

ENFOQUE SISTÉMICO COMO PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

SYSTEMIC APPROACH AS A METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR SOCIAL INTEREST HOUSING DESIGN AT UNIVERSITY OF GUAYAQUIL

Ing. Jesús Rafael Hechavarría Hernández¹ (jesus.hechavarriah@ug.edu.ec)

Arq. Boris Forero Fuentes²

Arq. Jaled Al-Terkawi Oviedo³

Resumen

El siguiente artículo está relacionado con la problemática de la vivienda la cual tiene su principal componente en el aumento de la población del Ecuador. A partir de los datos censales del INEC en el año 2012, la población del Ecuador se estima pasará de 15 millones a 23 millones para el año 2050. En Guayaquil por ejemplo, la proporción de habitantes de barrios populares ha ido creciendo de un 41% en el año 82; a un 72% según datos del Censo de Población y Vivienda del año 2010. Esta problemática demanda urgentes respuestas y alternativas de parte de la academia para aportar con soluciones espaciales acordes a las diversas realidades humanas, geográficas e históricas. Tradicionalmente se define a los hogares de las personas de bajos ingresos como “Vivienda de bajo costo” sin embargo, el concepto de Vivienda de Interés Social (VIS) definida en esta investigación, se realiza para destacar que es prioridad encontrar un compromiso razonable entre los costos y otros indicadores como son el confort y el cuidado al medioambiente, con el fin de ofertar viviendas saludables y seguras para los sectores menos favorecidos de la población. El diseño de prototipos de viviendas de interés social parte del estudio del contexto social, económico y medio ambiental, caracterizando así el territorio donde se implantará el proyecto. Con este conocimiento, será posible dar respuestas coherentes, integrando además el diseño del mobiliario interior a las viviendas de interés social, mediante el análisis ergonómico y antropométrico de la comunidad.

Palabras Claves: viviendas de interés social, sistema prefabricado, diseño bioclimático, diseño interior, enfoque sistémico.

Abstract

The following article is related to the problem of housing, which has its main component in the increase of the population of Ecuador. From the census data of the INEC in 2012, the population of Ecuador is estimated to increase from 15 million to 23 million by the year 2050. In Guayaquil, for example, the proportion of inhabitants of working class neighborhoods has grown by 41% in the year 82; to 72% according to data from the Population and Housing Census of 2010. This problem demands urgent responses and alternatives from the academy to provide spatial solutions according to the different human, geographical and historical realities. Traditionally, low-income households are

¹ Doctor en Ciencias Técnicas. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Análisis y Síntesis de Sistemas de Ingeniería. Director Científico del Proyecto “VIS”. Universidad de Guayaquil (UG), Ecuador.

² Maestro en Arquitectura Bioclimática. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Director del Proyecto “Enfoque sistémico del diseño de viviendas de interés social a partir de sistemas constructivos prefabricados para los sectores populares de las zonas 5 y 8 del Ecuador, Proyecto VIS”. Universidad de Guayaquil (UG), Ecuador.

³ Master en Diseño de Interiores. Docente de la carrera de Diseño de Interiores. (UG). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Guayaquil. Ecuador.

defined as "Low-cost housing"; however, the concept of Social Interest Housing (VIS) defined in this research is made to emphasize that it is a priority to find a reasonable compromise between costs and other indicators such as comfort and care for the environment, in order to offer safe and healthy homes for the less favored sectors of the population. The design of prototypes of social housing starts from the study of the social, economic and environmental context, thus characterizing the territory where the project will be implemented. With this knowledge, it will be possible to give coherent answers, integrating also the design of the interior furniture to the houses of social interest, through the ergonomic and anthropometric analysis of the community.

Key Words: social interest housing, prefabricated system, bioclimatic design, interior design, systemic approach

El déficit en la oferta de vivienda tiene su principal componente en el aumento de la población del Ecuador. Según datos censales del año 2012, se estima pasará de 15 millones a 23 millones para el año 2050. Sin embargo, las iniciativas privadas y públicas para resolver la creciente demanda habitacional de los ciudadanos muestran ineficiencia en sus procesos tanto de gestión como calidad. De ahí que el déficit de viviendas para los estratos bajos de la población ecuatoriana se muestra en el censo del 2010, donde los datos arrojados ilustran que la polarización de los dos sectores de asentamientos en Guayaquil llegó a su máxima histórica: un 28% de población vive en barrios residenciales mientras un 72% lo hace en barrios populares según, INEC (2010). En concordancia con Corral (2011), ante este panorama la oferta de soluciones habitacionales por parte del gobierno lucen insuficientes; más si es para los sectores sociales más pobres.

En consonancia con ello, en América Latina, entre 1950 y 2010 la población de sus centros urbanos creció siete veces pasando de 69 millones a 480 millones de habitantes. De manera, que la migración del campo a las ciudades ha acarreado mejoras sociales y económicas para la población donde la indigencia se redujo del 12% al 6% de la población con el índice de Desarrollo Humano aumentado 10 puntos porcentuales en los últimos 20 años.

Sobre esta base, se aprecia como resultado a nivel regional, un aumento en la demanda de servicios urbanos, superando la capacidad de respuesta de los gobiernos nacionales y locales; resultando en la provisión informal de servicios. Esto, equivale a cerca de 160 millones de habitantes que viven en barrios informales que van de la mano con un aumento del valor de la tierra lo que disminuye la asequibilidad de un número creciente de familias de bajos ingresos a la adquisición de vivienda propia según, BID (2014).

Según, BID (2014) Bastidas y Medina (2011), el gran desafío de las políticas de la región, debe ser el mejorar la calidad y localización de la vivienda de interés social, sin contribuir a la expansión de la frontera urbana. Por tanto, se debe frenar la tendencia al crecimiento horizontal de los límites de la ciudad, lo cual demanda recursos naturales, aumenta la segregación social y el costo de acceso a servicios básicos. En consonancia, en la última década, en Latinoamérica la tasa de crecimiento de la superficie urbanizada cuadruplicó a la de la población.

De acuerdo con ello, es imperioso que las ciudades y demás entidades territoriales, prevean el desarrollo razonable en sus territorios; y específicamente en el caso de la vivienda, donde se requiere del incremento de la densidad poblacional (con soluciones en altura para aprovechar mejor el espacio urbano). Ello apunta a una mejor calidad de vida y a un desarrollo sostenible donde los aspectos sociales, ambientales y económicos encuentren su equilibrio.

De ahí que la Universidad en respuesta a su compromiso social, debe plantear propuestas de estudio e investigación sobre estos problemas habitacionales. En este sentido, Koenigsberger, Mayhew, y Szokolay (1977); Stagno y Ugarte (2006), aportan con soluciones residenciales acordes a las diversas realidades humanas, geográficas e históricas de los sectores populares en las zonas 5 y 8.

En consonancia con ello el documento que traza la hoja de ruta de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil tiene como nombre "Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Sistemas Tecnológicos Constructivos". De manera que se plantea esta problemática del déficit de vivienda, y la expansión de las fronteras urbanas. Por ello, el compromiso de esta institución educativa es el aporte al país a estos temas de gran interés nacional avalado por la Constitución de la República del año 2008, que en su artículo 30 refiere que todo ciudadano con independencia de su situación social o económica tendrá derecho a una vivienda adecuada y digna de acuerdo con, Constituyente (2008). Asimismo, el Plan Nacional del Buen Vivir reitera el propiciar condiciones adecuadas para el acceso a un hábitat seguro e incluyente. SENPLADES (2013).

Por tanto, en este proyecto se plantea el trabajo interdisciplinario e interinstitucional mediante la vinculación de la Universidad, la empresa privada y organismos gubernamentales responsables de la gestión del tema de la vivienda. Lo anterior garantiza la generación de propuestas más integrales, donde el factor económico, social y de cuidado al medio ambiente, tienen la misma importancia de acuerdo con, Hechavarría y al. (2015). Otro aspecto es el "triángulo de Sábado", que la innovación exige un sistema de relaciones entre el gobierno, la infraestructura científica y tecnológica y la estructura productiva Sábado y Botana (1970). Estos aspectos se reflejan la figura siguiente:



Figura 1. Integración necesaria entre el Estado, la Industria y la Academia (Triángulo de Sábado).

Enfoque sistémico como propuesta metodológica para el diseño de viviendas de interés social en estudiantes de arquitectura de la Universidad de Guayaquil

De modo que el enfoque sistémico permite aproximarse al objeto de estudio de manera integral. Al respecto, se diferencia del método tradicional pues se tienen en cuenta diversos indicadores como patrones, flujos y relaciones que los articulan según, Bennett (2000). En este sentido se interpreta en la arquitectura como una visión global donde cada parte componente (en este caso de la vivienda y su hábitat) corresponde a un "todo" y debe ser estudiado en conjunto para encontrar soluciones óptimas, en consonancia con Hechavarría (2009). Por tanto, las diferentes propuestas arquitectónicas y urbanísticas de proyectos de vivienda para estratos de bajos ingresos económicos, históricamente carecen de este carácter o visión integradora, multidisciplinaria y participativa de acuerdo con Hechavarría (2015), lo que queda evidenciado en la figura 2.

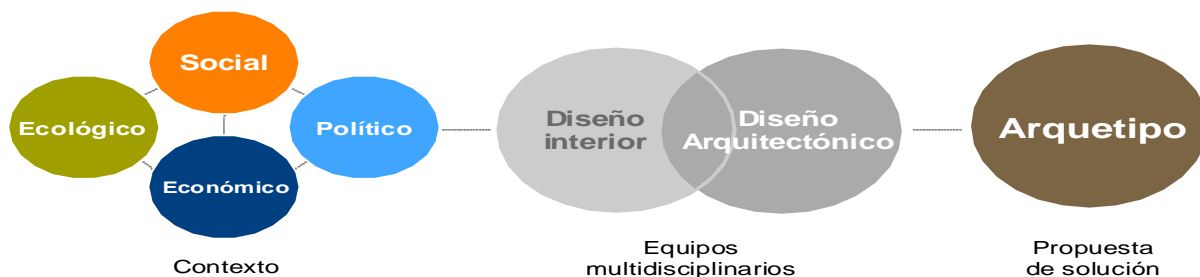


Figura 2. Esquema del enfoque sistémico del diseño de viviendas de interés social.
Fuente: Elaboración propia

Sobre esta base en cualquier proyecto de arquitectura de cierta envergadura, es indispensable contar con la figura de un arquitecto y la de un ingeniero. Esto implica que para construir un edificio necesitamos del arte y de la tecnología. Al mismo tiempo, los ingenieros se encargan de hacer todos los cálculos necesarios para que un edificio se sostenga y funcione. Asimismo, el arquitecto es responsable de crear el espacio que se adapte a las necesidades del cliente y del entorno. Por tanto, lo complicado de un buen proyecto arquitectónico es que encuentre el equilibrio entre el arte y la tecnología. De manera que si se tiende más hacia un polo que hacia el otro el resultado no es el óptimo, lo anterior se refleja en la figura 3.

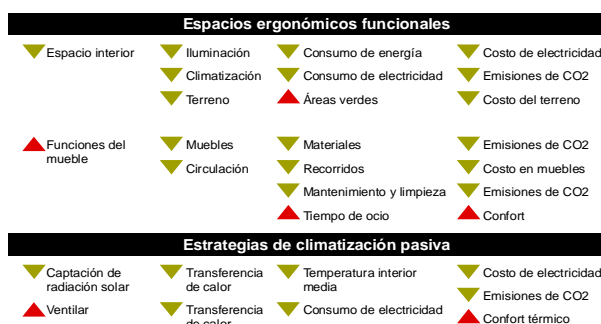


Figura 3. Influencia de las estrategias de diseño en los diversos indicadores.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la optimización multiobjetivo se proyecta encontrar un compromiso razonable entre diferentes indicadores de eficiencia como son: el costo, el confort y el cuidado al medio ambiente. La implementación de la función objetivo en una aplicación CAD que es una herramienta que permitirá potenciar el proceso de toma de decisiones. En este sentido un caso de estudio con esta metodología logra el mejoramiento de barrios marginales integrando universos de soluciones que buscan el compromiso entre maximizar los beneficios de un proyecto, el control y minimización de los costos de los mismos y la perturbación del barrio durante la ejecución del plan. Asimismo, se integra las decisiones urbanísticas con las decisiones de planificación, según El-Anwar y Aziz (2014). La caracterización del territorio permite aproximarse desde los aspectos físicos ambientales, económicos y sociales. Para ello, se estudia los requerimientos para determinar no sólo las cualidades formales de la envolvente arquitectónica sus espacios y usos. Al mismo tiempo, se establecen los lineamientos de la propuesta que se inserta en un espacio urbano determinado, donde el análisis sistémico varía según la geografía y costumbres de los habitantes en las zonas 5 y 8 del Ecuador, ver figura 1.

Sobre esta base se proyectan respuestas arquitectónicas adecuadas a las relaciones entre hábitat y vivienda. Esta habitabilidad debe desarrollarse al vincularse al uso y

gestión de los recursos económicos para construir la mitigación de la inequidad y vulnerabilidad, de acuerdo con Jordán y Simioni (2003). Esto se muestra en la figura 5.

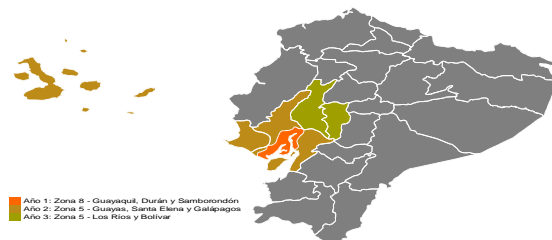


Figura 5. Zonas de desarrollo y consolidación de procedimientos de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al análisis de los sistemas constructivos utilizados tradicionalmente en cada territorio, según Ugalde (2010) es uno de los pilares fundamentales de este proyecto debido a la influencia directa que tienen en la productividad de la vivienda y la posibilidad del crecimiento en altura. De manera que estos factores serán determinantes para suplir la alta demanda de viviendas de interés social así como, de la industrialización de los procesos productivos enfocados a la vivienda que son requeridos por el Ecuador para invertir la matriz productiva.

En este sentido, un caso muy particular de vivienda de interés social nace en Chile, bajo las características de un proyecto de viviendas unifamiliares, con el concepto de crecimiento progresivo. En este, se plantea una estructura aporricada (elementos estructurales compuestos por vigas y columnas) ya consolidada. Así, el propietario construye a medida de sus necesidades y consolida su hábitat. Estos, experimentos han dado buenos resultados, y permiten que las comunidades se apropien de los espacios habitacionales y su entorno próximo. Por ello, se logra sentido de pertenencia y de inclusión, en consonancia con Contal y Revedin (2013). De ahí que el auto constructor no se detiene en la edificación de nuevos espacios de su vivienda, sino que aborda la adaptación y mejoramiento de lo ya construido, según Greene y González (2012).

En concordancia con Brakarz, Greene y Rojas (2002), la adaptación de estos ejemplos a través del análisis del contexto social permite mejorar la proyección de espacios. Por ello, una de las causas del sentimiento de la ausencia de confort en las viviendas de interés social, son el resultado de no integrar al usuario en los procesos de diseño.

Otro componente importante es el método de diseño bioclimático, que se encarga de desarrollar respuestas coherentes a una realidad climática específica. Este, implica el acopio de información y describe la ubicación geográfica del asentamiento y sus características climáticas más relevantes. Lo anterior son elementos indispensables para caracterizar el entorno donde se emplaza el proyecto.

Asimismo, dentro de la realidad de una localidad, están sus materiales, de acuerdo con González (2003) y sistemas constructivos con sus respectivos desempeños térmicos que acompañan las condiciones de habitabilidad de una solución habitacional. Para ello, es importante esa realidad, la orientación de la volumetría del proyecto como factores decisivos a la hora de plantear soluciones arquitectónicas y sacarle mejor partido al diseño solar, según González, Hinz, de Oteiza, y Quiros (1986); Szokolay (2004).

Por otra parte, con soluciones de vivienda de interés social que tengan en cuenta al usuario y al entorno se logra el reforzamiento de lazos con la comunidad. Así, el sentirse

incluido, reconocerse como parte esencial de un todo y de un sistema de acciones derivadas logra una sustentabilidad. Esta, adquiere una dimensión que va más allá de la arquitectura e implica todo lo que ocurre dentro del fenómeno urbano-regional. Para ello, se logra construir una verdadera ciudadanía, y por ende, una verdadera comunidad basada en una arquitectura y urbanismo sostenible. Por tanto, se logran riquezas en todo el sentido de la palabra, para “emplear menos energía, ser más eficientes, y más solidarios”, según Kaztman (2003).

De acuerdo con estas ideas, el aprendizaje mediante el trabajo en campo y la interacción con la comunidad, permite conocer los orígenes y transformaciones que los barrios y sus viviendas han experimentado, para planificar diseños que respondan a esas realidades. Así, el crecimiento progresivo, y el sentido de pertenencia producto de luchas por la tenencia de tierra, son factores determinantes al momento de proyectar soluciones arquitectónicas que respondan a las realidades de sus usuarios, de acuerdo con Peek, Hordijk y d’Auria(2017); Alfonso(2017).

Para ello, los resultados relevantes del proyecto se destacan en la participación de los estudiantes de arquitectura al concurso “Galardones” convocado por la SENESCYT en el cual se destacan las propuestas arquitectónicas presentadas. Lo anterior, se muestra en la figura 6.



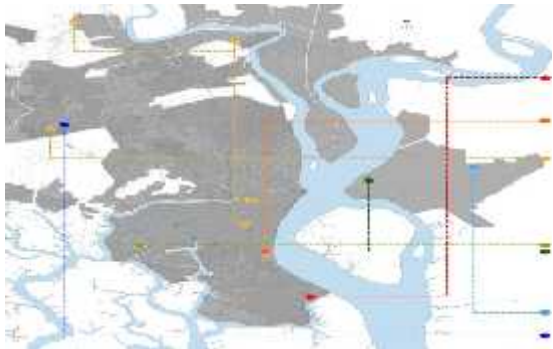
*Figura 6. Propuestas de los estudiantes para viviendas de interés social.
Fuente: Elaboración propia.*

De ahí que en las diferentes actividades realizadas por los estudiantes y docentes en el Proyecto VIS se ha podido comprender el papel fundamental de la participación ciudadana en la toma de decisiones, en consonancia con Forero y Hechavarría (2015). Por tanto, la implementación de nuevos métodos de investigación tiene gran importancia para el campo de la arquitectura. Asimismo, una de las fortalezas lo constituye el diseño participativo (aprendizaje activo) hacia una arquitectura “sin miedo”. En este, se diseña y se logra el contacto con la realidad de los barrios, su gente y entorno, en busca de lo verdaderamente incluyente.

Sobre esta base, es vital en esta tarea tener ojos más humanos y abrirse al conocimiento que la comunidad brinda a través de los talleres. Estos, enriquecen el aprendizaje activo, la retroalimentación de los diseños y procesos con los usuarios finales.

Para ello es necesario que en la práctica, los diseñadores analicen y evalúen las opciones de diseño. Estos, dependen de cada caso particular de cada región en estudio y se materializa a través del aprendizaje basado en proyectos. Así, en este proceso se consideran aspectos relacionados con el espacio, la volumetría, aspectos subjetivos

referentes a los contextos sociales y geográficos. De ahí que estas deben tener su influencia en el proceso del diseño de interiores, los sistemas constructivos, el análisis numérico de estructuras y la optimización multiobjetivo de los prototipos, según Villalba (2005); Hechavarria (2009). Estos, quedan representados en la figura 7.



Análisis de materiales constructivos
Análisis del contexto social
Prácticas preprofesionales en sistemas constructivos
Diseño de arquetipos de VIS: Durán y Suburbio
Análisis de condiciones de habitabilidad
Mejoramiento térmico de viviendas

Figura 7. Vinculación y prácticas profesionales desarrolladas por los estudiantes en la Zona 8 (Guayaquil, Durán y Samborondón). Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, las investigaciones realizadas conjuntamente con la experiencia práctica en la búsqueda de buenas soluciones en el diseño para viviendas permite; razonar sobre la necesidad de contar con una heurística que brinde al diseñador una población de soluciones optimizadas, para ser sometidas a otros tipos de análisis de carácter técnico y económico.

De acuerdo con estas ideas, el proyecto contribuye con la base metodológica para conformar un futuro programa de investigación. Este, está orientado al ciclo de vida de las viviendas de interés social, que permite la generación de nuevos proyectos de investigación para cada área del conocimiento. Asimismo, los procedimientos desarrollados son aplicados a otras regiones del Ecuador.

Esto permite que el campo en el cual tendrá aplicación la presente investigación sea en el sector de la construcción de viviendas para personas de bajos ingresos. Lo anterior, tiene un importante impacto desde el punto de vista social, político, económico, energético y medioambiental.

Asimismo, se aportan alternativas de solución para resolver los mayores problemas que presentan las empresas privadas y públicas responsables de la construcción de viviendas. Por tanto, el mayor beneficiario directo del proyecto es la población ecuatoriana menos favorecida desde el punto de vista económico. Para ello, se les brinda una vivienda digna, segura y saludable. Esto, se considera premisa fundamental para el ser humano. Así, hay un aporte significativo en la matriz productiva del país con el uso de los sistemas prefabricados.

De acuerdo con estas ideas, el no contar con un enfoque sistémico para el diseño de viviendas de interés social, conlleva a un sinnúmero de problemas. De ahí que ante un procedimiento bien planificado, pudieran evitarse. Con respecto a esto, uno de los casos más recientes es el de SocioVivienda II en Guayaquil, donde no sólo la mala elección del sistema constructivo es detonador de la ausencia del confort, sino los servicios complementarios del plan maestro original que ocasiona falta de pertenencia y pérdida de espacio público entre otros.

A manera de conclusiones se asevera que la propuesta metodológica para el diseño de viviendas de interés social a partir de la utilización de nuevos materiales y sistemas constructivos permite un mayor aprovechamiento energético. Sobre esta base, se favorece el reciclaje y el cuidado al medio ambiente expresión de desarrollo y beneficios de la sociedad. Todos estos aspectos son esenciales y se tornan punto de partida para continuar la profundización en posteriores investigaciones.

Referencias

- Alfonso, M., Bakke, H. y Abad, G. (2017) El proceso de enseñanza-aprendizaje y su enfoque sistémico en la universidad de guayaquil, Ecuador. *Revista electrónica Opuntia Brava*, 3(10)
- Bastidas, D., y Medina, P. (2011). *Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental* (Vol. 1). Quito: Analitika, Revista de Análisis Estadístico.
- Bennett, J. (2000). *Estudios sobre el eneagrama*. Barcelona: Sirio.
- BID. (2014). *Urbanización rápida y desarrollo: cumbre de América Latina y China*. Nueva York: BID.
- Brakarz, J., Greene, M., y Rojas, E. (2002). *Ciudades para todos. La experiencia reciente en programas de mejoramiento de barrios*. Inter-American Development Bank.
- Constituyente, A. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Ciudad Alfaro.
- Contal, M.-H., y Revedin, J. (2013). *Sustainable Design: Towards a New Ethic in Architecture and Town Planning*. Berlín: Birkhäuser.
- Corral, A. (2011). *"Un techo para mi país"* Iniciativa para solucionar el déficit de vivienda popular en América Latina. Quito: Pontificia Universidad Católica. Facultad de Economía.
- El-Anwar, O., y Aziz, T. (2014). *Integrated Urban-Construction Planning Framework for Slum Upgrading Projects* (Vol. 140). American Society of Civil Engineers.
- Forero, B. y Hechavarria H., J. (2015). *Análisis de las condiciones de confort térmico en el interior de las viviendas del complejo habitacional socio vivienda 2, Etapa 1, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador*. III Congreso Internacional Tecnología, Universidad y Sociedad (TUS). Guayaquil: Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES).
- González, E. (2003). *Selección de materiales en la concepción arquitectónica bioclimática*. Obtenido de Academia.edu: <http://bit.ly/2tqdRpl>
- González, E. (2009). *Sobre el confort térmico: temperaturas neutrales en el trópico húmedo*. Palapa, 33-38.
- González, E. (2013). *Comportamiento Térmico de Edificaciones*. Maracaibo, Venezuela: Universidad del Zulia.
- González, E., Hinz, E., de Oteiza, P., y Quiros, C. (1986). *Proyecto, clima y arquitectura*. México DF: Gustavo Gili.
- Greene, M., y González, E. (2012). *Chile vivienda incremental*. Nueva York: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Hechavarría, J. (2009). *"Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos"* (Tesis Doctoral). Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.
- Hechavarría, J. (2017). *Formulación matemática del diseño de redes de abastecimiento*. Revista Científica ECOCIENCIA, Vol. 4(No. 3). Obtenido de <http://ecociencia.ecotec.edu.ec/articulo.php?ida=102>
- Hechavarría, H., y Forero, F. (2015). *Aplicación de la metodología de Análisis y Síntesis de Sistemas de Ingeniería en la búsqueda de soluciones a problemas de la sociedad*.

- III Congreso Internacional Tecnología, Universidad y Sociedad (TUS). Guayaquil: Universidad de Especialidades Espíritu Santo.
- Hechavarría, H., J; Forero, F. y Arzola, J. (2015). *Enfoque sistémico para la optimización multiobjetivo del diseño de viviendas de interés social*. Revista Aporte Santiaguino, Volumen especial.
- INEC (2010). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de <http://ecuadorencifras.gob.ec/resultados>
- Jordán, R., y Simioni, G. (2003). *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago: CEPAL.
- Kaztman, R. (2003). *La dimensión espacial en las políticas de la superación de la pobreza urbana*. Santiago: CEPAL.
- Koenigsberger, O., Ingersoll, T., Mayhew, A., y Szokolay, S. (1977). *Viviendas y edificios en zonas cálidas tropicales*. Madrid: Paraninfo.
- Peek, O., Hordijk, M., y d'Auria, V. (2017). *User-based design for inclusive urban transformation: learning from "informal" and "formal" dwelling practices in Guayaquil, Ecuador*. International Journal of Housing Policy.
- Sábato, J; Botana, N. (1970): *"La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina"*, América Latina, ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad, Editorial Universidad, Chile.
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- Stagno, B., y Ugarte, J. (2006). *Ciudades tropicales sostenibles*. San José: Instituto de Arquitectura Tropical.
- Szokolay, S. (2004). *Introduction to architectural science*. Oxford: Elsevier.
- Ugalde, J. (2010). *Técnicas constructivas tradicionales*. Guayaquil: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Villalba, G. y. (2005). *Algoritmos de Optimización Combinatoria (AOC) aplicados al diseño de redes de distribución de agua potable*. Bogotá: Universidad de Los Andes.