontece. Para definir Caribe no podemos hacerlo de forma más precisa que como Paisaje. El Paisaje es una forma de entender, de definir lo que miramos y deviene en uno de los elementos más importantes en la idea que nos hacemos sobre la existencia humana.

El paisaje crea cultura: “Lo único que crea cultura es el paisaje y eso lo tenemos de maestra monstruosidad... donde el hombre avanza dentro de la naturaleza, acompañándose tan solo del ruido de sus propios pasos naturales para alcanzar la gracia sobrenatural.” (Lima, J. L., de Ulloa, J. C., & Chiampi, I., 1993). La expresión americana. Y agregaríamos, en el Caribe todo es paisaje.

Arquitectura y Ciudad se nutren de una relación natural con el paisaje y el clima. El paisaje en su relación con el clima. El Paisaje, entonces caribeño afecta sensiblemente todo lo que acontece en él. Es un componente vital de la idea de Caribe.

3.1.2. La Realidad.

El Caribe fue colonia y es parte de la historia mundial. Punto de encuentro del poder, la resistencia y sus consecuencias. Es sincretismo, y cualquier otra palabra que se use para definir la “mixtura” de la cual proceden los habitantes del Caribe y a la cual seguimos agregando. El Caribe creó, a partir de otros, sus “propios” nuevos-códigos. El Caribe comprendido como realidad local y realidad global.

3.2.3. Lo Irreal.

“Pero, ¿qué es la historia de América toda sino una crónica de lo real maravilloso?” Carpentier, A². El Caribe es fantástico. Con su energía interna, atrae a la imaginación del que ve el Caribe desde fuera. El Caribe es la materialización de lo soñado. La música, el ritmo, lo mágico: el mito caribeño contiene al tiempo particular del Caribe, entonces maravilloso.

3.2.4. El Futuro.

El Caribe es "construcción" permanente, en donde lo natural produce el mito dentro de un sistema de auto-exploración, una realidad multiplicadora que constantemente lanza el Caribe hacia el futuro. En el Caribe el futuro, al igual que el pasado, es presente, una suerte de transposición de tiempos. El Caribe es intermedio surreal, entre la realidad local y la realidad global.

3.2. Objeto y Espacio Caribeño.

El objeto, al igual que el espacio caribeño resulta de entrelazar todos estos momentos (el Paisaje, lo Real, lo Irreal y el Futuro), en una transformación desdoblada que se proyecta, es sustento de una posible (nada absoluta) estética Caribeña que se re-crea constantemente; es un blanco móvil, de ahí lo difícil de su definición e identificación.

Al comprender la naturaleza de la posible estética Caribeña, capturamos al objeto y al espacio Caribe en estado líquido, fluido. Se atiende a la realidad cultural (vernáculo y popular) del Caribe, vital en estos momentos. Aun así, no suficiente para plantear un Caribe derivado del ya existente: así debemos mirar al futuro del ser humano y su desarrollo integral. Vida, Educación y Producción, conectado a ese bagaje que es la Caribeñidad.

² Carpentier, Alejo (1931-2005) en el Reino de Este Mundo explora el concepto de lo Real Maravilloso, que se convertiría en una categoría literaria y una forma de entender el ser americano.

Es importante advertir que “uno debe tener en cuenta que cualquiera que sea el método empleado para estudiar el área en su conjunto, los resultados finales siempre serían objeto de controversia. Esto es así porque es imposible delinear con precisión los límites del Caribe.” (Rojo, A., & Benítez-Rojo, A. 1989). La isla que se repite.

Advertencia vigente, pues la región sigue siendo consecuencia activa de los factores que impiden su delimitación social, política, cultural, económica e histórica. Vida, Educación y Producción son vistos de forma prospectiva, se constituyen en un dispositivo de observación, porque son elementos que definen el desarrollo integral del ser humano. Es importante aclarar que cuando hablamos de educación, nos referimos al avance cultural que se logra a través de dicha educación, siendo la acción generadora del contenido del presente y futuro Caribe (como contenedor local y global).

3.3. Lo Digital como Global / Lo Global como Digital.

El conocimiento ha encontrado un aliado natural en la tecnología digital que permite la creación de dispositivos o sistemas que son capaces de generar, transmitir, procesar o almacenar señales digitales. Para comprender el presente y futuro humano, hay que reconocer que la tecnología digital está redefiniendo todos los aspectos de la vida humana.

Lo global es digital: el crecimiento de la tecnología digital es exponencial, atendiendo a la Ley de Moore³, en donde esta tiene un impacto en todos los ámbitos, precipitando el proceso de globalización moderna, que empezara posiblemente con la colonización del Caribe y luego de América.

Presenciamos así un cambio en el desarrollo de la vida, la educación y la producción, proponiendo nuevos modelos en el naciente milenio. Sin perder el foco de observación en estos elementos (vida, educación y producción) debemos comprender el impacto de la tecnología digital y el cómo se podría describir El Caribe, en nuestro caso relacionado a la manera de hacer arquitectura, ciudad y ruralidad en los próximos años.

Lo anteriormente expuesto establece una comprensión diferente en cuanto a lo académico y práctico de las profesiones ligadas a la construcción del espacio físico y cultural en el cual habita el ser humano, con especial atención a la región que nos ocupa. Hacer entonces un ejercicio prospectivo se hace necesario ante tal posibilidad.

Al referirnos al Caribe y sus habitantes, al hecho de una cada vez más estrecha relación entre el ser humano y el proceso de digitalización; utilizamos para nuestro ejercicio prospectivo las dimensiones fundamentales del desarrollo humano, “disfrutar de una vida larga y saludable, acceso a educación y nivel de vida digno” PNUD.

Una desviación disruptiva ha llegado con lo digital: la inteligencia artificial ya es una realidad respaldada por sistemas de aprendizaje profundo y programación cognitiva. Bajo esta realidad, como consecuencia del crecimiento exponencial de la tecnología digital, se explora actualmente la idea de la Singularidad Tecnológica, que propone la unión indefectible de el “ser humano con la máquina” a través de una conexión directa al sistema nervioso del ser humano.

³ En 1965, Gordon Moore (co-fundador en 1968 de la compañía Intel) afirmó que el número de transistores por centímetro cuadrado en un circuito integrado se duplicaba cada año y que la tendencia continuaría durante las siguientes dos décadas. Esta progresión de crecimiento exponencial de la densidad de transistores, o sea, el duplicar la capacidad de los microprocesadores cada año y medio, es lo que se considera actualmente como la Ley de Moore. En abril de 2005 se cumplieron 40 años de la ley de Moore y la industria de la microelectrónica estima que seguirá siendo válida al menos otros 20 años.

También se habla de posibilidades hacia la vida sin muerte (inmortalidad relativa). Hablamos de otro modelo disruptivo que alteraría cualquier estadística o tendencia, vista con los ojos del presente.

Con la posibilidad de una Singularidad Tecnológica, Kurzweil, R., se especula sobre el surgimiento de un nuevo ser humano (súper humano), en donde lo digital y lo biológico se hacen uno, el desarrollo cognitivo se catapulta hacia el infinito. La educación y la cultura entran en una nueva dimensión, más allá de las definiciones o conceptos a los que estamos acostumbrados.

Además, el hecho de incorporar la inteligencia artificial en un conjunto cada vez mayor de actividades humanas, plantea un cambio en la manera de cómo se analizan las informaciones, se toman las decisiones, se sustituyen y automatizan roles laborales con la consecuente desaparición de cadenas de producción basadas en el trabajo realizado por seres humanos, surgiendo una disyuntiva para el ambiente laboral de los próximos años.

El Caribe no escapa a esta triple encrucijada que ha de afectar las dualidades salud-vida, educación-cultura y producción-riqueza de sus habitantes.

Al estudiar prospectivamente el impacto del proceso de digitalización en el Caribe insular, tendríamos la oportunidad de describir escenarios de “futuros posibles” que definirían nuevas relaciones culturales de carácter local/global que pudieran incidir positivamente en la construcción del espacio caribeño y el desarrollo de sus habitantes.

3.4. *Así, la Salud y la Vida.*

Algunos autores como el mismo Kurzweil hablan de una inmortalidad relativa y apuntan a que sea una realidad en este siglo. Aun no se logre tal coyuntura, si se espera que el ser humano dure más años cada vez, que su expectativa de vida esté más apartada de su fecha de nacimiento con una estadística que para el año 2100 sería de 100 años. Siendo este el peor escenario posible, hasta ahora, pues no considera un evento disruptivo como lo es la Singularidad Tecnológica.

Siendo algunas de las tendencias que se tratan en los círculos de ciencia y tecnología incluyen:

1. Mejores diagnósticos y reconocimiento de imágenes usando Inteligencia Artificial y aprendizaje Profundo.
2. Avances en Nanotecnología para nuevos tratamientos dirigidos de forma quirúrgica a los órganos afectados por alguna enfermedad.
3. Implantes de órganos producidos en laboratorio a partir de células sanas del mismo individuo.
4. CRISPR/Cas9 - Edición y mejora genética. La posibilidad de mejora de un individuo incluso antes de nacer o tratamientos a enfermedades degenerativas tienen una posibilidad de desaparecer y en el peor de los casos ser tratadas con un buen nivel de éxito. Ya esta tecnología está en uso, siendo limitado por cuestiones éticas.
5. Inmortalidad relativa.

De ser así, gracias a todas estas intersecciones tendremos personas más longevas, pero sobre todo más saludables y productivas. Ciudades y comunidades orientadas a este nuevo perfil de población tendrán que ser pensadas a partir de posiciones más relevantes que la simple accesibilidad universal. Hablamos aquí de una nueva programación (ver concepto de programa en arquitectura) que reconoce el habitante en una dimensión más eficiente y sostenible que garantice su estadía por más tiempo y niveles de calidad de vida adecuados.

Describimos el caribe como un espacio para personas longevas, con calidad de vida y productividad prolongada.

3.4.1 Así, la Educación y la Cultura.

El Caribe como productor permanente de cultura debe asimilar la tecnología digital en su proceso de globalización como una herramienta fundamental para sostener su valor cultural, entrando en una causa en donde pueda pasar de una cultura de carácter local a una de carácter global sin dejar “de ser si mismo hasta el refinamiento.” (Dominique, 2003).

Las instituciones relacionadas con la educación y la cultura en el Caribe como responsables y salvaguardas de una dinámica de producción cultural heredada y que al transmitirse aún en el más desviado de los “futuros posibles” del Caribe mismo, debe contemplar la realidad disruptiva de la globalización digital en tendencias como:

1. El implante neurológico como una extensión de nuestras capacidades físicas, que es ya una posibilidad. Variable importante que promete mejorar nuestras capacidades cognitivas y de aprendizaje. Por tanto, no debemos olvidar el proyecto “NeuraLink” que como producto comercial promete la interconexión de las neuronas humanas a los sistemas digitales; verá, según sus desarrolladores, la luz pública en los próximos años.

2. La educación instantánea, es una posibilidad sobre la mesa y sugerida por algunos investigadores, parafraseada públicamente por Negroponte, N.; tener acceso a la educación en dosis que se puedan consumir de forma inyectada o bebible parecen cosas de ficción, sin embargo, toda la tecnología y conceptos están ya en su forma incipiente con grandes posibilidades.

La instituciones Caribeñas están destinadas a tener que fortalecer su imagen de marca y su credibilidad académica, para competir con otras instituciones más allá las fronteras naturales del Caribe insular. El conocimiento certificado se hace y se hará cada vez más necesario.

El espacio personal de aprendizaje es cada día más factible, la educación remota surge como una posibilidad viable y la consecuente evolución del concepto de campus universitario o plantel escolar debe ser re-programada como estructura espacial y su funcionamiento dentro de las estructuras urbanas en todo el Caribe.

3.4.2 Así, la Riqueza, la Energía y el Trabajo.

Siendo los recursos naturales y el paisaje, los elementos más valorados del Caribe, este debe mirar a la ecología como su gran aliado hacia el futuro: fortaleciendo sus ecosistemas, haciendo uso de energías limpias, promoviendo políticas de reciclaje y el uso de materiales biodegradables en cada una de las actividades humanas que acontecen en la región.

Uno de los recursos más valiosos que tiene el Caribe es el turismo, que como servicio puede verse fortalecido por la mejora de la calidad de vida y la longevidad de sus habitantes. El contacto humano como elemento fundamental del turismo, puede ser altamente valorado.

Además, tres factores determinantes son descritos como catalizadores del campo laboral y su comprensión jugará un rol importante en la generación de riquezas en la región:

1. La IA y el trabajo: el trabajo de valor social, empatía y sentido humano (como el arte, la salud y la investigación) verán un florecimiento.
2. Las Energías Renovables y la Economía Circular.
3. La automatización, la robotización y el cambio de roles en el campo laboral.

Deben desarrollarse políticas abiertas de asimilación y producción de tecnología digital, más allá de la adopción de tecnologías comerciales. La incorporación de los avances digitales debe llevar el Caribe en dos direcciones, una la producción de soluciones propias y la segunda de proyección hacia

un futuro digital que fortalezca su marca, y la capacidad natural de producir riquezas. Dentro de una visión definitoria, la realidad espacial Caribeña en su dimensión humana debe reconocer la posibilidad de cambio en un futuro que tendrá una población diferente en cuanto al acceso a la información, la longevidad y la salud, que con un plan bien estructurado de uso del territorio caribeño podrá generar niveles más altos de riqueza, cerrando la brecha de inequidad que hoy caracteriza a muchos de sus países.

Los noveles arquitectos y urbanistas, diseñadores por profesión del territorio caribeño deberán entender y dar respuesta a cada una de las realidades descritas, manteniendo siempre el contacto directo con el Caribe original, el que emerge de forma única a partir del paisaje, la historia, el mito y las posibilidades culturales que encuentran una combinación única en nuestra región.

4. Discusión

En discusiones de carácter abierto, los arquitectos arrojan puntos que fueron fundamentales en donde la síntesis y la delimitación de los conceptos planteados en la investigación-análisis sirven como base para una dialéctica que arroja sus luces:

Si bien nos referimos a autores con un amplísimo estudio sobre la condición Caribeña o lo caribeño, en todos sus matices, se debe seguir investigando en una dinámica que amplíe su entendimiento y definición dentro los procesos culturales contemporáneos, que van más allá de las producciones históricamente ya producidas. El Caribe, está claro, es cambio permanente, apoyados en esto debe investigarse permanentemente. ¿Será el Caribe capaz de producir tecnología al mismo ritmo con el que produce sus expresiones culturales?

La tecnología, en su desarrollo y evolución se acelera constantemente, conceptos como la innovación sustentan esta idea al crear la posibilidad de un punto de vista novedoso para el presente marco de conocimiento que define la realidad Caribeña. ¿Qué tan importante será estudiar el origen (el Caribe original) en un contexto en que las diferencias desaparecen, fruto del avance de la tecnología? ¿Cómo estudiar la capacidad de la tecnología para equalizar los procesos de producción socio-cultural a través de los nuevos medios de expresión humana?

El legado cultural de la región arroja otras preguntas inquietantes: ¿Cómo podrá el Caribe mantenerse conectado con su historia, con su origen? ¿Cómo podrá mantener sus mitos, en un futuro de múltiples medios y realidades (incluida la virtual)? ¿Hay indicios de que esto esté pasando? ¿Pasa hoy con la música, el arte, la vida misma, la arquitectura? ¿Qué papel juega el intercambio turístico-tecnológico en el proceso de redefinición del territorio, la ciudad y la arquitectura en el Caribe?...

Contribuciones de los autores: “Conceptualización, C. P. C., C. S. T. e R. H. F.; metodología, C. P. C., C. S. T. e R. H. F.; validación, C. P. C., C. S. T. e R. H. F.; análisis formal, X.X.; investigación, X.X.; recursos, X.X.; curación de datos, X.X.; redacción — preparación del borrador original, C. P. C., C. S. T. e R. H. F.; redacción — revisión y edición, C. S. T. e R. H. F.; visualización, C. P. C., C. S. T. e R. H. F.; administración de proyectos, C. P. C., C. S. T. e R. H. F. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito”. La autoría debe limitarse a aquellos que hayan contribuido sustancialmente al trabajo informado.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Declaración de disponibilidad de datos: No aplica.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Bosch, J., Juan Bosch, México Congreso (60a : 2006-2009) Cámara de Diputados, & República Dominicana. Embajada (México). (2009). De Cristóbal Colón a Fidel Castro. Camara de Diputados, LX Legislatura.
- Carpentier, A. (1983). Obras completas de Alejo Carpentier: El reino de este mundo. Los pasos perdidos. Siglo Veintiuno Editores.
- Casper, R. F., & Yanushpolsky, E. H. (2016). Optimal endometrial preparation for frozen embryo transfer cycles: window of implantation and progesterone support. *Fertility and Sterility*, 105(4), 867-872. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26820769/>
- Cheang Wong, J. C. (2005, 10 julio). Ley de Moore, Nanotecnología y Nanociencias: Síntesis Y Modificación de Nanopartículas Mediante la Implantación de Iones. *Revista Digital Universitaria*, 6(7). http://www.revista.unam.mx/vol.6/num7/art65/jul_art65.pdf
- Dominique, D. (2003). :: DIDIER DOMINIQUE: la arquitectura popular como futuro de la cátedra::: Cielonaranja. <http://www.cielonaranja.com/dominiquepalm.htm>
- Expósito Gallardo, M. C., & Ávila Ávila, R. (2008). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas. *Acimed*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000500005
- He, J., Baxter, S. L., Xu, J., Xu, J., Zhou, X., & Zhang, K. (2019). The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nature Medicine*, 25(1), 30-36. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6995276/>
- Jiang, F., & Doudna, J. A. (2017). CRISPR–Cas9 Structures and Mechanisms. *Annual Review of Biophysics*, 46(1), 505-529. <https://doi.org/10.1146/annurev-biophys-062215-010822>
- Kurzweil, R., & Galmarini, M. A. (1999). *La Era de Las Máquinas Espirituales*. Alianza Editorial.
- Lima, J. L., de Ulloa, J. C., & Chiampi, I. (1993). *La expresión americana*. Fondo de Cultura Económica.
- Rifkin, J. (2003). El fin del trabajo. Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era. *Revista Chilena de Derecho Informático*, (2).
- Rojo, A., & Benítez-Rojo, A. (1989). *La isla que se repite*. Ediciones del Norte.
- Torres-Saillant, S. (2006). *An Intellectual History of the Caribbean*. Palgrave Macmillan.

Influencia del arbolado en la habitabilidad térmica urbana en clima cálido húmedo, Santo Domingo, República Dominicana

Influence of trees on urban thermal habitability in a hot humid climate, Santo Domingo, Dominican Republic

Gilkauris Rojas-Cortorreal¹ , Julio Peña² , Jaume Roset³ 

¹ Investigadora – docente a tiempo completo, Coordinadora de Investigación; Escuela de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña; grojas@unphu.edu.do; República Dominicana

² Investigador; Escuela de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña; jupena@unphu.edu.do; República Dominicana

³ Investigador – docente a tiempo completo; Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España; Roset.jaume@gmail.com

Resumen: En la actualidad la ciudad de Santo Domingo está viviendo un alto nivel de desconfort térmico urbano generando espacios carentes de uso debido al aumento de las temperaturas, afectando directamente la habitabilidad urbana. Este artículo pretende evaluar las variables que influyen en esta habitabilidad. El objetivo de esta investigación es la evaluación del bienestar urbano de los peatones en la ciudad de Santo Domingo a través del arbolado urbano. La metodología se basa en la selección de un modelo vial de la ciudad de Santo Domingo (República Dominicana). Se evaluaron las variables de morfología, vegetación, microclima urbano y confort térmico. Los resultados obtenidos es el porcentaje de frondosidad de especies urbana, que permite determinar el confort térmico del usuario en el espacio público. El diámetro del arbolado como su frondosidad son variables que influyen en la disminución de aumento de temperatura radiante.

Palabras claves: Diseño urbano; Vegetación; Radiación solar, confort térmico; arbolado urbano.

Abstract: Currently, the city of Santo Domingo is experiencing a high level of urban thermal discomfort, increasing spaces devoid of use due to the increase in temperatures, directly appearing urban habitability. This article aims to evaluate the variables that influence this habitability. The objective of this research is the evaluation of the urban well-being of pedestrians in the city of Santo Domingo through the urban trees. The methodology is based on the selection of a road model of the city of Santo Domingo (Dominican Republic). The variables of morphology, vegetation, urban microclimate and thermal comfort were evaluated. The results obtained are the percentage of foliage of urban species, which allows determining the thermal comfort of the user in the public space. The diameter of the trees as well as their leafiness are variables that influence the decrease in the increase in radiant temperature.

Keywords: Urban design; Vegetation; Solar radiation, thermal comfort; urban woodland.

Citación: Rojas Cortorreal, G.; Peña, J.; Roset, J.; Influencia del arbolado en la habitabilidad térmica urbana en clima cálido húmedo, Santo Domingo, República Dominicana. *Entrópico* 2022, 0. <https://doi.org/10.33413/eau.2022.222>

Editor académico: Heidi De Moya Simó y Gilkauris Rojas Cortorreal

Recibido: 1 octubre 2022

Aceptado: 5 octubre 2022

Publicado: 14 noviembre 2022



Copyright: © 2022 por los autores. Enviado para una posible publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

El aumento de las temperaturas en los espacios urbanos es un fenómeno que afecta grandemente a las ciudades hoy día. Este incremento de temperatura es bien conocido como la isla de calor urbano que es generado por el alto nivel de superficies que absorben, acumulan y emiten calor, aumentando las temperaturas del ambiente (Balmaceda, Cantón, & Correa, 2018; Garcia-Nevedo, Páges-Ramon, & Coch, 2016; López Ordóñez, Cabillo, & Roset, 2018; Masoud, Beckers, & Coch, 2016; Salvati, Coch, & Cecere, 2014, 2015).

Este aumento de temperatura afecta grandemente el bienestar del viandante en el espacio urbano, creando espacios urbanos poco concurridos debido a la carencia de confort térmico que poseen estos espacios. Investigaciones han concluido que la vegetación es una de las herramientas más idóneas para mitigar este aumento de temperatura (Ballinas & Barradas, 2015; Cantón, Cortegoso, & De Rosa, 2000; Correa, Ruiz, & Cantón, 2010; Duarte, Shinzato, dos Santos Gusson, & Abrahão Alves, 2015; López-Ordóñez, Roset, & Rojas-Cortorreal, 2017; José Manuel Ochoa de la Torre, 1999; Jose Manuel Ochoa de la Torre & Scudo, 2003; Paolini, 2012; Puliafito, Ortiz, & Puliafito, 2009; Rojas-cortorreal, Navés, Peña, Roset, & López-ordóñez, 2017; Rojas-Cortorreal, Roset, Navés, López Ordóñez, & Crespo, 2016; Rojas Cortorreal, Roset, & Navés, 2015; Rojas Cortorreal, Roset, Navés, & López Ordóñez, 2016; Skelhorn, Lindley, & Levermore, 2014; Sosa Castro, Correa Cantaloube, & Cantón, 2017; Villalonga, 2016; Villanueva Solís, 2014).

Como respuesta a contrarrestar el aumento de temperaturas a nivel urbano, las ciudades del mundo se están enfocando en la realización de nuevas normativas o estrategias que permita un buen desarrollo de áreas verdes y arbolado urbano, para mitigar los efectos anteriormente mencionados (Ayuntamiento de Madrid & Improvistos, 2016; EMVIRI S.L. & Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Rincón de la Victoria, 2017; Secretaria de ambiente del Municipio de Quito, 2016).

La República Dominicana no cuenta con una normativa actualizada a las necesidades urbanas (Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) & Arquitecto, 2007; PARME, 2006). Por este motivo, nace la motivación para la realización de este estudio en la ciudad de Santo Domingo, debido a que la ciudad está sufriendo varios cambios a nivel urbano, entre ellos el crecimiento desmedido que conlleva a nuevos retos y necesidades urbanas.

A lo largo de este proceso de crecimiento y cambio, la ciudad ha tomado un enfoque vinculado más a las necesidades vehiculares que peatonal, se ha considerado muy poco la accesibilidad, las condiciones climáticas y los posibles sistemas de protección solar. Como lo define el arquitecto Rancier "la urbanización formal e informal presentan la misma cualidad de no continuar la conexión con el resto de la trama ocupando de manera irracionalmente el territorio... Siendo la falla principal la orientación hacia el automóvil y no hacia la creación de un espacio público estructurado" (Rancier, 2016). Este crecimiento irracional crea calles caóticas, donde el peatón no juega el rol principal, el automóvil se empodera de la ciudad y los factores que influyen en el aumento de la temperatura aumentan cada vez más.

Siendo esta la base del estado del arte, el estudio se ha centrado en la elección de una de las avenidas más concurridas vehicular y peatonalmente. Se ha seleccionado la Avenida Winston Churchill ya que es una de las avenidas que cuenta con una variedad de especies arbóreas permitiendo evaluar más indicadores a nivel urbano. Cuenta con dos tipologías de especies arbóreas para su análisis, la Palmera real (*Roystonea hispaniolana*) y la Caoba (*Swietenia mahagoni*) estas especies tienen características distintas permitiendo cuantificar y cualificar la idoneidad de la misma al espacio urbano (Rojas-Cortorreal et al., 2016) ya que existe una tendencia de reemplazar árboles de gran densidad por palmeras, cuyo follaje es escaso. El objetivo de esta investigación es evaluar la influencia de las dos especies arbóreas en la habitabilidad urbana en el cañón urbano de la av. Winston Churchill en la ciudad de Santo Domingo.

2. Métodos

Con el objetivo de identificar y evaluar la influencia del arbolado urbano en la habitabilidad se ha implementado una metodología basada en mediciones de campo sustentado en cinco (5) pasos.

2.1. Determinación de variables de estudio urbano

El estado de arte como la evaluación del caso de estudio arrojaron como resultado cuatro (4) variables las cuales son: urbanas, ambientales, usuario y arbóreas. Las variables urbanas son las que determinan los indicadores del espacio urbanos que afectan directamente el confort peatonal del

usuario. Estos indicadores son Sky View Factor (SVF), orientación de trama urbana, ancho vial, tipología de material a nivel urbano, altura edilicia, trayectoria solar, altura solar, ubicación y localización. Las variables Ambientales permiten la evaluación de los indicadores ambientes inmediatos que interfieren con el balance térmico del peatón. Estos indicadores son temperatura del aire, velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar (directa y difusa) y temperatura radiante superficial. Las variables del usuario son las que determinan los indicadores que definen el bienestar del peatón, las cuales son: metabolismo, vestimenta, color de piel y actividad. Y las variables arbóreas se determinan los indicadores que caracterizan su frondosidad del arbolado, las cuales son: forma, diámetro, tipo de especie, altura de copa y frondosidad.

2.2 Selección de áreas de estudio urbano

Las variables para la selección del área de estudio urbano fueron la concurrencia peatonal y vehicular ya que el objetivo de estudio es el confort térmico de los usuarios a nivel urbano logrando un aporte científico de las condiciones del espacio urbano en la ciudad. Orientación de trama y trayectoria solar es la que define la mayor incidencia solar (horas de sol) logrando evaluar con más efectividad la frondosidad frente a esta variable ambiental. Ancho vial y altura edilicia son los factores que definen la evaluación del SVF de esa tipología de trama urbana. Variedad de especies arbóreas permitiendo evaluar un mayor rango de variables que permitan la comparación y determinación de idoneidad urbana de las especies arbóreas.

2.3 Selección de especies arbóreas de estudio

Para la elección de las especies arbóreas el indicador utilizado es las especies con mayor presencia a nivel de uso urbano. Para lograr abarcar una gran variedad de indicadores de especies arbóreas se seleccionaron dos (2) especies de características distintas, permitiendo cubrir un mayor rango de información. Se evaluaron sus características de altura, diámetro de copa, forma, ramaje, hoja y frondosidad.

2.4 Determinación de días y horas de mediciones

Se determinan las fechas y horas en las que se realizarán las mediciones. Para poder evaluar el comportamiento térmico del peatón se realizaron mediciones durante un día distribuido en tres horas puntuales en dos estaciones extremas del año. Las mediciones se realizaron en invierno y verano. Las mediciones se realizaron en un día tipo en tres horas puntuales las cuales fueron 7:00, 11:00 y 15:00 hora solar.

2.5 Determinación de frondosidad de las especies arbóreas

La frondosidad es la herramienta principal de obstrucción de la radiación solar. Para evaluar su porcentaje se realizará una toma fotográfica de la copa de los árboles. Con el programa ImageJ (Image Processing and Analysis in Java, 2011) se evalúa las imágenes de manera Binaria permitiendo conocer el porcentaje de protección que puede ofrecer cada especie arbórea. En base a un conteo de punto (porcentaje de blanco versus porcentaje de negro) (LibroVisión, 2012).

2.6 Análisis de datos

Luego de recolectado todos los datos de los indicadores se procede a realizar una simulación en el balance energético del peatón y analizar los resultados obtenidos (Rojas-Cortorreal et al., 2016).

3. Resultados

3.1 Localización y escenario

La ciudad de Santo Domingo, República Dominicana está localizada a 18° 28'N 69° 53'O, en el mar Caribe. En este caso de estudio se seleccionó el Distrito Nacional por ser el área céntrica de la ciudad donde existe mayor flujo de personas existe en el transcurso del día.

Para la selección de los puntos se realizó una observación de campo (ocular) directa del sector, siendo la Avenida Winston Churchill la trama urbana elegida para la evaluación, debido a la variedad de tipología de especies arbórea y las características a nivel urbano que la misma posee. Realizado el

En el punto 2 (Figura 3) se encuentra la Caoba (*Swietenia mahagoni*), una especie arbórea nativa abundante en el espacio urbano del país.

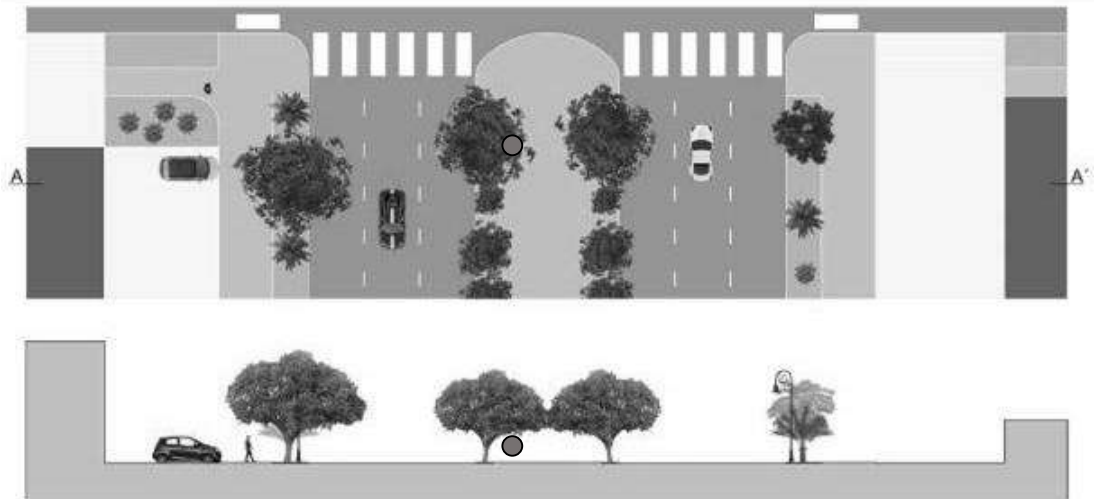


Figura 3. Planta y sección del punto de medición 2. Caoba. Fuente: Elaboración propia

Analizando el área de estudio con el estereográfico, podemos apreciar que en invierno y verano esta calle recibe durante el día incidencia solar. Por lo que desde la salida del sol hasta el atardecer este cañón urbano recibe aportaciones de temperatura en las superficies urbanas, creando aumento de la temperatura del aire a través de la disipación de la temperatura de estas superficies urbanas. Este fenómeno es conocido como isla de calor urbano.

En épocas de verano, en promedio la salida del sol es las 6:04 am y el atardecer a las 7:16 pm. Serían en promedio un total de 13 horas de sol. Sin embargo, en invierno la salida del sol es a las 7:16 am y el atardecer 6:21 pm. Serían un total de 11 horas de sol. Dando como resultado que en verano la incidencia solar y horas de sol son mayor, generando superficies urbanas de alta temperaturas, logrando más aportaciones al ambiente urbano. En invierno la incidencia solar es menor al igual que la cantidad de horas de sol, pero igualmente la incidencia es lo suficiente como para crear superficies urbanas de altas temperaturas logrando aportaciones al ambiente, pero en menor medida que en el verano. Este cañón urbano carece de superficies permeables (pavimento verde), su pavimentación es hormigón y asfalto por lo que las aportaciones de temperatura radiante al ambiente serán mucho mayores.

3.2 Características y evaluación de las especies arbóreas

En este estudio se evaluaron dos especies arbóreas de uso urbano en la ciudad de Santo Domingo, la Palmera Real y la Caoba. Se eligieron esas dos especies para comparar sus cualidades versus la aportación a la habitabilidad urbana en la ciudad. Los indicadores a evaluar serán, la frondosidad de la especie y sus aportaciones en el confort térmico urbano. La metodología a seguir será la realización de un levantamiento fotográfico de la copa del árbol, estas imágenes son procesadas con un programa informático ImageJ (Imagen Processing and Analysis in Java, 2011) (LibroVisión, 2012), a través de un conteo de puntos que determina el porcentaje de frondosidad y el porcentaje de paso de la radiación solar de cada especie (Navés, 2005; Navés Viñas, Pujol Solanich, Argimon de Vilardaga, & Sampere Montlló, 1995; Rojas-cortorreal et al., 2017; Rojas-Cortorreal et al., 2016; Rojas Cortorreal, 2016; Rojas Cortorreal, Roset, & Navés, 2013; Rojas Cortorreal et al., 2015; Rojas Cortorreal, Roset, Navés, López Ordóñez, & Vidmar, 2016) permitiendo determinar su porcentaje de protección.

Palmera Real (*Roystonea hispaniolana*)

La Palmera Real cuyo nombre científico es *Roystonea hispaniolana* pertenece a la familia de las palmeras. Están distribuidas entre las zonas del caribe, Antillas y Centroamérica. La Palmera es de procedencia endémica, con una altura de hasta 30.00 metros y con una tipología de hoja pinnadas. Según la normativa del arbolado del ADN recomienda su uso urbano para parques, plazas, avenidas y jardines (Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) & Arquitexto, 2007). Para poder evaluar su frondosidad las variables serán su altura, ramaje y tipología de sombra.

La Palmera Real evaluada posee una altura de 6.7 metros, con una copa de 2.95 metros de diámetro en promedio. Tiene un ramaje de palmiforme / abanico y una sombra proyectada pequeña media de 2-4 metros. Luego de realizado un levantamiento fotográfico de su copa, se determinó que la frondosidad de esta Palmera es de 53% permitiendo el paso de un de radiación solar de 47% en invierno.



Figura 4 Análisis de frondosidad de la copa de la Palmera Real. Fuente: Elaboración propia. La frondosidad proyectada es prácticamente nula, por lo que su frondosidad permanecería prácticamente igual.

Caoba (*Swietenia mahagoni*)

La *Swietenia mahagoni* conocida por su nombre común “Caoba” pertenece a las familias de Meliaceae. La caoba es nativa, semicaducifolia, de raíces muy desarrolladas (Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) & Arquitexto, 2007) por lo que se debe mantener un control de poda para que las raíces no afecten su entorno. Las características de esta especie de copa ancha y densa. Los indicadores a evaluar en esta especie arbórea serán su altura, ramaje y tipología de sombra.

Esta especie posee una altura de 6.4 metros, con una copa de 6.9 metros de diámetro. Posee una forma esférica de ramaje expandido. Con una sombra proyectada media densa. Luego de realizado un levantamiento fotográfico de su copa, se determinó que la frondosidad de esta Caoba es de 70% permitiendo el paso de un de radiación solar de 30% en invierno.



Figura 5 Análisis de frondosidad de la copa de la Caoba. Fuente: Elaboración propia

Existen varias variables del medio urbano que interactúan con el arbolado urbano. Desde variables naturales hasta la infraestructura. Por este motivo, debe existir un plan de ordenamiento que permita un uso adecuado del espacio urbano y del arbolado. Una poda inadecuada puede crear afecciones en el funcionamiento de la especie arbórea como causar daños entre otros elementos que pueden ser irreversibles. Por este motivo, la poda debe ir enfocada a crear una estructura fuerte, que a su vez minimice las afecciones en su entorno. Por este motivo, se debe elegir la especie adecuada acompañado de un plan de poda desde temprana edad. Una poda inadecuada puede afectar muchas variables a nivel urbano, una de ellas es la protección solar que esta otorga al medio urbano, por ejemplo. En el caso de la Figura 5 se puede apreciar que este arbolado está afectado por una mala gestión de poda, que creo una pérdida significativa de la densidad de sus hojas.

3.3 Modelo de cálculo

Para la evaluación del confort térmico a nivel urbano, se implementó el modelo del Balance energético (B) (José Manuel Ochoa de la Torre, 2009; Rojas Cortorreal, 2016):

$$B = M + Ra - C - E - Re$$

(1)

Para la evaluación del balance energético se tomaron en cuenta las variables de calor metabólico (M), radiación solar (Ra), Calor sensible (C), calor perdido por evaporación (E) y radiación onda larga (Re). Los indicadores a evaluar en base a las variables son los parámetros ambientales como la temperatura del aire, la velocidad del viento, la humedad relativa, la radiación solar y la temperatura radiante. Parámetros arquitectónicos como el Sky View Factor (SVF) y la altura edilicia, parámetros de materiales del entorno. Parámetros de percepción del usuario y parámetros fisiológicos como la vestimenta del usuario, esta unidad se maneja en CLO. La vestimenta implementada en climas cálido húmedos varía según la actividad a realizarse, por este motivo se implementó la media de vestuario utilizada por la gran mayoría de los usuarios. Esta vestimenta es un Polo, pantalones largos, calcetines y zapatos, es la típica vestimenta utilizada durante todo el año.

Para llevar a cabo este modelo de cálculo se tomaron estas mediciones en invierno del 2016. Y se realizó una simulación del verano del 2016, en base a las mediciones de la estación meteorológica más próxima a los puntos de mediciones. Las mediciones se realizaron en un día soleado, sin nubes. Una vez calculado el balance energético se obtiene el resultado en w/m^2 , para una mejor comprensión se define en siete escalas denominada como Sensación de Confort Exterior (SCE) expresada en la Tabla 1.

Tabla 1. Interpretación de intercambio de energía de una persona en el exterior.

Balance energético (W/m^2)			SCE	Interpretación
250	< B	-3		Muy Caluroso
150	< B < 250	-2		Caluroso
50	< B < 150	-1		Ligeramente Caluroso
-50	< B < 50	0		Confortable
-150	< B < -50	1		Ligeramente Frío
-250	< B < -150	2		Frío
-250	< B	3		Muy Frío

3.4 Mediciones In-situ

Para lograr evaluar las aportaciones a nivel térmico del arbolado urbano se realizaron mediciones de campo en un escenario favorable (invierno) y se realizó una estimación del estado del escenario desfavorable (verano). Se toman en cuenta dos escenarios para la comparación de las aportaciones que genera. Las mediciones in situ de invierno se realizaron el 14 de enero del 2016. Para poder comparar los escenarios desfavorables, se tomaron los datos de verano de una estación meteorología (Weather Underground, 2018) y se realizó una estimación del estado de frondosidad de las especies arbóreas, teniendo como base las mediciones realizadas en invierno. Las mediciones in situ se realizaron en dos puntos, el primero bajo la copa del árbol y el segundo fuera de la copa del árbol, permitiendo comparar de esta forma las aportaciones y carencia que proporciona la especie arbórea. Estas mediciones se realizaron en tres (3) horas puntuales durante el día (7:00, 11:00 y 15:00 hora solar).

Las mediciones del 14 de enero del 2016, tuvieron como condición climática un día soleado y con cielo despejado. En las mediciones de campo de este día se registró una temperatura de aire entre rango de 28 a 31°C. La humedad relativa estuvo en rangos de 49 a 70%, la misma fue constante durante el día.

Los datos del 18 de junio del 2016, registraron temperaturas en un rango de 26.8 a 31.8 °C de temperatura del aire. La humedad relativa por otra parte, el rango fue de 56 a 75 % (Figura 6). En ambos escenarios, se realizaron mediciones de la dirección y velocidad del viento, para tomar en cuenta en el modelo de cálculo.

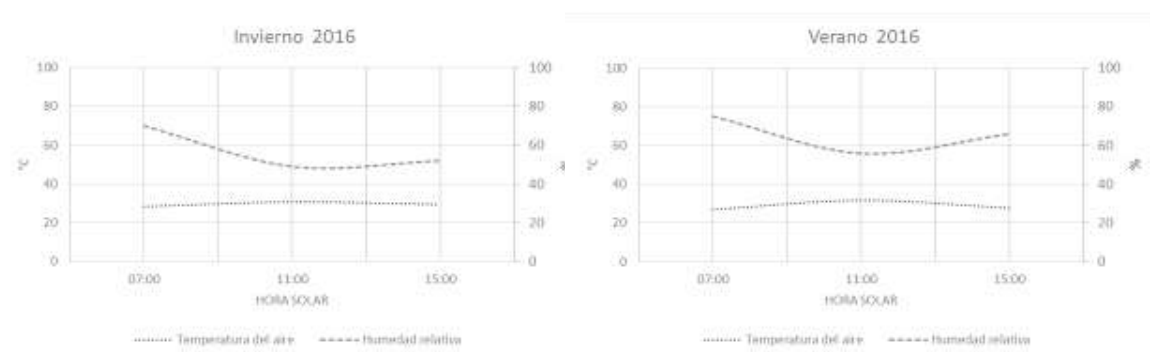


Figura 6 Temperatura del aire y humedad relativa. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6 se puede apreciar el comportamiento de ambos días a nivel de temperatura y humedad. Se puede apreciar como al aumentar la temperatura del aire, la humedad relativa disminuye esto es debido al efecto de evaporación que se cumple en todo proceso físico. La humedad de verano es mayor debido a la alta pluviometría que sucede durante los próximos días, y debido al aumento de la evaporación del mar producido por la mayor incidencia solar durante este periodo. La alta humedad relativa es constante durante el año, siendo esto una característica de los climas cálidos húmedos. Sin embargo, la temperatura del aire varía por estación durante el año como se aprecia en la gráfica, la temperatura del aire en verano es hasta 2 °C mayor que en invierno. La velocidad del viento (Figura 7) se mantuvo en rangos de 1 a 3.75 m/s en invierno y rangos entre 1.8 a 2.2 m/s en verano. A mayor velocidad del viento se da un incremento en el intercambio de calor (convección forzada), esto modifica el confort térmico del usuario.

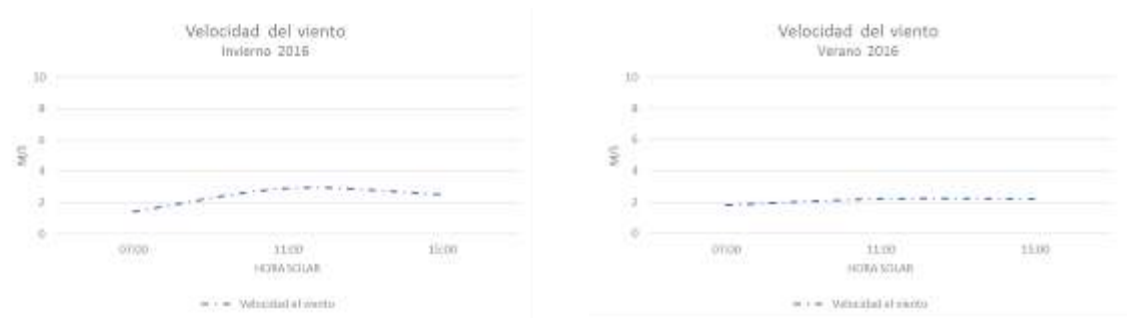


Figura 7 Velocidad del viento. Fuente: Elaboración propia

En ambos puntos de mediciones se registraron un comportamiento similar en los parámetros ambientales, debido a que la morfología urbana conserva las mismas características. Ha quedado comprobado en estudios previos que, para lograr cambios en estos parámetros ambientales, la densidad arbórea debe ser mucho mayor. En las gráficas siguientes se presentan las diferencias registradas entre ambas especies arbóreas.

Los indicadores más afectados por el arbolado son la radiación solar y la temperatura radiante reflejando grandes variaciones en el confort térmico de los usuarios en invierno y verano. Se puede apreciar en la Figura 8 que la radiación solar se registra en ambas especies una disminución de la radiación incidente de hasta 552 W/m², en invierno y de hasta 655 W/m² en verano. En la misma figura se aprecia que ambas especies disminuyen la incidencia solar sobre las superficies urbanas.

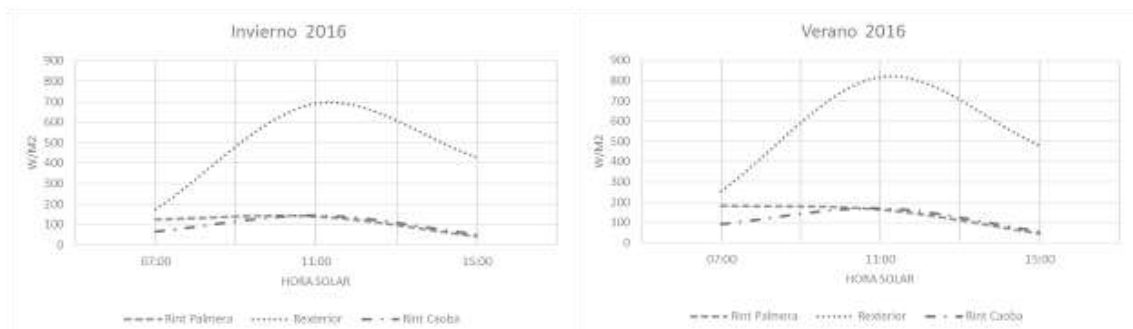


Figura 8 Gráfica de la radiación solar. Fuente: Elaboración propia

Podemos definir que la copa de la Caoba como la Palmera Real, disminuyen la incidencia solar sobre las superficies. Pero debemos considerar que la copa del árbol de la Caoba su diámetro y su

densidad son es mayores que la Palmera Real, por lo que cubre más áreas urbanas logrando que más zonas estén protegidas y aporten menos temperatura al ambiente.

En la temperatura radiante (Figura 9) en invierno, la Caoba logra disminuir hasta 5.5 °C disminuyendo de esta forma las aportaciones al ambiente. La Palmera disminuyó 1.5 °C un valor mucho menor que la Caoba. Debemos tomar en cuenta que la Caoba es semicaducifolia por lo que en esta época pierde un por ciento de sus hojas. Sin embargo, aun así, logra disminuir en gran medida las aportaciones que se podrían producir.

En verano, la Caoba disminuyó desde 2 a 6 °C en las horas más desfavorables. La palmera, sin embargo, disminuyó 2 a 3 °C en el transcurso del día. Este comportamiento es debido a que la Caoba tiene una mayor frondosidad y diámetro de copa permitiendo una protección mayor en comparación a la Palmera. Igualmente, la Palmera tiene un comportamiento similar a la ausencia del arbolado en el espacio urbano ya que su copa no posee un diámetro lo suficiente para proteger las superficies urbanas.

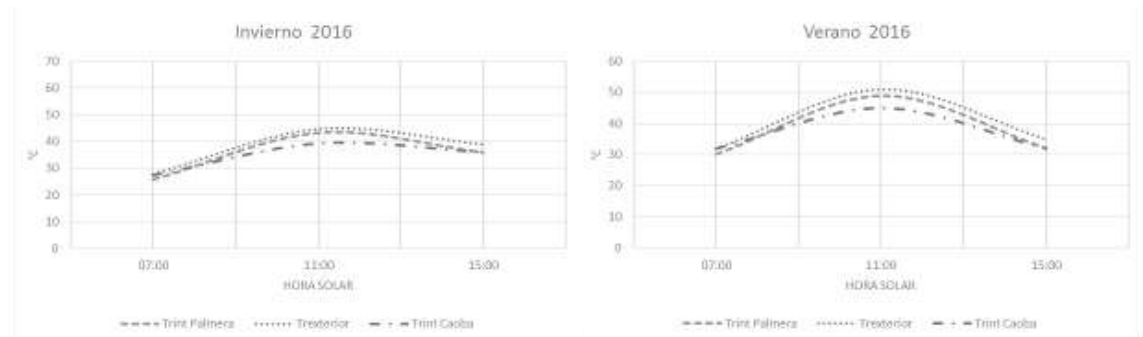


Figura 9 Gráfica de temperatura radiante. Fuente: Elaboración propia

Estos resultados reflejan que la dimensión de la copa al igual que su frondosidad son variables relevantes para lograr disminuir la temperatura del ambiente de manera significativa. Ya que una especie que tiene una sombra densa pero el diámetro de copa pequeño, no podrá proteger las superficies durante el día como lo haría una especie con un diámetro de copa mayor.

Los resultados obtenidos de las mediciones son colocados en el modelo de cálculo del Balance Energético, nos permite evaluar el estado de confort térmico del viandante. El resultado obtenido se puede apreciar en la Figura 10, podemos observar que los usuarios se encontrarían en mayor confort térmico si se encuentran debajo o en el entorno de la copa de la Caoba, en comparación al exterior y la Palmera. La Caoba debido a su frondosidad, permite la protección de las superficies logrando mitigar las aportaciones térmicas. La Palmera logra confort térmico, pero en la hora más desfavorable el resultado es mucho menor.

En ambos casos queda demostrado que la vegetación sin importar la especie arbórea, es un elemento de gran importancia a nivel urbano, debido a los beneficios que aporta tanto a nivel climático como térmico.

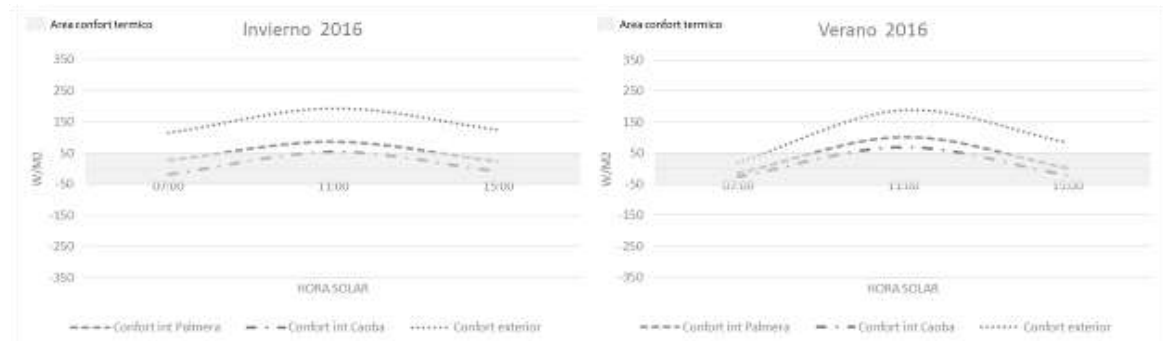


Figura 10 Gráfica del confort térmico. Fuente: Elaboración propia

En ambas estaciones el comportamiento del confort es casi similar. Ambas especies aportan estabilidad térmica al ambiente. Sin embargo, por su porcentaje de frondosidad, diámetro de copa y estructura, la Caoba es más idónea para uso en el espacio urbano, ya que logra mayor disminución de aportaciones térmica al ambiente al tiempo que logra aportar mayor confort térmico al usuario. Aunque el comportamiento es similar, la Caoba ofrece más estabilidad a nivel de confort térmico.

4. Discusión

La temperatura del aire registrada en ambas estaciones del año muestra una diferencia muy mínima, siendo 1.8 °C la diferencia máxima durante el día. Se podría afirmar que estos dos días aun siendo en estaciones distintas el comportamiento es muy similar. La temperatura del aire máxima registradas en verano han sido de 31.8 °C y la mínima de 26.8 °C. Sin embargo, en invierno la Ta máxima es de 30.9 °C y la mínima de 28.2 °C. Esto se podría definir que durante el año la Ta no presenta gran variación una característica de climas cálido húmedo.

La humedad relativa (HR) en verano se registra una humedad mayor, en relación al invierno. La HR aumenta en verano debido al aumento en la precipitación debido a que es las estaciones del año de temporada ciclónica y también al aumento de los niveles de evaporación, ya que Santo Domingo es una ciudad costera.

La velocidad del viento mantiene un rango 1.4 no mayor a 2.9 m/s. La velocidad del viento es un factor que ayuda a una mayor dispersión de las temperaturas en el ambiente, permitiendo un mayor intercambio de calor.

La radiación solar se ve influenciada directamente por la frondosidad de la especie arbórea. En verano se registran por parte de la Caoba hasta 647 W/m² y en la Palmera 655 W/m², en invierno La caoba registra 546 W/m² y la Palmera 553 W/m² Las especies de estudio son semicaducifolias y perenne. Esto se ve reflejado en la disminución de la radiación solar. En la gráfica el comportamiento en ambas estaciones es casi similar es debido a que el arbolado no pierde sus hojas con el cambio de estación.

En la temperatura radiante se percibe más el efecto producido por la frondosidad debido a la protección de las superficies urbanas. Lograr disminuir este parámetro permite lograr menores aportaciones al fenómeno de la isla de calor urbano. Comprobando que uno de los elementos de mitigación de este fenómeno es la vegetación.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran el grado de importancia de una adecuada selección de arbolado para el uso en el espacio urbano. Queda demostrado que ambas especies son idóneas para uso urbano. Pero debe considerarse la función del espacio ya que, según su uso, el porcentaje de protección es un factor relevante permitiendo de esta forma una correcta elección de la especie arbórea.

La Caoba es una de las especies arbóreas más idóneas para el uso urbano, porque logra crear espacios adecuada a nivel de confort térmico urbano para el viandante ya que logra disminuir hasta 8 °C de temperatura radiante al ambiente, en comparación con la Palmera que solo logró disminuir la temperatura en 1.5 °C.

La correcta elección de arbolado permite mitigar las aportaciones de temperatura al ambiente permitiendo un porcentaje de mitigación a las aportaciones que se generan por este medio a la isla de calor urbano.

El diámetro de la copa del árbol y su frondosidad son variables relevantes para lograr mayor protección de estas superficies urbanas, por lo que una poda adecuada es uno de los factores a tomar en cuenta en las normativas urbanas.

La frondosidad es el indicador principal para la correcta elección del arbolado ya que es la que permite evaluar el porcentaje de disminución de las aportaciones térmicas al ambiente.

La poda es un factor que afecta grandemente la funcionabilidad y rendimiento urbano de la vegetación (Figura 5), por lo cual la misma debería ser correctamente planificada para preservar la estructura de la especie. Derivando posibles estudios de evaluación de los métodos de poda del arbolado urbano aplicados en la ciudad.

Realización de un plan de ordenamiento del arbolado urbano, determinando las variables relevantes para una buena elección de especies arbóreas como el debido mantenimiento de la misma.

Contribuciones de los autores: Los tres autores contribuyeron de manera cualitativa en la investigación. Conceptualización, R.C.G, P.J. e R.J.; metodología, R.C.G, P.J. e R.J.; software, R.C.G, P.J. e R.J.; validación, R.C.G, P.J. e R.J.; análisis formal, R.C.G, P.J. e R.J.; investigación, R.C.G, P.J. e R.J.; recursos, R.C.G, P.J. e R.J.; curación de datos, R.C.G, P.J. e R.J.; redacción — preparación del borrador original, R.C.G, P.J. e R.J.; redacción — revisión y edición, R.C.G, P.J. e R.J.; visualización, R.C.G, P.J. e R.J.; supervisión, R.C.G, P.J. e R.J.; administración de proyectos, R.C.G, P.J. e R.J.; adquisición de financiación, R.C.G, P.J. e R.J.. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación fue financiada por Ministerio De Educación Superior e Investigación Científica, MESCYT, a través de su plan de becas de maestría y doctorado.

Agradecimientos: Gracias a todas las personas que participaron en las mediciones de campo.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Ayuntamiento de Madrid, & Improvistos. (2016). *Itinerarios Habitables. Base para la intervencion en el espacio público en areas de regeneracion urbana preferente*. Madrid.
- Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN), & Arquitexto. (2007). Normativa para el arbolado de Santo Domingo “clasificación de plantas y tipos.” *Arquitexto*, 2, 1–18.
- Ballinas, M., & Barradas, V. L. (2015). The Urban Tree as a Tool to Mitigate the Urban Heat Island in Mexico City: A Simple Phenomenological Model. *Environmental Quality*. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.01.0056>
- Balmaceda, M. E., Cantón, M. A., & Correa, É. N. (2018). Impacto microclimático estival de la configuración de distintas tipologías de espacio abierto en manzanas urbanas . Esquema concentrado versus disperso. *EURE*, 44, 233–253.
- Cantón, M. ., Cortegoso, J. L., & De Rosa, C. (2000). Evaluación energética – ambiental del bosque urbano: desarrollo y puesta a punto de un método de análisis. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 4, 13–17. Retrieved from <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2000/2000-t001-a003.pdf>

- Correa, E. N., Ruiz, M. A., & Cantón, M. A. (2010). Morfología forestal y confort térmico en “ciudades oasis” de zonas áridas, 119–137.
- Duarte, D. H. S., Shinzato, P., dos Santos Gusson, C., & Abrahão Alves, C. (2015). The impact of vegetation on urban microclimate to counterbalance built density in a subtropical changing climate. *Urban Climate*, 14(2212-0955), 224–239. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.09.006>
- EMVIRI S.L., & Area de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Rincón de la Victoria. (2017). *Plan Director de Arbolado Urbano de Rincón de la Victoria*. Malaga. Retrieved from <http://www.rincondelavictoria.es/medio-ambiente/cat/proyectos-1?lng=en>
- García-Navado, E., Pages-Ramon, A., & Coch, H. (2016). Solar access assessment in dense urban environments: The effect of intersections in an urban canyon. *Energies*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/en9100796>
- Imagen Processing and Analysis in Java. (2011). ImagenJ. Retrieved from <https://imagej.nih.gov/ij/>
- LibroVisión. (2012). Imágenes Binarias. In E. De la Fuente López & F. M. Trespaderne (Eds.), *Visión Artificial Industrial. Procesamiento de Imágenes para Inspección Industrial y Robótica* (Valladolid, pp. 59–96). Valladolid. Retrieved from <http://www.librovision.eii.uva.es/framesContenidos.html>
- López-Ordóñez, C. F., Roset, J., & Rojas-Cortorreal, G. (2017). Analysis of the direct solar radiation in the streets of barcelona, based on the relation between its morphology and vegetation. *Architecture, City and Environment*, 12(34). <https://doi.org/10.5821/ace.12.34.4708>
- López Ordóñez, C. F., Cabillo, I. C., & Roset, J. (2018). Condiciones ambientales del espacio público de ciudades dispersas en clima desértico-cálido. Urban space environmental conditions in hot-desert climate sprawl cities . *II Congreso Internacional ISUF-H. Ciudad y Formas Urbanas. Perspectivas Transversales*, (October). <https://doi.org/10.26754/uz.978841738839>
- Masoud, B., Beckers, B., & Coch, H. (2016). Sky Access versus Shading for Pedestrian Comfort in the Hot Tropical Climate of Jeddah. In *First International Conference on Urban Physics (FICUP)* (pp. 26–30). Galapagos: FICUP.
- Navés, F. (2005). *Arquitectura del paisaje natural*. (Omega, Ed.). Barcelona, Spain: Omega.
- Navés Viñas, F., Pujol Solanich, J., Argimon de Vilardaga, X., & Sampere Montlló, L. (1995). *El Árbol en Jardinería y Paisajismo* (Omega, S.). Barcelona: Spain.
- Ochoa de la Torre, J. M. (1999). *La Vegetación como instrumento para el control microclimático*. Universidad Politecnica de Catalunya, Barcelona, Spain.
- Ochoa de la Torre, J. M. (2009). *Ciudad, vegetación e impacto climático. El confort en los espacios urbanos*. (E. Ediciones, Ed.) (1ª). Barcelona, Spain: UE.
- Ochoa de la Torre, J. M., & Scudo, G. (2003). *Spazi verdi urbani*. Napoli: Sistemi Editoriali.
- Paolini, L. (2012). Arbolado y calentamiento en el gran San Miguel de Tucuman. In *Guía de Arbolado de Tucuman* (pp. 1–9). Tucuman, Argentina. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/260639502_Arbolado_Y_Calentamiento_En_El_Gran_San_Miguel_de_Tucuman
- PARME. (2006). *Normativa para el Arbolado Urbano del Distrito Nacional*. (Taller, Ed.) (PARME, Vol. 1). Santo Domingo.
- Puliafito, S. E., Ortiz, G. P., & Puliafito, C. M. (2009). Evaluación del confort térmico urbano por medio de la temperatura fisiológica equivalente (PET), en la ciudad de mendoza. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13(0329-5184), 39–46.
- Rancier, O. (2016). LA CIUDAD MEDIATA.
- Rojas-cortorreal, G., Navés, F., Peña, J., Roset, J., & López-ordóñez, C. (2017). Climate and Urban Morphology in the City of Barcelona : The Role of Vegetation. In B. Fuerst-Bjelis (Ed.), *Mediterranean Identities - Environment, Society, Culture* (1st ed., p. 426). Croatia: InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69125>
- Rojas-Cortorreal, G., Roset, J., Navés, F., López Ordóñez, C. F., & Crespo, I. (2016). El Efecto Del Confort Térmico Producido Por La Especie Arbórea Almez En El Espacio Público. *ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 11(32), 187–202.

- <https://doi.org/10.5821/ace.11.32.3964>.
- Rojas Cortorreal, G. M. (2016). *Cuantificación de la mejora de las condiciones ambientales producida por el arbolado urbano " Caso de estudio Barcelona, España y Santo Domingo, República Dominicana*. Universidad Politecnica de Catalunya. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/404744>
- Rojas Cortorreal, G. M., Roset, J., & Navés, F. (2013). "La vegetación tropical en el confort climático urbano" Aplicado a Santo Domingo, República Dominicana en comparación con el clima mediterráneo, Barcelona España. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Rojas Cortorreal, G. M., Roset, J., & Navés, F. (2015). La vegetación en el confort micro climático. Comparación de especies del clima mediterráneo de Barcelona, España. *Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 11(29), 59–84. <https://doi.org/10.5821/ace.11.29.3589>.
- Rojas Cortorreal, G. M., Roset, J., Navés, F., & López Ordóñez, C. F. (2016). "Evaluation of vegetation in urban space". *Barcelona base model and propose to Dominican Republic. SBE 16 MALTA*.
- Rojas Cortorreal, G. M., Roset, J., Navés, F., López Ordóñez, C., & Vidmar, J. (2016). Evaluation of vegetation in urban space" Barcelona base model and proposed to Dominican Republic. *Europe and the Mediterranean: Towards a Sustainable Built Environment*, (78-99957-0-935–8), 195–206. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/301821452_Evaluation_of_vegetation_in_urban_space_Barcelona_base_model_and_proposed_to_Dominican_Republic
- Salvati, A., Coch, H., & Cecere, C. (2014). Which climate for each urban context ? A preliminary comparative study on urban climate prediction and measurement in different districts in Rome and Barcelona . In *Word Renewable Energy Congress XIII*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4777.3207>
- Salvati, A., Coch, H., & Cecere, C. (2015). Urban Morphology and Energy Performance : the Direct and Indirect Contribution in Mediterranean Climate. In *PLEA*.
- Secretaria de ambiente del Municipio de Quito. (2016). *MANUALES TECNICOS DE ARBOLADO URBANO*. Quito: Secretaria de ambiente del Municipio de Quito. Retrieved from <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/patrimonio-natural/arbolado-urbano>
- Skelhorn, C., Lindley, S., & Levermore, G. (2014). The impact of vegetation types on air and surface temperatures in a temperate city: A fine scale assessment in Manchester, UK. *Landscape and Urban Planning*, 121, 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.09.012>
- Sosa Castro, M. B., Correa Cantaloube, E. N., & Cantón, M. A. (2017). Influence of the Urban Morphology Over Outdoor Thermal Habitability in a City With Arid Climate. *Revista Habitat Sustentable*, 7(1), 45–53. <https://doi.org/10.22320/07190700.2017.07.01.05>
- Villalonga, C. (2016, May). La NASA reitera el drama: la Tierra lleva siete meses consecutivos batiendo récords de calor. *La Vanguardia*.
- Villanueva Solís, J. (2014). Isla de Calor Urbana. In *Universidad Gestalt de Diseño*. México.
- Weather Underground. (2018). Edesur Ens. Naco. Torre Serrano IDISTRIT4.