

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN
QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA
SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA
COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL”**

Realizado por:

ADRIANA SOLEDAD MEJÍA SUÁREZ

Director del proyecto:

JAVIER MARTINEZ GÓMEZ

Como requisito para la obtención del título de:

**MAESTRANTE EN ECOEFICIENCIA
INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Quito, 17 de marzo del 2020

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, ADRIANA SOLEDAD MEJÍA SUÁREZ, con cédula de identidad # 171086757-1, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA

171086757-1

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL”**

Realizado por:

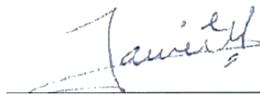
ADRIANA SOLEDAD MEJÍA SUÁREZ

como Requisito para la Obtención del Título de:
**MAESTRANTE EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL
CON MENCIÓN EN EFICIENCIA ENERGÉTICA**

ha sido dirigido por el profesor

JAVIER MARTINEZ GÓMEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

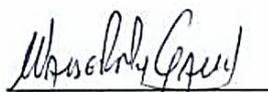
Jefferson Rubio

Walberto Gallegos

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

Quito, 17 de marzo del 2020

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

DEDICATORIA

Dedicado a familia y amigos.
A la divinidad de la naturaleza.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

AGRADECIMIENTO

Agradecido al Equipo de Evolution.

A la divinidad universal.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Para someter a:

To be submitted:

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Adriana Mejía^{1,2}, Javier Martínez¹, Michael Maks Davis².

¹ Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

² Evolution Engineering, Design and Energy Systems Ltd., Exeter-UK.

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Javier Martínez, Universidad Internacional SEK,

Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito, Ecuador.

Teléfono: +593-; email: javier.martinez@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Edificaciones Ecoeficientes en Quito-Ecuador

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Resumen.

Varias entidades municipales en Quito, como la Secretaría de Territorio, buscan que la ciudad tenga un desarrollo urbano hacia la sostenibilidad, siendo parte de diversas iniciativas como C40 (Grupo de Liderazgo Climático), que está formado por ciudades que buscan disminuir las emisiones de carbono en la atmósfera. Son lugares que intentan avivar su desarrollo y economía, pero estando siempre consecuentes con el ambiente y sin afectar el bienestar de la sociedad. Generando que estas ciudades implementen acciones contra la contaminación y entre esas acciones reconocidas son las construcciones ecoeficientes.

Quito comienza con una resolución en el 2016 y termina con una ordenanza en el 2019, por medio de una Matriz de Ecoeficiencia que motiva a las constructoras que quieren ampliar su número de pisos según PUOS (Plan de Uso y Ocupación del Suelo), pero deben tener su aporte ambiental general y a los problemas específicos de la ciudad.

Con el objetivo de interpretar dicha matriz y su influencia con edificios “muestra” diseñados con esos estándares en la ciudad, buscamos tres edificios tipo de una cantidad de dieciocho que ya se encuentran en ejecución, los mismos que pertenecen a tres constructoras distintas cada uno para descifrar las constantes y variables a nivel de área urbana.

La metodología planteada es los requisitos que la resolución menciona para que las edificaciones cumplan con estrategias propias y así llegar a su aprobación y por ende, a su ampliación en pisos. Considerando características técnicas previas y parámetros divididos en área de AGUA, ENERGÍA y APORTES, también con un extra de densidad ocupacional. Cada parámetro consta con su forma de cálculo y mínimos u obligaciones para considerarlo admitido.

Los resultados más importantes son que en el área de AGUA, por ser el más costoso para cualquier constructora, tiende a ser muy irregular en porcentaje de cumplimiento hasta en la misma constructora con diferentes edificios. En el área de ENERGÍA se puede notar que el parámetro más discutido es el de los parqueaderos, ya que, la matriz busca disminuir el uso del auto, pero debido a los hábitos de la ciudad es complejo imponer al usuario esta acción, entonces las ventas de los departamentos bajan cuando no se cuenta con espacios para parqueaderos.

Por otro lado, el área de APORTES, son los parámetros que sin importar constructora o proyecto siempre mantienen constantes, debido a la inversión económica que requieren y a que algunos de estos son normas nacionales. Y por último, densidad habitacional que siempre se cumple con el mismo porcentaje debido a la cantidad de ocupación de usuarios en los edificios.

Palabras clave: edificaciones ecoeficientes, agua, energía, aportes ambientales.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Abstract.

Several municipal entities in Quito, such as the Territorial Secretariat, seek to ensure urban development towards sustainability, becoming part of diverse initiatives like C40 (Cities Climate Leadership Group), which is integrated by cities looking to reduce carbon emissions into the atmosphere. These places intend to reawaken their development and economy but staying consistent with the environment without affecting society's wellbeing. These cities generate actions implemented against contamination; among recognized actions is the eco-efficient construction.

Quito began with a resolution in 2016 and finalized with an ordinance in 2019, through an Eco-efficiency Matrix that encourages construction companies that would apply for a rise in their authorized number of floors according to the PUOS (Occupation and Land Use Plan, for its Spanish acronym), which must hold a general environmental contribution and to the city's specific issues.

With the goal of interpreting that matrix and the influence of sample buildings designed with those quality standards, we searched for three type-buildings from a sample of eighteen that are already in execution, from three different building companies, in order to decrypt constants and variables at the city level.

The suggested methodology comprises the requirements that the norm provides for constructions to meet proper strategies and obtain their approval and therefore, the authorization for a rise in the number of floors. Considering previous technical characteristics and parameters divided into: WATER, ENERGY and CONTRIBUTIONS, as well as an extra of occupation density. Each parameter has its own method of calculation and minimum requirements or obligations to be considered accepted.

The most important results are that in the area of WATER, being it the most expensive one for any construction company, the percentage of compliance tends to be very irregular even in the same company among different buildings. In the area of ENERGY, it is noted that the most discussed parameter is the parking space, as the matrix seeks to decrease the use of vehicles but due to the cultural habits it is complex to impose the user such action; the sales of apartments diminish when there are no parking lots available.

On the other hand, in the area of CONTRIBUTIONS, these parameters are constant regardless of the construction company or project, due to the economic investment required and to the fact that some of these parameters are tied up to national standards. Finally, the occupational density maintains the same percentage due to the amount of users occupancy in the buildings.

Keywords: eco-efficient construction, water, energy, environmental contributions.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Introducción.

La humanidad no se puede independizar de la naturaleza, el entorno en donde instalamos nuestro hábitat debe ser visto como un ciclo natural de aporte en la vida de la Tierra (Matteucci, 2014). Esto va conjunto con el crecimiento ecológico que se ha dado a nivel global en diferentes ciencias, pero nos concentraremos en una sola como lo es la construcción de edificaciones y a su vez con los sistemas de calificación como LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) que ha sido cuestionado, ya que el diseño de un edificio ecológico debería ser básico por arquitectos e ingenieros y no por ganar puntos, dando así a suponer que sólo es por negocio antes que por protección al ambiente (S. El Yamanya0F, 2016). Sin embargo, visto desde un criterio personal, a pesar de que para las constructoras sea más un incentivo económico, me parece que es un reto que nos obliga a ser más conscientes de que el trato al ambiente debe ser tan importante como el que tenemos hacia un ser humano, siendo que hasta en nuestra Constitución de la República del Ecuador ya considera a la naturaleza con un “sujeto” de derechos a ser protegido.

De acuerdo con investigaciones como la de Paleari (2016), se ha concluido que el sector de la construcción de edificios residenciales es un consumidor importante de energía y generador de contaminantes, por esta razón existe la necesidad de construir edificaciones ecoeficientes. Los cuales parten desde el diseño sostenible, que consiste en manejar espacios para vivir de acuerdo con la naturaleza hasta completar su vida útil sin generar mayores afectaciones al entorno (Merizalde, 2012).

Parte de esto también es el metabolismo urbano, en la que se aplica ciclos que están interrelacionados principalmente con tres dominios en países como Ecuador, categorizados en vías de desarrollo, en el ámbito ambiental, social y económico. Constatando que lo que se recibe mucho del entorno no se lo devuelve de igual manera, en lo que respecta a energía,

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

agua, materiales y alimentos, ya que regresa a manera de residuos (Polit, 2016).

La urbanización global con el tiempo se ha transformado en un fenómeno de levantamiento en el que se estima que el 70% de la población mundial vivirá en ciudades para 2050, causando que los márgenes de las áreas metropolitanas tengan que expandirse y por ende, una presión excesiva sobre los recursos e infraestructura ambientales, además de afectar el ambiente circundante. De esto nace el Smart Growth (teoría de planificación urbana y transporte) para detener la expansión territorial en las áreas metropolitanas conjuntamente con los objetivos de sostenibilidad. La idea es mejorar la calidad de vida de las comunidades, pero considerando prioritario la “justicia ambiental” por medio de una herramienta de modelado basado en información recopilada sobre la situación actual y análisis de datos sobre el comportamiento social. (L. Khodeir, 2016). En Quito, esto también es uno de los objetivos al incentivar que las edificaciones comiencen a crecer en altura y así la ciudad se densifique, y las mismas no sigan consumiendo recursos naturales sobre las montañas, viéndolo ya viable debido a que el aeropuerto cambió de localización a las afueras de la ciudad ya que antes se encontraba dentro de la misma.

El movimiento de la construcción ecológica ha ido aumentando durante la tercera década, existen casos de estudios de edificios existentes en los que se interpretó que pueden llegar a consumir hasta un 40% del consumo total de energía en el mundo de hoy. Esto hace esencial estudiar el proceso de ecologización, considerando aspectos como beneficios económicos de la adaptación ecológica, y en participación social / organizacional en el proceso (Karim, 2016).

En este caso nos concentraremos en tres edificaciones ecoeficientes de Quito distribuidas en el Hipercentro (Evolution, 2018-2019) que fueron diseñadas de acuerdo a los lineamientos de la Matriz de Ecoeficiencia N° 1 de la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda detalla en la Resolución N°018-2018 del 18 de diciembre del 2018, la misma que se

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

relaciona con la Ordenanza Metropolitana N°003 del 29 de abril del 2019.

Estas edificaciones aplican a definiciones nuevas como la biomimética, una ciencia en la que los arquitectos inspiran soluciones a los problemas humanos a través del estudio de diseños, sistemas y procesos naturales en las fachadas de todo un edificio. Mostrando interacción de los edificios con el medio ambiente (jardines verticales), lo cual puede reducir significativamente la demanda de energía del mismo (Gehan,2016).

Planteándonos como objetivo, entender a detalle la Matriz de Ecoeficiencia y evaluar su influencia en la ciudad, principalmente en el sector residencial, ya que estas edificaciones al cumplir con cierto porcentaje de la Resolución tienen ahorros de energía y agua, y aportes ambientales, paisajísticos y tecnológicos.

La metodología de la Resolución ayuda a la eficiencia energética en edificaciones ya que por medio de estrategias planteadas para cumplir parámetros como consumo de agua y energía aporta a su reducción por medio de equipos más eficientes que cumplen con el rango de etiquetado energético A y B. Sistemas que generan energía renovable en sitio, que colaboran para el autoabastecimiento y contribuyen a la red municipal al disminuir demandas energéticas. El uso de materialidad cuyos ciclo de vida representan una huella ecológica más verde que ayudan a disminuir desechos u optimizar procesos de producción desde la fuente (Nour, 2016), el reciclaje de residuos o desechos apoya a la economía circular que va de la mano con el análisis de mejora continua y el promover el uso de bicicletas ayuda a generar conciencia ambiental para disminuir el uso del carro, entre otros (Dilhan, 2016).

Cada detalle tiende a corroborar a una eficiencia energética en diversos escenarios, ya que la definición de la misma, “es un conjunto de acciones que permiten emplear la energía de manera óptima, incrementando la competitividad de las empresas, mejorando la calidad de vida, reduciendo costos y al mismo tiempo ser amigable con el ambiente” (Ministerio del Ambiente del Perú, 2009).

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

La manera de como la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda, motiva a que las constructoras edifiquen infraestructuras ecoeficientes, es dándoles la oportunidad de que sus proyectos puedan ampliarse en número de pisos sobre lo normalizado en el Plan de Uso y Ocupación del Suelo, de acuerdo con el porcentaje total cumplido de la Matriz de Ecoeficiencia y aportando así principalmente a la densificación de la ciudad con desarrollo sostenible.

La Resolución de la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda tuvo otras disposiciones anteriores que por medio de la práctica fueron modificadas, hubo un total de cuatro resoluciones desde el año 2016 hasta 2018, siendo la cuarta Resolución la más precisa a nuestra realidad y cuyo objetivo principal es de que se motive a construir edificios de gran altura, pero con la condición que sean ecoeficientes.

Considerando que la Resolución tuvo varias actualizaciones, de igual manera fue aprobada una Ordenanza Metropolitana en el año 2019, la misma que ya plantea los lineamientos de control y seguimiento de las edificaciones ecoeficientes como sanciones, de acuerdo al porcentaje de incumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia para las constructoras y usuarios que son directos responsables de su aprobación y mantenimiento, respectivamente.

Como conclusión general de la Ecoeficiencia en Edificios se puede decir que la ciudad de Quito está buscando diversas opciones para ser sostenible, estas edificaciones contribuyen mucho al desarrollo de la misma, ya sea como infraestructura en diseños de fachadas más verdes o en apoyo cuando existen lluvias críticas al retener el agua y así no existan inundaciones, siendo este parámetro uno de los más influyentes por lo que requiere en inversión económica para cumplir con su estrategia (D. Michael, 2017) o en disminución de consumos tanto de agua como de energía.

Asimismo por medio de la gestión de residuos domésticos en donde el usuario participa directamente, un tema que se está volviendo desafiante por estrategias aún no completamente

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

definidas en ciudades de países en desarrollo por regulaciones o recursos limitados. Con el tiempo estos residuos mal gestionados se vuelven potenciales contaminantes para la salud y seguridad de los habitantes (M. Ibrahim, 2016), este parámetro al obtener fuerza por medio de estas edificaciones genera automáticamente conciencia ambiental, que a la larga luego se refleja en la ciudad y su comportamiento más armonioso con la naturaleza.

También se toma mucha importancia a lo que es el detalle del diseño arquitectónico que ya no sólo se enfoca en infraestructura como tal sino en una especie de manipulación entre el núcleo central y la envoltura externa de cualquier composición, en un diálogo armonioso para crear un ambiente térmico confortable que está influenciado principalmente por la adaptación a las condiciones climáticas, sociales y económicas a través de diferentes períodos. Estas herramientas de modelado digital permiten al arquitecto manipular estos elementos para buscar un rendimiento térmico mejorado del edificio y controlar el consumo de energía en el rango de lo que está disponible para él (Merzougui, 2016).

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Planteamiento del Problema.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) se estima que Quito será el lugar más poblado del país para el 2020, debido a esto se verá obligado a crecer longitudinalmente por su topografía. Esto va a generar que se ocupe más espacio y por ende que se consuman más recursos naturales, con esta preocupación varias entidades, entre ellas, la Secretaría de Territorio lanzó en el año 2016 la primera Resolución que busca principalmente la densificación de Quito, es decir, que comience a crecer en altura antes que en largo.

Este crecimiento poblacional aumenta el impacto negativo al entorno y por ende, obliga a que la ciudad tome decisiones de ser sostenible, entonces se enfoca en áreas donde sus consumos energéticos bases pueden disminuir y en este caso en específico nos enfocamos en sólo uno de ellos que es la construcción residencial.

En el sector de la construcción, estos análisis se están volviendo necesarios debido a que esta actividad influye en el ambiente. Siendo consumidores de recursos naturales y generadores de grandes cantidades de desechos, también usuarios de energía no renovable y emisores de gases de efecto invernadero (Cárdenas, 2015).

Por esta razón nacen ideas de la densificación de Quito que aporten al entorno de diversas maneras al tener edificaciones ecoeficientes con grandes alturas, en las que se enfocan los principales problemas de la ciudad como inundaciones, generaciones de basura, consumos energéticos, emisiones de automóviles, entre otros.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Hipótesis.

Si la ciudad de Quito aumenta en población entonces crecerá su impacto ambiental al subir su demanda energética en actividades como consumos y generación en el sector residencial, en consecuencia acabará con sus recursos naturales, tanto por el crecimiento territorial como por el abastecimiento a los ciudadanos.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Objetivo:

General:

Evaluar la influencia de las edificaciones ecoeficientes en Quito, por medio de un análisis de la Matriz de Ecoeficiencia planteado por la Secretaría de Territorio, enfocándonos en el sector residencial, ya que estas edificaciones al cumplir con cierto porcentaje de la Resolución tienen ahorros de energía y agua, y aportes ambientales, paisajísticos y tecnológicos.

Específico:

- Entender a detalle como la herramienta de la Matriz de Ecoeficiencia determina las decisiones de los constructores según proyectos residenciales.
- Analizar ventajas y desventajas de los parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia según constructoras pequeñas y grandes.
- Comparar entre las edificaciones ecoeficientes muestra, sus porcentajes de cumplimiento de acuerdo a parámetros y áreas de eficiencia.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Materiales y Métodos.

La metodología se basa de acuerdo a la Resolución N°018-2018, ya que en la actualidad la ecoeficiencia está en etapa de transición de la Resolución a la Ordenanza y sus nuevos instructivos, entonces no existe proyecto aún aprobado con la Ordenanza vigente, pero en cuestiones técnicas las modificaciones son muy pequeñas y la nueva matriz, en base a la ordenanza, aún no es aprobada, entonces la muestra es de los edificios que aplicaron ecoeficiencia de la Resolución, de la cual, los mismos deben cumplir con características técnicas previas para ser favorables en Secretaría de Territorio, las mismas que son:

- Lotes de igual o mayor a 400m².
- Lotes cuyo uso principal sea M (uso múltiple), RU2 (residencial urbano que permite equipamientos, comercios y servicios de nivel barrial, sectorial y zonal, así como industrias de bajo impacto), RU3 (residencial urbano que permite equipamientos, comercios y servicios de nivel barrial, sectorial, zonal, y metropolitano así como industrias de bajo impacto) y equipamientos.
- Lotes que se encuentren dentro del área de Sistema Integrado de Transporte Metropolitano o en polígonos definidos por la Matriz de Ecoeficiencia.
- Lotes frentistas a una vía principal de mínimo 12m y si fuese el caso, vías secundarias de mínimo 10m.
- No lotes que se encuentren en zonas de riesgo no mitigable.
- De acuerdo al sector del proyecto depende de la Matriz de Ecoeficiencia a usar.

Con esta fase favorable, dependiendo de cuantos pisos quiere ampliar el edificio y la zona donde esté ubicado el lote (ver Imagen 1), se debe cumplir con un porcentaje total que es la suma del cumplimiento de varios parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia; detallamos

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

a continuación, como de acuerdo con el porcentaje, se suman los pisos y como son directamente proporcionales al Proyecto:

Tabla 1:

Porcentajes de Cumplimiento dependiendo de la ampliación

Rango de Calificación	Área de influencia de las paradas de Corredores Exclusivos de Transporte (CET)	Área de influencia de las Estaciones del Metro de Quito
60% - 69%	25% pisos adicionales	25% pisos adicionales
70% - 79%	50% pisos adicionales	50% pisos adicionales
80% - 89%	N/A	75% pisos adicionales
90% - 100%	N/A	100% pisos adicionales

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

La Matriz de Ecoeficiencia esta agrupada en agua, energía y aportes, cada grupo tiene sus porcentajes de cumplimiento mínimos para poder acreditar el puntaje total o intermedio del parámetro, los cuales a su vez se suma para completar el total que la constructora necesita según proyecto. En agua se puede llegar al 32%, en energía al 37% y aportes al 31% como total, si se cumpliera todos los parámetros de cada área.

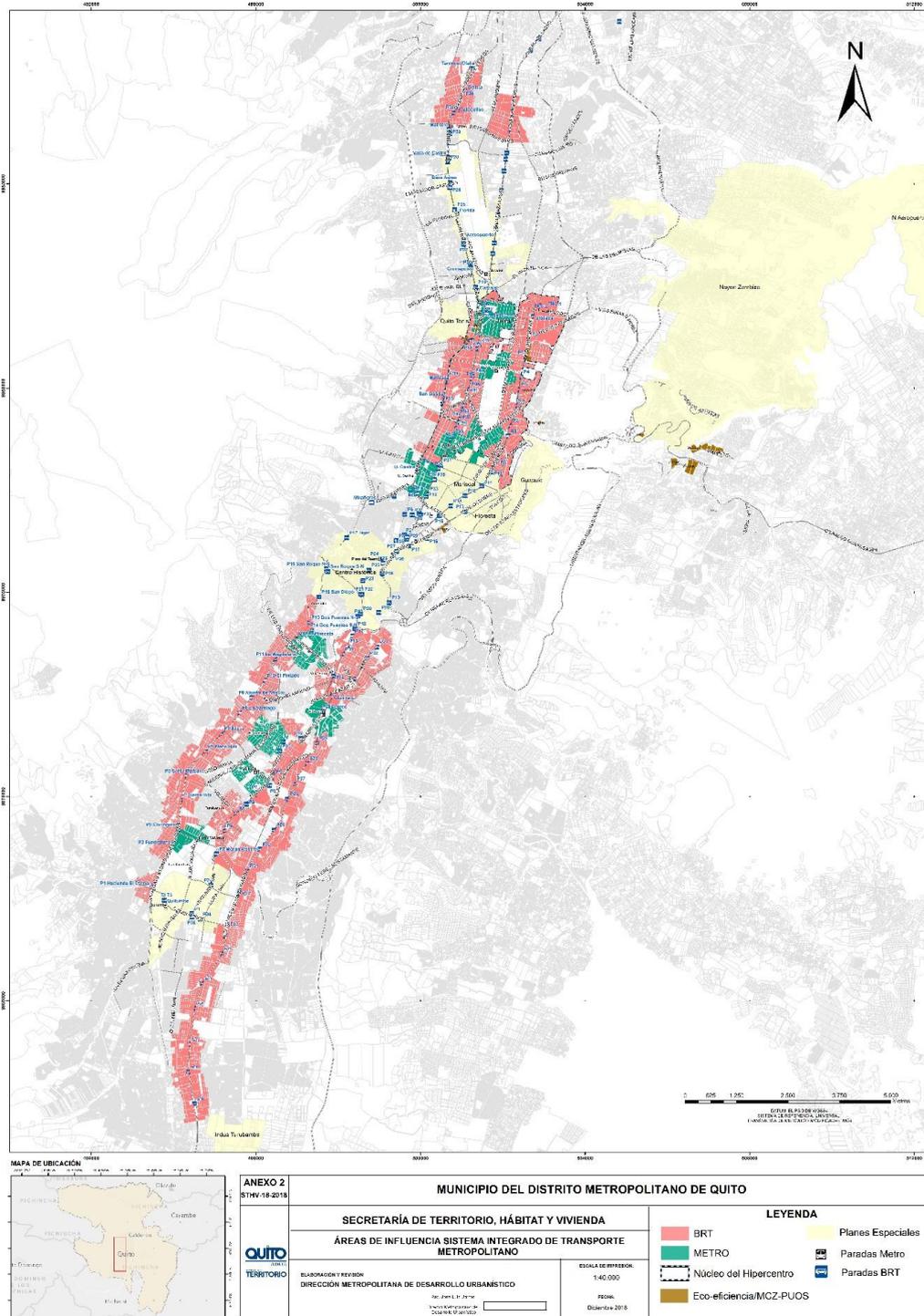
La matriz a analizar es la que se usa para los proyectos ubicados en los polígonos de la zona de influencia BRT (Bus Rapid Transit) y Metro, ya que existen dos más que en lo único que varían son en los porcentajes de cumplimiento, pero en nuestro caso la metodología aplica a la más común que es la Matriz de Ecoeficiencia N°1 Anexo 3 por estar cerca de la red de transporte.

A continuación detallamos el mapa de Quito donde se visualiza las separación de las zonas para construcción de edificios ecoeficientes:

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Imagen 1:

Áreas de influencia para Ecoeficiencia



Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Y a continuación detallamos la Matriz de Ecoeficiencia que aplicaron los edificios muestra de acuerdo a zona:

Tabla 2:

Parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia

Limitación en Consumo de Agua	Retención de Agua en Superficie	Porcentaje de Área Permeable	3%
		Porcentaje de Agua Lluvia Retenida	7%
	Eficiencia en el Consumo de Agua Potable, Tratamiento de Aguas Grises y Reutilización Agua Lluvia	Eficiencia en Consumo de Agua	6%
		Tratamiento de Aguas Grises	8%
		Reutilización de Aguas Lluvia	8%
Limitación en Consumo de Energía	Consumo Edificio	Eficiencia en el Consumo de Energía	5%
		Balance Consumo/Generación	3%
	Eficiencia en Consumo Energía Relacionado con movilidad	Espacios para Comercio y/o Equipamiento Social	4%
		Diversidad de Usos	12%
		Estacionamientos de Bicicletas	3%
Aportes Ambientales, Paisajísticos y Tecnológicos	Tecnológicos	Número de Estacionamientos	10%
		Materiales de Construcción	3%
	Ambientales y Paisajísticos	Materiales livianos en Mampostería	4%
		Planes de Manejo de Construcción y Funcionamiento	4%
		Integración de Retiro Frontal de Planta a Nivel de Acera	4%
	Diseño Bioclimático	Unificación Lotes	6%
		Cobertura Vegetal	3%
		Reflectancia y Absortancia	2%
		Confort Térmico	3%
	Confort Lumínico	2%	

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

A parte del puntaje que se puede obtener sólo como parámetro, también se tiene que, si supera en estrategia para su cumplimiento, puede acceder a puntos extras en algunos de ellos, entonces podemos considerar como puntaje extra en parámetros como:

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Tabla 3:

Puntos Extras de la Matriz de Ecoeficiencia

	Parámetro	Razón	Extra Punto
Agua	Porcentaje de Agua Lluvia Retenida	Porcentaje de retención de agua lluvia supera el 75%.	1
	Tratamiento de Aguas Grises	Tratamiento de aguas negras cuya capacidad cubra al menos 20% de Usuarios. Reutilización y/o infiltración de aguas grises tratadas.	2,5 1
	Reutilización de Aguas Lluvia	Reutilización de agua lluvia excede el 60%.	1
Energía	Estacionamientos de Bicicletas	Estacionamientos de bicicletas de larga estancia abiertos al público.	0,5
Aportes	Plan de Manejo de Residuos Sólidos	Iniciativas; convenios con Recicladores Base, sistemas de recolección de botellas de vidrio y plástico y sistemas de recolección/almacenamiento temporal de aceite vegetal de cocina usado.	1
	Integración de Retiro Frontal de Planta a Nivel de Acera	Integrar al espacio público un 15% o más de COSPB autorizado adicional.	1
	Cobertura Vegetal	Infraestructura y facilidades para implementar agricultura urbana.	0,25

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

Existe también un parámetro de Densidad Habitacional que se le puede considerar como otro puntaje adicional para proyectos con al menos el 50% de área útil para vivienda, para su cálculo se define que se debe contar como usuario dos por cama, es decir; una suite serían dos usuarios o un departamento de dos habitaciones serían cuatro usuarios, después del total de usuarios se lo relaciona con el m² de área útil de esta actividad, según tabla:

Tabla 4:

Densidad Promedio Habitacional

Densidad Promedio (m ² por habitante)	Puntaje Adicional
30m²-40m² / hab	3 puntos
20m²-29m² / hab	5 puntos
< 20 m² / hab	7 puntos

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Limitación en Consumo de Agua:

La presente área “AGUA” tiene como objetivo principal el ahorro del consumo y reutilización del recurso, retener en la misma infraestructura el agua lluvia para apoyar a la ciudad en momentos críticos como inundaciones y su tratamiento in-situ, después del uso, para disminuir contaminación ambiental.

Retención de Agua en Superficie; es el porcentaje de mínimo el 15% hasta el 35% retenido de agua lluvia en litros por medio de estrategias que la almacenan temporalmente y el porcentaje de mínimo el 5% hasta el 20% de área permeable en metros cuadrados que tenga conexión con los acuíferos que el lote del proyecto puede proporcionar, con el fin de disminuir el caudal y volumen de agua que va hacia la red pública de alcantarillado.

Detallamos fórmulas y constantes a continuación:

Tabla 5:

Parámetros de Retención de Agua

Porcentaje de Agua Lluvia Retenida (precipitación de 50mm en lluvia)	Porcentaje de Área Permeable
Fórmula: $Prall = (Rall / (50 * Ant)) * 100$ Prall: Porcentaje de retención de agua lluvia Rall: Volumen de retención de agua lluvia Ant: Área neta del terreno	Fórmula: $Pasp = (Asp / Anl) * 100$ Pasp: Porcentaje de área de suelo permeable Anl: Área neta total del lote Asp: Área neta de suelo permeable,

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

Eficiencia en el Consumo de Agua Potable, Tratamiento de Aguas Grises y Reutilización de Agua Lluvia; es el porcentaje de mínimo el 25% hasta el 50% de ahorro de consumo de agua en metros cúbicos por equipos, aparatos o sistemas que disminuyan su uso, también es el porcentaje de mínimo el 15% hasta el 40% de aguas grises tratadas en metros

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

cúbicos por sistemas implementados y el porcentaje de mínimo el 5% hasta el 20% de agua lluvia reutilizada en metros cúbicos con tecnologías instaladas. Con el fin de optimizar el uso del recurso para disminuir su desgaste en diversos escenarios.

Detallamos fórmulas y constantes a continuación:

Tabla 6:

Parámetros de Consumo, Tratamiento y Reutilización de Agua

Eficiencia en Consumo de Agua (consumo por habitante 200lts)
<p>Fórmula: $PaH2O = ((Di - Df) / Di) \times 100$ PaH2O: Porcentaje de ahorro de agua por habitante Df: Demanda final por habitante incluyendo todos los pisos solicitados y las estrategias de ahorro de agua. Di: Demanda inicial por habitante incluyendo todos los pisos solicitados, tomando como base de cálculo el valor de consumo máximo de 200 litros por habitante por día para el caso de residencia; para el caso de otros usos, se debe justificar el primer escenario.</p>
Tratamiento de Aguas Grises
<p>Formula: $TH2Og = (VH2OGR / VH2OGG) \times 100$ TH2Og: Tratamiento de aguas grises VH2OGT: Volumen de aguas grises tratado VH2OGG: Volumen de aguas grises total generado</p>
Reutilización de Aguas Lluvia (demandas del parámetro eficiencia en consumo de agua)
<p>Fórmula $RH2Ollu = (Vallur / Dtae) \times 100$ RH2Ollu: Reutilización de agua lluvia Vallur: Volumen de agua lluvia reutilizada Dtae: Demanda total (optimizada) de agua del edificio NOTA: "Dtae" corresponde a la demanda total optimizada del edificio (Escenario 2 del parámetro 1.2.1 Eficiencia en el consumo de agua), menos el volumen de agua gris reutilizado en caso de haber optado por dicha estrategia.</p>

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Limitación en Consumo de Energía:

La presente área “ENERGÍA” tiene como objetivo principal el ahorro del consumo de energía eléctrica, generación de energía renovable proveniente de la infraestructura y aportes de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero por medio de estrategias arquitectónicas que promuevan el uso de movilidad ecológica como la bicicleta o que tenga la edificación diversidad de usos para que el usuario no salga en carro por productos básicos.

Consumo Edificio: es el porcentaje de mínimo el 25% hasta el 50% de ahorro de consumo de energía eléctrica en kilovatios hora por equipos o sistemas que disminuyan su uso y el porcentaje de mínimo el 1% hasta el 8% de generación de energía renovable en kilovatios hora por sistemas implementados, con el fin de minimizar gastos y que la infraestructura pueda abastecerse sola en un porcentaje como apoyo a la red pública.

Detallamos fórmulas y constantes a continuación:

Tabla 7:

Parámetros de Consumo y Generación de Energía

Eficiencia en el Consumo de Energía
<p>Fórmula: $Pae = ((Cei - Cef) / Cei) \times 100$ Pae: Porcentaje de ahorro energético Cef: Consumo de energía final incluyendo todos los pisos solicitados y las estrategias de ahorro energético. Cei: Consumo energético inicial con todos los pisos solicitados.</p>
Balance Consumo/Generación (demandas del parámetro eficiencia en consumo de energía)
<p>Fórmula: $Be = (Egen / Econs) \times 100$ Be: Balance consumo/generación Econs: Consumo (optimizado) de energía de todo el edificio Egen: Energía generada o aprovechada en sitio NOTA: “Econs” equivale a “Cef” del parámetro 2.1.1 Eficiencia en el consumo de energía. Entonces: Econs = Cef</p>

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

Eficiencia en Consumo Energía Relacionado con movilidad; es el porcentaje de mínimo el 50% hasta el 75% de área útil de planta baja en metros cuadrados para comercio o servicios, también es el porcentaje de mínimo el 10% hasta el 40% de área útil del proyecto en metros cuadrados para comercio o servicios, con el fin que el usuario no deba usar el carro al tenerlo todo en la edificación.

Por otro lado, implementar estacionamientos seguros de bicicletas de corta y larga estancia de acuerdo al número de viviendas y reducción de la cantidad de parqueaderos de acuerdo a metros cuadrados de las unidades.

Detallamos fórmulas y constantes a continuación:

Tabla 8:

Parámetros de Diversidad, Bicicletas y Parqueaderos

Diversidad de Usos
Fórmula: $DivU = (AuMcP / Aut) * 100$ DivU: Diversidad de usos AuMcP: Área útil menos predominante Aut: Área útil total
Estacionamientos de Bicicletas
Condición 1: colocar infraestructura de estacionamientos de bicicletas de corta estancia en un lugar seguro, visible, accesible, que permita sujetar al cuadro de la bicicleta, cercano al ingreso del edificio, en planta baja o a nivel de acera. Condición 2: colocar un número mínimo de estacionamientos de larga estancia para los usuarios del edificio a razón de 1 puesto para bicicleta por cada 4 viviendas en caso de ser residencia, y 1 puesto para bicicleta cada 200m ² de área útil en caso de oficinas y comercios en general. Estos estacionamientos deben brindar seguridad, y protección contra condiciones climáticas de lluvia y exposición al sol.
Número de Estacionamientos
Fórmula $REst = ((NEMAX - NEPro) / NEMAX) * 100$ REst: Reducción del número de estacionamientos NEPro: Número de estacionamientos propuesto para la edificación NEMAX: Número máximo referencial de estacionamientos calculado a partir de la tabla del presente parámetro

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Cuadro No. 1. Número Máximo Referencial de Estacionamientos para Edificaciones que Aplican al Aumento de Edificabilidad por Eco-Eficiencia

Usos	Nº de unidades	Nº de unidades para visitas	
Vivienda menor a 65m ²	1 habitación	1 unidad	1 cada 10 viviendas
	2 habitaciones		
Vivienda entre 65 y 120m ²	1 habitación	1 unidad	1 cada 8 viviendas
	2 habitaciones	1.25 unidades	
	3 habitaciones	1.5 unidades	
Vivienda mayor a 120m ²	1 habitación	1 unidad	1 cada 7 viviendas
	2 habitaciones	1.25 unidades	
	3 habitaciones	1.5 unidades	
	4 habitaciones o más	2 unidades	
Oficinas en general en Núcleo del Hipercentro*	1 unidad cada 50m ² de área útil	1 cada 200m ² de área útil	
Oficinas en general en zona de influencia de METRO y BRT, excepto en el Núcleo del Hipercentro*	1 unidad cada 40m ² de área útil	1 cada 200m ² de área útil	
*El polígono del Núcleo del Hipercentro está definido en el Anexo 2 de la presente Resolución			
NOTA 1: para todos aquellos usos diferentes a Residencial y Oficinas en General, el número máximo referencial de estacionamientos no debe exceder en un 20% el número mínimo de estacionamientos establecido en las Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo (RTAU) vigentes (OM 172).			
NOTA 2: Las dimensiones de los puestos de estacionamiento para vehículos livianos no podrá exceder los valores de 6.00 metros de largo por 3.00 metros de ancho.			

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

Aportes Ambientales, Paisajísticos y Tecnológicos:

La presente área “APORTES” tiene como objetivo principal una contribución más a la ciudad de diversas maneras, entre esas es construir con nuevas tecnologías en la materialidad para que la huella ecológica del edificio disminuya, manteniendo la comodidad del usuario pero sin que use sistemas activos para su confort, otro es que también le da un impacto positivo paisajístico a la infraestructura al implementar cobertura vegetal o ceder espacio privado como público para volver el sitio más seguro, que a su vez haría el barrio más atractivo para cualquier persona. También tiene planes de manejo que exigen que durante la construcción y funcionamiento del edificio se debe disminuir impacto ambiental y mantener la ecoeficiencia del proyecto, por medio del compromiso de la constructora y de los usuarios que la habitarían.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Tecnológicos; es el porcentaje de mínimo el 15% hasta el 36% de materiales de construcción en metros lineales, metros cuadrados, kilogramos o unidades que cumplan características como ser reciclados, renovables, reutilizables, locales y bajos en emisiones COVs y es el porcentaje de mínimo el 5% hasta el 46% de materiales livianos en mampostería en kilogramos para divisiones internas y losas. Con el fin de disminuir la huella de carbono del proyecto y reducir su vulnerabilidad ante sismos por medio de su alivianamiento.

Detallamos fórmulas y constantes a continuación:

Tabla 9:

Parámetro de Mampostería

Materiales livianos en Mampostería
Fórmula: $Pap = ((PE1 - PE2) / PE1) * 100$ Pap: Porcentaje de ahorro en peso PE1: Peso total de los materiales de mamposterías, divisiones internas y losas para el Escenario 1. PE2: Peso total de los materiales de mamposterías, divisiones internas y losas para el Escenario 2.

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

Ambientales y Paisajísticos; es el porcentaje de mínimo el 15% hasta el 36% de cumplir con planes de manejo que reduzcan el impacto ambiental durante la construcción y funcionamiento del edificio, con el fin de implementar actividades que eviten contaminación y mantener la ecoeficiencia del proyecto.

También es el espacio privado que el proyecto cede como espacio público en el retiro frontal a la acera, si el mismo tiene unificación de lotes y el porcentaje de mínimo el 20% hasta el 40% de cobertura vegetal en metros cuadrados que puede aportar a la ciudad, con el fin de desarrollar espacios más seguros para los ciudadanos y más ecológicos que incrementen diversidad urbana.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Detallamos fórmulas y constantes a continuación:

Tabla 10:

Parámetro de Cobertura

Cobertura Vegetal
<p>Fórmula: $CoV = (ACoV / ATL) * 100$ CoV: Cobertura vegetal ACoV: área de la cobertura vegetal total vista en planta. ATL: área total del lote.</p>

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

Diseño Bioclimático; es el porcentaje de mínimo el 70% hasta el 90% en la que la materialidad en metros cuadrados debe tener de coeficientes de reflectancia y absorción neutros o cercanos a neutros, también que la misma asegure temperaturas internas no extremas de frío o calor y que por medio del diseño se priorice el ingreso de luz natural. Con el fin de ayudar a disminuir el efecto de isla de calor urbana y evitar el uso de estrategias activas que necesiten energía eléctrica para dar confort al usuario.

Detallamos fórmulas y constantes a continuación:

Tabla 11:

Parámetro de Reflectancia

Reflectancia y Absortancia
<p>Fórmula $PRA = (AGI / ACF) * 100$ PRA: Porcentaje de Reflectancia y Absortancia AGI: Área con estrategias (reflectancia y absorción) ACF: Área total de superficies</p>

Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Edificios Ecoeficientes Muestras:

Para el presente análisis, se ha escogido 3 edificios, los mismos que pertenecen a distintas constructoras cada uno, pero mantienen la constante de la Matriz de Ecoeficiencia, guiados principalmente para el sector residencial.

Tabla 12:

Edificaciones ecoeficientes.

Edificio	Constructora
LAFUENTE	Alpha Builders
ESSENCE	Constructora Rosero
HUMA	Alvarez Bravo Constructores

Fuente: Evolution 2018-2019.

Es una investigación adaptada a la realidad del país, como aporte de las últimas tendencias que se están tomando en la construcción de edificios de altura en Quito por medio de la aprobación de una Matriz de Ecoeficiencia detallada en la Resolución de la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda y relacionada a la Ordenanza Metropolitana.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Resultados.

Los porcentajes de cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia dependen mucho de la inversión de la Constructora, pero normalmente escogen ampliar su número de pisos en un 50% y para esto deben cumplir con un mínimo del 70% de los parámetros.

Las tres edificaciones escogidas por su similitud, ya que son guiadas para vivienda, cumplieron de la siguiente manera:

Tabla 13:

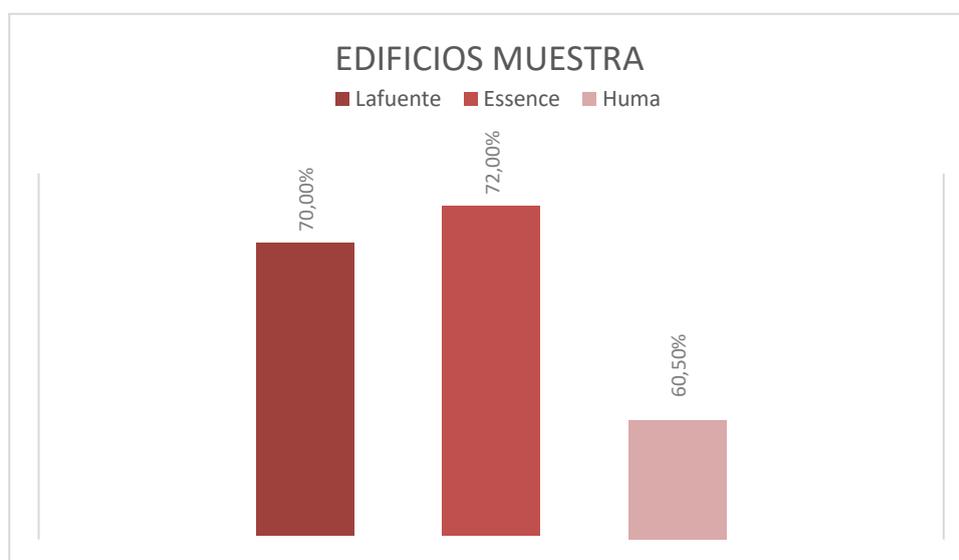
Porcentajes de Cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia de cada edificio

Edificio	Constructora	Número de pisos según PUOS	Porcentaje de ampliación	Número de pisos adicionales	Número de pisos totales	Porcentaje de cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia
Lafuente	Alpha Builders	12	50%	6	18	70,00%
Essence	Constructora Rosero	12	50%	4	16	72,00%
Huma	Álvarez Bravo	10	25%	3	13	60,50%

Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018-2019.

Gráfico 1:

Porcentajes de Cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia de cada edificio



Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018-2019.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Como se nota en la tabla, dos constructoras invierten en el 50% de ampliación y sólo una en el 25%, confirmando que las edificaciones ecoeficientes en su mayoría van a apuntar a cumplir el 70% de la Matriz como se nota en la gráfica, dándonos a entender que los parámetros son accesibles y rentables, independientemente si la constructora es grande o pequeña. El cumplimiento de las edificaciones según su área de la Matriz, detallamos a continuación:

Tabla 14:

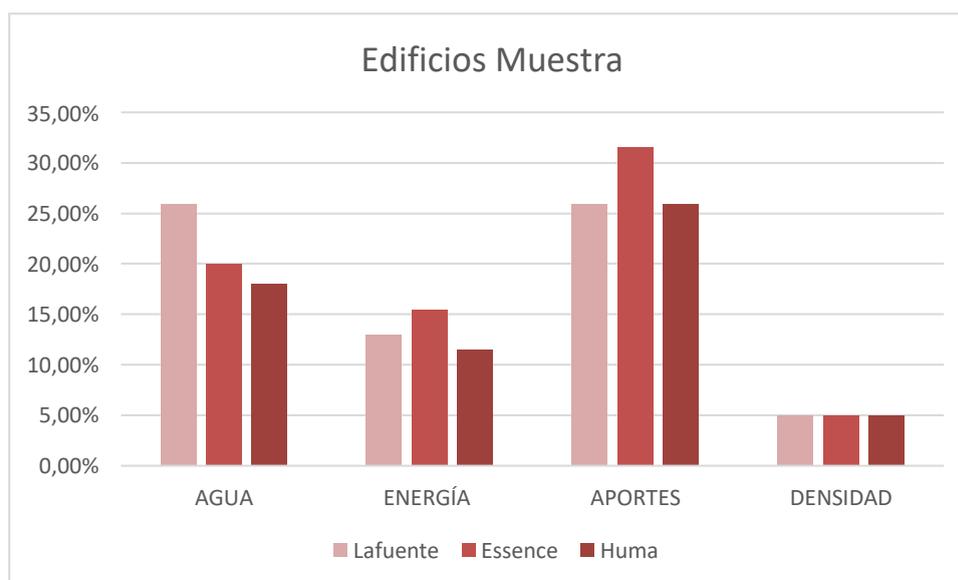
Porcentajes de Cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia según área

PROYECTO	AGUA	ENERGÍA	APORTES	DENSIDAD	CUMPLIMIENTO MATRIZ
Lafuente	26,00%	13,00%	26,00%	5,00%	70,00%
Essence	20,00%	15,50%	31,50%	5,00%	72,00%
Huma	18,00%	11,50%	26,00%	5,00%	60,50%

Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018-2019.

Gráfico 2:

Porcentajes de Cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia de cada edificio



Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018-2019.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

A continuación, adjuntamos renders (imagen digital 3D) de cada uno de los edificios:

Imagen 2:

Renders de las edificaciones

Edificio Lafuente	Edificio Essence	Edificio Huma
		

Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018-2019.

Todas las edificaciones se encuentran en estado de construcción, Lafuente en el piso 14, Essence en fachadas y Huma en acabados. Ciertos datos para el modelado de la investigación del Edificio Lafuente se complementaron con otras “edificaciones tipo” más avanzadas como Tesla e Imagine de la misma constructora Alpha Builders.

Tesla; edificación ecoeficiente tipo que aplico a la primera Resolución para vivienda, ya habitada y en funcionamiento, ubicada en la calle Luxemburgo, con 70% de cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia y por ende, con el 50% de ampliación de pisos, es decir; de 10 a 15, con 5 pisos adicionales.

Imagine; edificación ecoeficiente tipo que aplico a la segunda Resolución para vivienda, en construcción de los últimos pisos, ubicada en la calle 12 de Octubre y Muros, con 70% de cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia y por ende, con el 50% de ampliación de pisos, es decir; de 16 a 24, con 8 pisos adicionales.

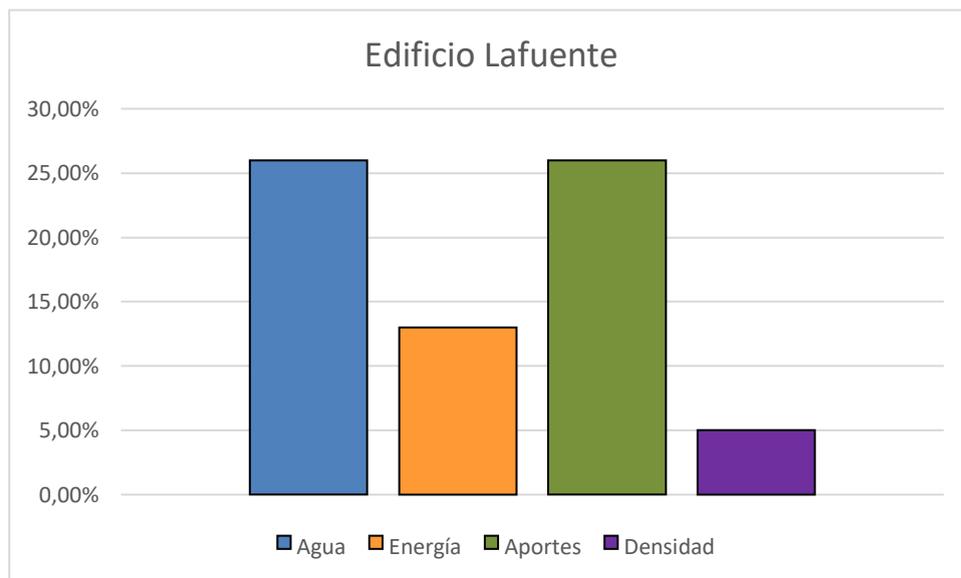
EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Edificio Lafuente:

El proyecto está ubicado en una zona BRT-Hipercentro según IRM (Informe de Regulación Metropolitana), exactamente en la calle de la República del El Salvador E10, parroquia Ñaquito, sector Benalcázar. La constructora Alpha Builders decide invertir en los siguientes porcentajes de cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia, que presentamos a continuación:

Gráfico 3:

Porcentajes de cumplimiento del edificio por área



Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018.

De acuerdo al gráfico podemos interpretar que la constructora cumple con agua con 26%, siendo el edificio muestra que más invirtió en este parámetro significa que sus costos pueden ser más altos que los otros dos edificios muestra, ya que el mismo implica implementar sistemas extras en lo que respecta lo hidrosanitario. En energía se visualiza cumplimiento 13%, que es el constante en varios edificios tipo y en aportes tiene 26%, que es un parámetro que puede variar por la influencia del entorno de la infraestructura y su lote.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

A continuación, detallamos los resultados de la Edificación por parámetro
ecoficiente:

Tabla 15:

Porcentajes de cumplimiento según parámetro.

Parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia		%
Limitación en Consumo de Agua	Retención de Agua en Superficie	0
		7
	Eficiencia en el Consumo de Agua Potable, Tratamiento de Aguas Grises y Reutilización de Agua Lluvia	3
		8
Limitación en Consumo de Energía	Consumo Edificio	2,5
		3
	Eficiencia en Consumo Energía Relacionado con movilidad	4
		0
		3,5
		0
Aportes Ambientales, Paisajísticos y Tecnológicos	Tecnológicos	3
		4
	Ambientales y Paisajísticos	5
		4
		0
	Diseño Bioclimático	3
		2
		3
	Densidad Ocupacional	
Total Cumplido		70

Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018.

A continuación, detallamos los resultados de la Edificación con escenarios ya optimizados según parámetro:

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

Tabla 16: Escenarios optimizados de la edificación ecoeficiente.

		Parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia		Edificio	Porcentaje
Limitación en Consumo de Agua	Retención de Agua en Superficie	Porcentaje de Área Permeable		0	0
		Porcentaje de Agua Lluvia Retenida		18096,71lts/día	47,43%
	Eficiencia en el Consumo de Agua Potable, Tratamiento de Aguas Grises y Reutilización de Agua Lluvia	Eficiencia en Consumo de Agua		38199,08lts/día	34,81%
		Tratamiento de Aguas Grises		13443,81lts/día	41,00%
		Reutilización de Aguas Lluvia		13752,88lts/día	34,90%
Limitación en Consumo de Energía	Consumo Edificio	Eficiencia en el Consumo de Energía		90380,77kWh/mes	46,00%
		Balance Consumo/Generación		270,71kWh/día	9,28%
	Eficiencia en Consumo Energía Relacionado con movilidad	Espacios para Comercio y/o Equipamiento Social		173,47m ²	100%
		Diversidad de Usos		0	0
		Estacionamientos de Bicicletas		38u	100%
		Número de Estacionamientos		0	0
Aportes Ambientales, Paisajísticos y Tecnológicos	Tecnológicos	Materiales de Construcción		\$1672165,19	62,15%
		Materiales livianos en Mampostería		4783222,35kg/m ²	60,00%
	Ambientales y Paisajísticos	Planes de Manejo de Construcción y Funcionamiento		3planes	100%
		Integración de Retiro Frontal de Planta a Nivel de Acera		5m	100%
		Unificación Lotes		0	0
	Diseño Bioclimático	Cobertura Vegetal		383,73m ²	50,00%
		Reflectancia y Absortancia		3018,81m ²	100%
		Confort Térmico		19°C-24°C	100%
		Confort Lumínico		0lx-6000lx	100%
Densidad Ocupacional				21,06m ² /habitante	50,00%

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Podemos apreciar en las tablas que el proyecto invierte mayoritariamente en estrategias que retengan en el edificio al agua lluvia, sobre todo en lluvias críticas, con almacenamiento temporal dentro de la infraestructura que luego lo desaloja al alcantarillado paulatinamente. Y que los parámetros de Agua Lluvia Retenida y Reutilización de Aguas Lluvia deben estar complementados con sistemas que a su vez están siendo apoyados por otro que es Cobertura Vegetal. También cuenta con una planta de Tratamiento de Aguas Grises.

En lo que respecta a Consumo de Agua y Energía se aplican principalmente equipos ecoeficientes ahorradores para optimizar su uso. Como tal el diseño arquitectónico no contribuye a Diversidad de Usos y en Estacionamientos mantiene la cantidad mínima para aplicar a ecoeficiencia, pero lo complementa con Espacios para Comercio y 38u de Estacionamientos para Bicicletas.

En Materiales de Construcción principalmente la infraestructura viene de proveedores locales, algunos son reciclados, y cumple con sistemas de paredes internas alivianadas para Mampostería. En Planes de Manejo; durante su construcción se controla el impacto ambiental por medio de un Plan de Manejo Ambiental y para el funcionamiento se planteó un Plan de Gestión Integral de Residuos, los cuales, al trabajar con un gestor ambiental contribuyen a la disminución en la fuente y reciclaje de residuos. Conjuntamente con los Manuales de Mantenimiento de todos los equipos relacionados a ecoeficiencia.

Por la ubicación del proyecto se identificó que varias fachadas tienen sombra por los edificios que se encuentran a su alrededor y por eso en Reflectancia y Absortancia la fachada Este parte superior es la que requiere de estrategias de materialidad por ser la más expuesta al sol, sobre todo en horas de 9h y 12h. De igual manera la materialidad mantiene temperaturas internas adaptativas para Confort Térmico, y complementado con colores y diseño arquitectónico de ventanas y muros en el Confort Lumínico.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

En esta edificación también se hizo un modelado lineal con la utilización del software LINDO, pero enfocado únicamente en el parámetro de consumo eléctrico y sin incluir comercio, ya que es más controlable el consumo por las unidades y por servicios comunales.

Análisis del proceso productivo a optimizar.

Se presenta el consumo eléctrico de una edificación tradicional con la edificación Lafuente. También es importante mencionar que la actividad de la edificación es de vivienda; para que las comparaciones sean más específicas y no tenga tantas variables por cambios de usos, se considera 85 unidades de departamentos con un total de 282 usuarios, a continuación su detalle de consumo:

Diagrama 1:

Consumos eléctricos del Edificio Lafuente vs Edificio Tradicional

Edificio Tradicional	Edificio Ecoeficiente
Consumo Unidades	Consumo Unidades
90179,3891 kWh/mes	83424,6239 kWh/mes
Consumo Servicios	Consumo Servicios
106249,317 kWh/mes	6956,152 kWh/mes
196.428,7064 kWh/mes	90.380,7759 kWh/mes

Fuente: Propia.

Los cálculos de consumo energético de las dos edificaciones se basan en los equipos eléctricos básicos de vivienda, sólo se diferencia que el edificio ecoeficiente es optimizado con estrategias activas y pasivas extras como sensores de movimiento, luminarias más eficientes y bombas de calor para el calentamiento de agua. No se considera equipos optimizados como

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

línea blanca, debido a que no se le puede imponer al usuario su uso, a pesar de que eso sería lo ideal para mejorar el escenario. En este caso para mejorar las estrategias estándar se propone implementar domótica, un sistema que automatice todo el edificio para que existan menos pérdidas de energía eléctrica y a comodidad del uso del usuario. También se puede efectuar tecnología de “tarjetas” en la que el usuario active su espacio por medio de la misma y cuando no se encuentre se desconecte todos los equipos menos los que requieran siempre estar conectados como la refrigeradora (Imagine, 2017).

Por otro lado, el modelado y simulación del comportamiento térmico de la edificación en función de variables climatológicas permitirá considerar criterios de ventilación pasivos, materiales de construcción, maximización del uso de la iluminación solar en el día, orientación de la edificación; entre las principales donde se busque minimizar el consumo de energía eléctrica.

Factores que afectan el proceso productivo.

El principal factor que afecta a la optimización de la edificación son los usuarios, ya que cuando la misma pasa a funcionamiento la constructora no puede obligar a los que viven ahí a que compren equipos ecoeficientes. La estrategia que se toma es que se entrega la infraestructura con las luminarias, pero no se puede exigir al usuario a que se mantenga con la misma si quieren comprar otras, entonces se desarrollan planificaciones de parte de la administración del edificio en las que ponen los rangos energéticos de los equipos y el usuario puede escoger cualquier producto dentro de estos mismos.

En ciertos casos un factor determinante es la constructora, ya que la inversión de un proyecto ecoeficiente requiere de un análisis económico de que tan rentable es con la ampliación de números de pisos, pero casi siempre es de mucho interés de la constructora tener más departamentos en un mismo edificio que comprar un terreno nuevo y construir algo nuevo.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Análisis de costos relacionados al proceso productivo.

En la edificación tradicional el costo de electricidad sería aproximadamente \$7.857,14 mes y en la edificación ecoeficiente sería aproximadamente \$3.615,23 mes. Esto quiere decir que como consumos se tiene ahorro del 46% kWh mes con estrategias y como se lo mencionó antes de igual manera esto representa apoyo en los otros parámetros de la Matriz.

Los costos son relacionados al escenario optimizado:

Costo Fijo:

- Consumo eléctrico: \$3.336,99 kWh mes
- Consumo eléctrico Calentamiento de agua: \$24,20 kWh mes

Costo Variable:

- Consumo eléctrico servicios generales: \$254,04 kWh mes
- Costos de sistema eléctrico: \$1.368.797
- Costos totales de construcción: \$7.160.192,50

Análisis de ingresos.

Este análisis es muy variable ya que depende directamente del tamaño del terreno y de la ubicación, entonces de este proyecto se estimó que su rentabilidad puede estar en el rango de un 30% a un 40% adicional sobre los esperado, considerando que su terreno es de 740m².

- Precio de venta por metro cuadrado \$1.800
- Área disponible para la venta 8.038,34m²
- Total esperado de ingresos \$14.469.012

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

En la realidad los precios varían mucho según la fluctuación del mercado o a veces los compradores quieren cambiar en diseño del espacio de interés o hacer unificaciones de los mismos, que pueden negociar con la constructora nuevos precios, también la constructora puede generar rebajas si se encuentra en promoción de la empresa o en planos, entre otros.

Potencial de optimización.

En la parte de energía eléctrica se lo ha dividido en sus áreas de influencia, divididas de acuerdo a estrategia optimizada, se pasa todos los datos a kW y se les da su identificación para el modelado. Entonces nos planteamos minimizar el consumo energético que a su vez recae sobre la disminución de costos de operación del proyecto.

A parte de esto también se agrega el tercer escenario, es decir; tenemos la edificación tradicional, ecoeficiente y optimizada. El último, al que se le aumenta su ahorro en un 10% por las estrategias extras mencionadas anteriormente relacionado a la automatización, esto se lo puede corroborar por otras edificaciones ecoeficientes que tuvieron ese porcentaje de aumento con este sistema (Imagine, 2017) y también sacamos sus costos, a continuación detallamos en resumen:

Tabla 17:

Edificio Lafuente por tipo y área

Tipo de Estrategia	Optimización				
	Iluminación	Calentamiento de agua	Servicios Generales	Equipos	Costo kWh
Tradicional kW	88,9	172,9	222,7	322,1	32,3
Ecoeficiente kW	16,3	3,2	4,2	322,1	13,8
Optimizado kW	14,7	3,2	3,8	289,9	12,5
Total Costo \$	0,6	0,1	0,2	11,6	58,6

Fuente: Propia.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

Variables: en iluminación, calentamiento de agua y servicios generales, se toma los datos de la edificación ecoeficiente. En el caso de equipos, como no son optimizados ya que no se puede forzar al usuario a usarlos, vendría a ser los mismos datos entre edificaciones. Entonces identificamos las variables de la siguiente manera:

Tabla 18:

Edificio Lafuente variables

Iluminación	x1
Calentamiento de agua	x2
Servicios generales	x3
Equipos eléctricos	x4

Fuente: Propia.

Función objetivo de minimización de consumo de energía: ya teniendo los cálculos anteriores definimos el modelado de función objetivo que es la siguiente:

Tabla 19:

Edificio Lafuente función objetivo

FO	minimizar	$0.6*x1+0.1*x2+0.2*x3+11.6*x4$
----	-----------	--------------------------------

Fuente: Propia.

Restricciones: en este caso los datos se sacan tomando la base que cuando una edificación entra en funcionamiento se ocupa el 40% de los espacios los primeros meses (Tesla, 2016), ya que muchas personas compran departamentos como inversión antes que para habitarlos entonces el mínimo de uso se calculó a base de ese porcentual del kWh y el máximo de uso se calcula en base de toda la infraestructura ocupada, es decir, todo el edificio saturado, ya que no podría superar esa cantidad de usuarios por unidad.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Entonces nos queda que las restricciones en cada área son:

Tabla 20:

Edificio Lafuente restricciones

Restricciones	
$x1 \leq 16.31$	kWh
$x1 \geq 6.52$	kWh
$x2 \leq 3.20$	kWh
$x2 \geq 1.28$	kWh
$x3 \leq 4.18$	kWh
$x3 \geq 1.672$	kWh
$x4 \leq 322.12$	kWh
$x4 \geq 128.8$	kWh

Fuente: Propia.

Escenarios de estudio.

Tenemos los tres tipos de edificaciones, como se los mencionó anteriormente, y subdivididos en las áreas de influencia con su consumo promedio según estrategia aplicada (Tesla, 2016), entonces:

Tabla 21:

Edificio Lafuente escenarios

Detalle	Escenarios de Estudio			Horas mensuales mínimo
	Tradicional kWh/mes	Ecoeficiente kWh/mes	Optimizado kWh/mes	
Iluminación	8271,10	1516,4	1364,76	93
Calentamiento de agua	32151,1	595,2	595,2	186
Servicios generales	69043,20	1296	1166,4	310
Equipos eléctricos	86963,2	86973,1	78275,8	270
Total edificio mes	196428,7	90380,7	81402,2	
Costo \$ por kWh mes	7857,1	3615,2	3256,1	

Fuente: Propia.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

Elaboración del modelo de programación lineal.

El desarrollo del modelo de programación lineal se basó en la utilización del software LINDO, para el ingreso de datos al programa detallamos nuevamente como resumen los respectivos datos identificados, con su función objetivo, restricciones y costos:

Tabla 22:

Edificio Lafuente por tipo

Optimización						
Tipo de Estrategia	Iluminación (x1)	Calentamiento de agua (x2)	Servicios Generales (x3)	Equipos (x4)	Costo kWh (\$)	Costo kWh/mes (\$)
Tradicional kW	88,9	172,9	222,7	322,1	32,3	7857,1
Ecoeficiente kW	16,3	3,2	4,2	322,1	13,8	3615,2
Optimizado kW	14,7	3,2	3,8	289,9	12,5	3256,1
Total	0,6	0,1	0,2	11,6	58,6	14728,5

Fuente: Propia.

Y en el programa:

Imagen 3:

Datos en programa LINDO



Fuente: Propia.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

Imagen 4:

Resultados en programa LINDO

LINDO - [Reports Window]

File Edit Solve Reports Window Help

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1498.454

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	6.520000	0.000000
X2	1.280000	0.000000
X3	1.672000	0.000000
X4	128.800003	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	9.790000	0.000000
3)	0.000000	-0.600000
4)	1.920000	0.000000
5)	0.000000	-0.100000
6)	2.508000	0.000000
7)	0.000000	-0.200000
8)	193.320007	0.000000
9)	0.000000	-11.600000

NO. ITERATIONS= 0

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	0.600000	INFINITY	0.600000
X2	0.100000	INFINITY	0.100000
X3	0.200000	INFINITY	0.200000
X4	11.600000	INFINITY	11.600000

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	16.309999	INFINITY	9.790000
3	6.520000	9.790000	6.520000
4	3.200000	INFINITY	1.920000
5	1.280000	1.920000	1.280000
6	4.180000	INFINITY	2.508000
7	1.672000	2.508000	1.672000
8	322.119995	INFINITY	193.320007
9	128.800003	193.320007	128.800003

Fuente: Propia.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

La función de optimización del sistema energético entrega como resultado 1498kWh/mes en su minimización, por lo que:

Tabla 23:

Edificio Lafuente optimizado

Restricciones optimizado		
$x1 \leq$	9.79	kWh
$x1 \geq$	6.52	kWh
$x2 \leq$	1.92	kWh
$x2 \geq$	1.28	kWh
$x3 \leq$	2.50	kWh
$x3 \geq$	1.67	kWh
$x4 \leq$	193.32	kWh
$x4 \geq$	128.80	kWh

Fuente: Propia.

De este resultado se puede interpretar que aún se logra mejorar más el sistema, pero basado en la cantidad de usuarios, ya que no siempre una suite va estar ocupada por dos usuarios y así sucesivamente el resto de unidades.

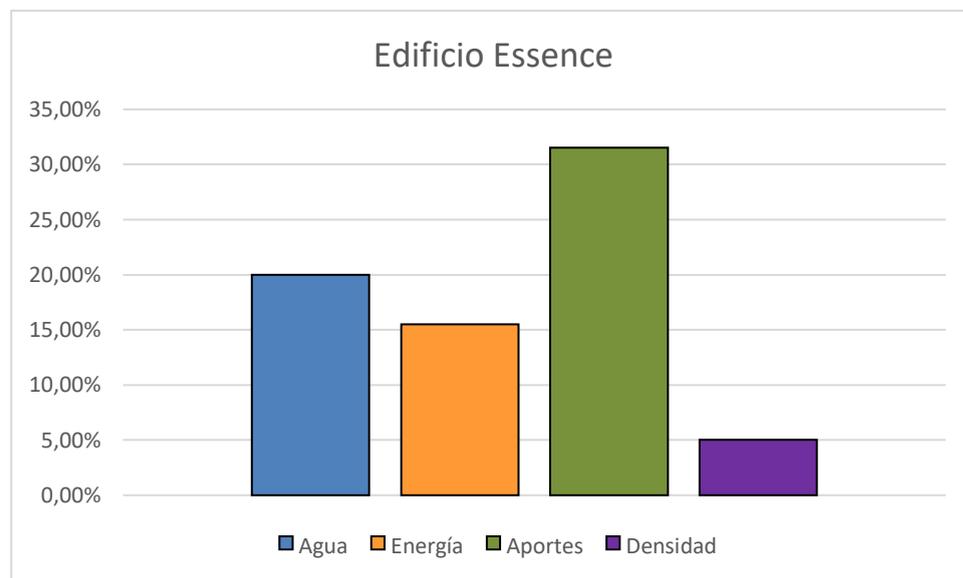
EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Edificio Essence:

El proyecto está ubicado en una zona BRT-Hipercentro según IRM, exactamente en la calle de la 6 de Diciembre, parroquia Ñaquito, sector Benalcázar. La Constructora Rosero decide invertir en los siguientes porcentajes de cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia, que presentamos a continuación:

Gráfico 4:

Porcentajes de cumplimiento del edificio por área



Fuente: Memoria Técnica Evolution 2019.

De acuerdo al gráfico podemos interpretar que la edificación cumple en agua con 20% que es el porcentaje promedio del parámetro, cumplirá más con equipos de bajo consumo dependiendo demandas.

En energía se visualiza cumplimiento de 15,50%, que es constante en varios edificios tipo, principalmente por equipos y luminarias ecoeficientes. En aportes tiene 30,25% siendo el edificio muestra que más cumple en este parámetro por tener puntaje en el parámetro “unificación de lotes” que es una característica poco común de efectuar por costos.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

A continuación, detallamos los resultados de la Edificación por parámetro
ecoficiente:

Tabla 24:

Porcentajes de cumplimiento según parámetro.

		Parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia	%
Limitación en Consumo de Agua	Retención de Agua en Superficie	Porcentaje de Área Permeable	0
		Porcentaje de Agua Lluvia Retenida	8
	Eficiencia en el Consumo de Agua Potable, Tratamiento de Aguas Grises y Reutilización de Agua Lluvia	Eficiencia en Consumo de Agua	3
		Tratamiento de Aguas Grises	0
		Reutilización de Aguas Lluvia	9
Limitación en Consumo de Energía	Consumo Edificio	Eficiencia en el Consumo de Energía	5
		Balance Consumo/Generación	3
	Eficiencia en Consumo Energía Relacionado con movilidad	Espacios para Comercio y/o Equipamiento Social	4
		Diversidad de Usos	0
		Estacionamientos de Bicicletas	3,5
		Número de Estacionamientos	0
Aportes Ambientales, Paisajísticos y Tecnológicos	Tecnológicos	Materiales de Construcción	3
		Materiales livianos en Mampostería	4
	Ambientales y Paisajísticos	Planes de Manejo de Construcción y Funcionamiento	5
		Integración de Retiro Frontal de Planta a Nivel de Acera	4
		Unificación Lotes	3
	Diseño Bioclimático	Cobertura Vegetal	3
		Reflectancia y Absortancia	4,5
		Confort Térmico	3
		Confort Lumínico	2
Densidad Ocupacional			5
Total Cumplido			72

Fuente: Memoria Técnica Evolution 2019.

A continuación, detallamos los resultados de la Edificación con escenarios ya optimizados según parámetro:

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

Tabla 25: Escenarios optimizados de la edificación ecoeficiente.

		Parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia	Edificio	Porcentaje
Limitación en Consumo de Agua	Retención de Agua en Superficie	Porcentaje de Área Permeable	0	0
		Porcentaje de Agua Lluvia Retenida	52113,771ts/día	77,24%
	Eficiencia en el Consumo de Agua Potable, Tratamiento de Aguas Grises y Reutilización de Agua Lluvia	Eficiencia en Consumo de Agua	50365,351ts/día	35,62%
		Tratamiento de Aguas Grises	0	0
		Reutilización de Aguas Lluvia	45591,611ts/día	85,69%
Limitación en Consumo de Energía	Consumo Edificio	Eficiencia en el Consumo de Energía	127670kWh/mes	50,63%
		Balance Consumo/Generación	425,61kWh/día	10,33%
	Eficiencia en Consumo Relacionado con movilidad	Espacios para Comercio y/o Equipamiento Social	398,88m ²	100%
		Diversidad de Usos	0	0
		Estacionamientos de Bicicletas	49u	100%
		Número de Estacionamientos	0	0
Aportes Ambientales, Paisajísticos y Tecnológicos	Tecnológicos	Materiales de Construcción	\$3264651,25	49,49%
		Materiales livianos en Mampostería	7033157,35kg/m ²	47,90%
	Ambientales y Paisajísticos	Planes de Manejo de Construcción y Funcionamiento	3 planes	100%
		Integración de Retiro Frontal de Planta a Nivel de Acera	65,19m ²	100%
		Unificación Lotes	2u	50,00%
		Cobertura Vegetal	549,17m ²	40,70%
		Reflectancia y Absortancia	8213,09m ²	100%
	Diseño Bioclimático	Confort Térmico	18°C-24°C	100%
		Confort Lumínico	0lx-6000lx	100%
		Densidad Ocupacional	24,79m ² /habitante	50,00%

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Podemos apreciar en las tablas que el proyecto aplica a estrategias que retengan en el edificio al agua lluvia, con almacenamiento temporal dentro de la infraestructura que luego se reutiliza para riego de jardines verticales exteriores y jardines horizontales interiores/exteriores. Los parámetros de Agua Lluvia Retenida y Reutilización de Aguas Lluvia deben estar complementados con sistemas que a su vez están siendo apoyados por otro que es Cobertura Vegetal, siendo éste su mayor inversión.

En lo que respecta a Consumo de Agua y Energía se aplican principalmente equipos ecoeficientes ahorradores para optimizar su uso. Como tal el diseño arquitectónico no contribuye a Diversidad de Usos, a pesar de tener locales y oficinas, y en Estacionamientos mantiene la cantidad mínima para aplicar a ecoeficiencia, pero lo complementa con Espacios para Comercio y Estacionamientos para Bicicletas.

En Materiales de Construcción principalmente la infraestructura viene de proveedores locales, algunos son renovables y reciclados también, y cumple con sistemas de paredes y losas alivianadas para Mampostería. En Planes de Manejo; durante su construcción se controla el impacto ambiental por medio de un Plan de Manejo Ambiental y para el funcionamiento se planteó un Plan de Gestión Integral de Residuos, los cuales a la par con un gestor ambiental contribuyen a la disminución en la fuente y reciclaje de residuos. Conjuntamente con los Manuales de Mantenimiento de todos los equipos relacionados a ecoeficiencia. Este edificio en particular si cumple con Unificación de Lotes, unieron dos lotes para el proyecto, es importante mencionarlo porque este parámetro normalmente no se lo cumple. Y dona un buen espacio privado para ser parte de espacio público como Integración de Retiro Frontal.

Por la ubicación del proyecto se vio que para Reflectancia y Absortancia la fachada Este superior es la que requiere de estrategias de materialidad. Las mismas que da temperaturas internas adaptativas para Confort Térmico, y diseño arquitectónico para Confort Lumínico.

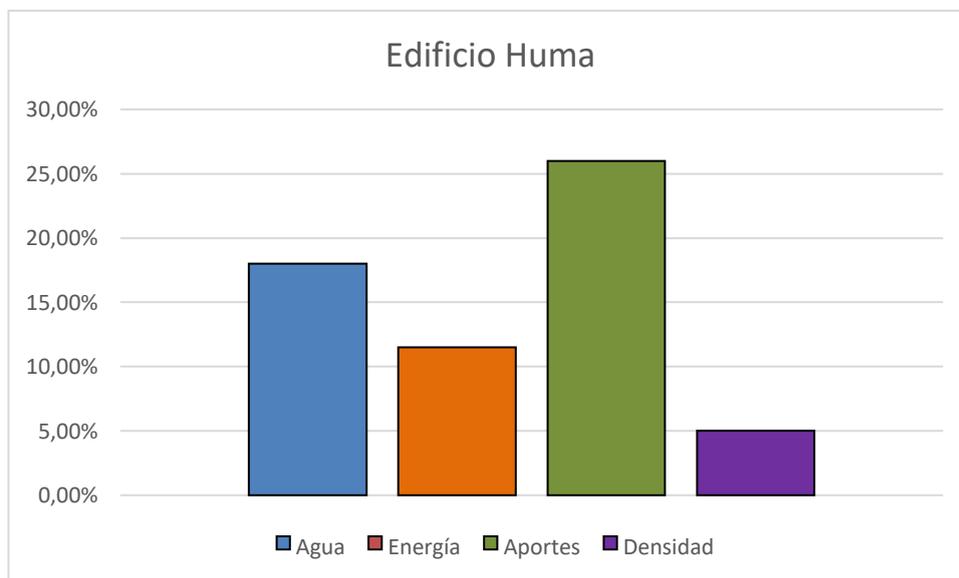
EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Edificio Huma:

El proyecto está ubicado en una zona BRT-Hipercentro según IRM, exactamente en la calle Rusia N321, parroquia Ñaquito, sector Benalcázar. La constructora Álvarez Bravo decide invertir en los siguientes porcentajes de cumplimiento de la Matriz de Ecoeficiencia, que presentamos a continuación:

Gráfico 5:

Porcentajes de cumplimiento del edificio por área



Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018.

De acuerdo al gráfico podemos interpretar que la constructora invierte en agua 18% y en energía 11,5%, siendo el edificio que menos cumplen en estos parámetros.

En aportes llega a 26% que es el promedio en edificios tipo, se debe tomar en cuenta que sus porcentajes son menores que los otros edificios muestra porque también tiene 10% menos de cumplimiento en la Matriz de Ecoeficiencia por su ampliación mínima.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

A continuación, detallamos los resultados de la Edificación por parámetro
ecoficiente:

Tabla 26:

Porcentajes de cumplimiento según parámetro.

Parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia		%	
Limitación en Consumo de Agua	Retención de Agua en Superficie	Porcentaje de Área Permeable	0
		Porcentaje de Agua Lluvia Retenida	7
	Eficiencia en el Consumo de Agua Potable, Tratamiento de Aguas Grises y Reutilización de Agua Lluvia	Eficiencia en Consumo de Agua	3
		Tratamiento de Aguas Grises	0
		Reutilización de Aguas Lluvia	8
Limitación en Consumo de Energía	Consumo Edificio	Eficiencia en el Consumo de Energía	5
		Balance Consumo/Generación	3
	Eficiencia en Consumo Energía Relacionado con movilidad	Espacios para Comercio y/o Equipamiento Social	0
		Diversidad de Usos	0
		Estacionamientos de Bicicletas	3,5
		Número de Estacionamientos	0
Aportes Ambientales, Paisajísticos y Tecnológicos	Tecnológicos	Materiales de Construcción	3
		Materiales livianos en Mampostería	4
	Ambientales y Paisajísticos	Planes de Manejo de Construcción y Funcionamiento	5
		Integración de Retiro Frontal de Planta a Nivel de Acera	4
		Unificación Lotes	0
		Cobertura Vegetal	3
		Reflectancia y Absortancia	2
	Diseño Bioclimático	Confort Térmico	3
		Confort Lumínico	2
		Densidad Ocupacional	5
Total Cumplido		60,5	

Fuente: Memoria Técnica Evolution 2018.

A continuación, detallamos los resultados de la Edificación con escenarios ya
optimizados según parámetro:

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
 MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
 TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
 EL SECTOR RESIDENCIAL**

Tabla 27: Escenarios optimizados de la edificación ecoeficiente.

		Parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia	Edificio	Porcentaje
Limitación en Consumo de Agua	Retención de Agua en Superficie	Porcentaje de Área Permeable	0	0
		Porcentaje de Agua Lluvia Retenida	11760lts/día	39,30%
	Eficiencia en el Consumo de Agua Potable, Tratamiento de Aguas Grises y Reutilización de Agua Lluvia	Eficiencia en Consumo de Agua	19100lts/día	36,31%
		Tratamiento de Aguas Grises	0	0
		Reutilización de Aguas Lluvia	11670lts/día	60,00%
Limitación en Consumo de Energía	Consumo Edificio	Eficiencia en el Consumo de Energía	55306kWh/mes	51,00%
		Balance Consumo/Generación	145,61kWh/día	8,00%
	Eficiencia en Consumo Relacionado con movilidad	Espacios para Comercio y/o Equipamiento Social	0	0
		Diversidad de Usos	0	0
		Estacionamientos de Bicicletas	15u	100%
Aportes Ambientales, Paisajísticos y Tecnológicos	Tecnológicos	Número de Estacionamientos	0	0
		Materiales de Construcción	\$744605,27	60,45%
		Materiales livianos en Mampostería	2200499,54kg/m2	60,00%
	Ambientales y Paisajísticos	Planes de Manejo de Construcción y Funcionamiento	3 planes	100%
		Integración de Retiro Frontal de Planta a Nivel de Acera	48,98m2	41,98%
		Unificación Lotes	0	0
		Cobertura Vegetal	163m2	26,70%
	Diseño Bioclimático	Reflectancia y Absortancia	4128,44m2	100%
		Confort Térmico	19°C-25°C	100%
Confort Lumínico		0lx-6000lx	100%	
		Densidad Ocupacional	23,6m2/habitante	50,00%

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Podemos apreciar en las tablas que el proyecto invierte minoritariamente en estrategias de Retención de Agua Lluvia, con almacenamiento temporal dentro de la infraestructura que luego lo desaloja al alcantarillado paulatinamente. La Reutilización de Aguas Lluvia debe estar complementada con sistemas que a su vez está siendo apoyado por otro que es Cobertura Vegetal, de jardines con plantas nativas, que también contribuyen a Reflectancia y Absortancia.

En lo que respecta a Consumo de Agua y Energía se aplican principalmente equipos ecoeficientes ahorradores para optimizar su uso. Como tal el diseño arquitectónico no contribuye a Diversidad de Usos, en Estacionamientos mantiene la cantidad mínima para aplicar a ecoeficiencia, tampoco aporta con Espacios para Comercio ya que el edificio es principalmente para vivienda y complementa con 15u de Estacionamientos para Bicicletas.

En Materiales de Construcción principalmente la infraestructura viene de proveedores locales, algunos son renovables y otros bajos en COVs, y cumple con sistemas de paredes internas/externas y losas alivianadas para Mampostería. En Planes de Manejo; durante su construcción se controla el impacto ambiental por medio de un Plan de Manejo Ambiental y para el funcionamiento se planteó un Plan de Gestión Integral de Residuos, los cuales a la par con un gestor ambiental contribuyen a la disminución en la fuente y reciclaje de residuos. Conjuntamente con los Manuales de Mantenimiento de todos los equipos relacionados a ecoeficiencia.

Por otro lado por medio de la materialidad se logra temperaturas internas adaptativas para Confort Térmico y complementado con diseño arquitectónico de subdivisiones internas y fachadas para el Confort Lumínico, aprovechando al máximo la iluminación natural, a su vez ayuda a Consumo de Energía ya que se aprovecha la luz del día.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Discusión.

Al comprobar que la sobrepoblación humana es real y por ende, el consumo excesivo de recursos naturales es un impacto ambiental que debe ser manejado desde cualquier área, la construcción es una de esas bases para el cambio necesario que aporte a la sostenibilidad (INEC, 2017).

Las edificaciones muestran comportamientos parecidos en parámetros como APORTES y distintos en parámetros como AGUA, dándonos a entender que siempre va ser predominante para cualquier constructora la inversión del proyecto. Y que uno de los principales problemas de la ciudad es el manejo del agua, por eso la matriz revela su importancia al ponerle más porcentaje comparado con otros (D. Michael, 2017). Estos problemas son las inundaciones en días de lluvia crítica, en los cuales, estas infraestructuras ayudan a retener el agua como aporte a los espacios públicos, también existe la contaminación de los ríos por ser receptores de aguas contaminadas provenientes de la actividad doméstica humana, las cuales se puede disminuir su impacto ambiental al tratarlas desde la fuente de generación en los edificios.

También hay que tomar en cuenta que muchas alcantarillas se tapan por la basura que se encuentra en las calles y para lograr su gestión se debe implementar herramientas, como legislaciones, procedimientos de aplicación, infraestructuras e instalaciones para un manejo y tratamiento seguro de la misma (M. Ibrahim, 2016) entonces el parámetro de residuos puede estar muy relacionado a la concientización de los habitantes para aportar a la vez a AGUA.

El enfoque de Smart Growth (SG) ha tenido críticas negativas ya que al no estar apoyado con un modelo de simulación que sea capaz de validar la aplicación en diferentes áreas urbanas por sus diferentes circunstancias específicas, no se cree que sus resultados puedan ser como algo real. Es importante que se ajuste a la formulación de políticas que

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

abarquen estrategias sostenibles y valores sociales, para poder dar garantía de ser una herramienta eficaz que solucione los desafíos de las áreas metropolitanas, especialmente de los países que se encuentran en vías del desarrollo como lo es el Ecuador (L. Khodeir, 2016).

Las limitaciones del estudio son por falta de investigación en una línea base para el escenario 1 del edificio tradicional en los parámetros de la matriz más detallada y concreta de la que se pueda optimizar, ya que varias de las estrategias de ecoeficiencia son planteadas a criterio del técnico responsable del parámetro para cumplirlo, entonces puede existir ciertas oposiciones si es válido o no la optimización en la edificación, también esta es una de las razones por las que la resolución tuvo tantos cambios durante la práctica. Esto se puede evidenciar en áreas de ENERGÍA y AGUA, en los que se plantean dos escenarios, uno sin estrategias y otro con estrategias, el escenario sin estrategias debería plantearlo la entidad reguladora y a base del mismo los constructores optimizarlo con sus propias renovaciones, pero si los dos escenarios son planteados por los constructores pueden existir métodos que favorezcan a sí mismos su cumplimiento, generando que en la realidad su ecoeficiencia sea discutible. Lo cual también se puede evidenciar en casos de edificios que han aplicado a LEED en el país Egipto, en los que se cuestiona su puntaje debido a que ya tenían varias ventajas sólo por ubicación o circunstancias que les dieron un 40% de cumplimiento, este estudio también toma tres edificios muestras (S. El Yamanya0F, 2016).

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Conclusiones.

Las constructoras tienen su propia opinión reservada con respecto a la Matriz de Ecoeficiencia, ya que algunos de los parámetros influyen mucho en la venta de los espacios.

La cultura de Quito va tener cambios importantes en la manera de pensar de sus ciudadanos por medio de estas edificaciones ecoeficientes, es decir; los usuarios, quienes las habitarán, deben participar en el mantenimiento de las mismas y por eso tienen que cambiar su modo de vida con respecto al entorno.

La hipótesis planteada se predice que es correcta, ya que son nuevas tendencias en Quito, pero en otros países ya se ha demostrado que estas edificaciones tienen beneficios tanto para la ciudad como para el constructor y contribuyen al minimizar el impacto ambiental por la sobrepoblación y desgaste de recursos naturales al hacer la vida más ecoeficiente.

Las constructoras están interesadas en aplicar como mínimo al 50% de ampliación de pisos, esto quiere decir en promedio al menos 5 pisos adicionales, ya que por la inversión en recursos el beneficio es mayor.

Los parámetros de la Matriz de Ecoeficiencia están conectados, es decir, que con el cumplimiento de uno se fortalece otro o son directamente proporcionales, si no se cumple uno el otro tampoco puede aplicarse.

Los parámetros guiados al buen manejo de los escombros para su disminución durante la construcción del Proyecto ya no son sólo una opción que aplicar en la Matriz sino una obligatoriedad por parte de los Constructores; entidades controladoras como Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS) contribuyeron a que para tener el Permiso de Construcción los generadores del escombro deben hacerse responsables del mismo hasta el final.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

El área más costosa de implementar para la constructora es AGUA, debido a la implementación de plantas de tratamiento y su mantenimiento, entre otras estrategias que requieren modificar a la edificación o usar espacios de la misma para poder cumplir con el objetivo. Por esta razón suele ser la más variable en resultados, ya que otras áreas como APORTES siempre mantiene su constancia sin importar la constructora.

Las edificaciones ecoeficientes son una nueva tendencia en Quito desde el año 2016, mientras más sigue pasando la práctica, más se sigue avanzando en mejorar estrategias de aprovechamiento al máximo de recursos.

En este caso al optimizar más el escenario ecoeficiente pudimos distinguir que los principales influyentes son los usuarios, ya que en el momento del funcionamiento del proyecto, el mismo es participe integral para mantener el mejor escenario. Por eso se vuelve algo fuera de control de las constructoras, ya que lo único que podrían llegar a apoyar es dando capacitaciones a los que habiten la infraestructura sobre gestión de residuos domésticos para generar conciencia ambiental, esto iría más allá de lo que el modelado concluye ya que por variación de cantidad de personas, considerando que es muy difícil que siempre estén todos los espacios ocupados, tampoco se podría tener un control absoluto. Entonces podemos concluir que siempre puede haber una mejora, ya sea dada por tecnología o por conciencia universal de los usuarios y que las constructoras sólo tienen hasta un límite su participación.

Existen edificios que tienen varios escenarios de optimización hasta llegar al definitivo, debido a que las proyecciones cambiaban al modificar planos arquitectónicos por ventas de los espacios. Esto nos hace entender lo importante del estudio del mercado, ya que cualquier cambio en el diseño afecta cálculos de la matriz y, tarda la aprobación y su construcción.

En costos implementar un jardín vertical es más rentable que una planta de tratamiento de agua, ya que, visualmente el jardín es más apreciable que la planta y su operación es más barata en su construcción y mantenimiento. Por eso ya varios edificios optan por tener más

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

áreas verdes, que a su vez dará un nuevo escenario a la ciudad y apoyara a la biodiversidad urbana con micro ecosistemas al tener plantaciones nativas.

El parámetro de Porcentaje de Área Permeable de AGUA es técnicamente muy complejo de cumplir por la obligatoriedad de que esa superficie debe tener conexión con los acuíferos, sino cambia en requerimientos, lo más favorable para la Matriz de Ecoeficiencia sería eliminarlo ya que de antemano son 3% perdidos en el total de cumplimiento.

Las ventajas que ofrece la Matriz de Ecoeficiencia es que cuando la ciudad tenga más edificaciones de este tipo se podrá apreciar un cambio más tangible como lugar sostenible, por ejemplo; si una edificación puede controlar mejor el consumo de energía eléctrica con estrategias de eficiencia, las demandas de electricidad disminuirán para abastecer a los usuarios con muchas más infraestructuras.

Las desventajas que ofrece la Matriz de Ecoeficiencia es que como requiere aún de mucha investigación, algunos parámetros pueden ser subjetivos al técnico quien la está ejecutando, haciendo que los resultados también sean relativos. A pesar de esto, es bueno que ya se comience por algo, durante el tiempo la matriz ha ido mejorando y probablemente eso siga sucediendo hasta tener una óptima a la realidad y actualidad de Quito, ya que con la práctica se llega a superiores resultados.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Recomendaciones

Como recomendación podemos comentar que se debe seguir investigando en el tema de la practicidad de la Matriz de Ecoeficiencia en una ciudad que se encuentra en un país en vías de desarrollo ya que al no tener mucho tiempo de experiencia en este tipo de construcción ecológica, existen aún muchos vacíos, como las líneas base de los Escenario 1 de los parámetros de Consumo y Generación de Energía, en los que se adapta la optimización de la infraestructura, los mismos podrían ser más certeros a la realidad de la ciudad. Lo mejor sería que estos escenarios los plantee la misma entidad de control y la constructora los optimice con sus estrategias, basados cada uno en criterios técnicos justificados.

El parámetro de Porcentaje de Área Permeable de AGUA no es tan útil en la practicidad, ya que de antemano no se puede cumplir porque la superficie debe tener conexión con los acuíferos, si se modificara ese requerimiento probablemente se lograría aplicar una estrategia favorable tanto para la ciudad como para la constructora, ya que muchos lotes de las edificaciones podían aplicar al mismo. U otra opción es que sea eliminado por completo y se encuentre otro parámetro que lo reemplace.

Los porcentajes de cumplimiento de cada parámetro debería tener una base técnica mejor justificada, en esto se incluye también los puntos extras que se da en ciertas áreas, los mismos podrían llegar a un mayor puntaje para motivar a las constructoras en mejoras en los edificios o agregar puntos extras en los parámetros de Consumo de Energía y Generación de Energía Renovable, por ejemplo; con iniciativas tecnológicas que disminuyan el consumo de energía y que contribuyan a que la ciudad practique innovaciones renovables a la vez, como son los vidrios fotovoltaicos que se aplican a fachadas, ventanas, lucernarios o suelos.

Contando desde la primera resolución en el 2016, significa que la ciudad ya tiene cuatro años aproximadamente de intervención de la Matriz de Ecoeficiencia, ya es un tiempo

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

considerable para comenzar estudios de mercado a todas las edificaciones ecoeficientes ya en funcionamiento de cómo ha influido su comportamiento en la ciudad, de cómo los usuarios han participado, de los efectos de la misma a nivel urbano, de cuánto han sido las reducciones de consumo de energía y agua, etc. Para encontrar lo que aportó más y lo que ha sido de menor influencia para entender la razón y luego buscar soluciones que llene justamente los vacíos mencionados anteriormente por falta de líneas base, esta investigación también ayudaría a encontrar posibles mejoras de los parámetros que a pesar de que no hayan generado un problema siempre se los puede perfeccionar.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Agradecimientos

Mi agradecimiento al Equipo de la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda el cual contribuyó con información importante sobre estimaciones promedio de los Edificios Ecoeficientes en Quito, principalmente al gran apoyo de Roberto Madera Arends MSc. Ing.

También al Equipo de Ecoeficiencia de Evolution Engineering, Design and Energy Systems Ltd. con quienes se ha trabajado en aproximadamente 18 edificios de diversas constructoras desde la primera Resolución hasta la actual Ordenanza, con aportes y recomendaciones para el beneficio de la ciudad y por permitir la apertura de información sobre su investigación continua y constante de la Matriz de Ecoeficiencia. Entre ellos, Janina Sánchez Cárdenas BSc. MArch., Lizeth Lozano Arq., Mauro Cepeda Ortiz MSc. Arq. y Santiago Morales Flores MSc. Arq.

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Referencias Bibliográficas.

Bovea María D., Samantha E. Cruz-Sotelo, Irma Mercante, Claudia Coutinho-Nóbrega, Mónica Eljaiek-Ursola, Valeria Ibáñez-Flores, 2017, *Aplicación De La Metodología De Análisis De Ciclo De Vida Para Evaluar El Desempeño Ambiental De Sistemas De Gestión De Residuos En Iberoamerica. Revista Internacional de Contaminación Ambiental.* (<http://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2016.32.05.03>)

Cárdenas Juan Pablo, Edmundo Muñoz, Cristian Riquelme, Francisco Hidalgo, 2015, *Análisis de ciclo de vida simplificado aplicado a viviendas de paneles SIP (structural insulated panels),* Revista ingeniería de construcción. (https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-0732015000100003&script=sci_arttext)

Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos, 2009, *Guía de Estudio de LEED AP Diseño y Construcción de Edificios del USGBC.*

D. Michael, 2017, *La reciente legislación para el diseño ecoeficiente en Quito, Ecuador: una revisión y caso de estudio.*

Dilhan J. Thilakarathne, Jan Treur, 2016, *Cognitive Simulation Driven Domestic Heating Energy Management.* (www.sciencedirect.com).

Dr.Gehan.A.N.Radwana, Arch. Nouran Osamab, 2016, *Biomimicry, An approach, for energy effecient building skin design.* (www.sciencedirect.com).

Evolution Engineering, Design and Energy Systems Ltd, 2018, *Memoria Técnica de la Resolución N°018-2018 del 18 de diciembre del 2018, “Edificio Lafuente”.*

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Evolution Engineering, Design and Energy Systems Ltd, 2018, *Memoria Técnica de la Resolución N°018-2018 del 18 de diciembre del 2018, “Edificio Essence”*.

Evolution Engineering, Design and Energy Systems Ltd, 2018, *Memoria Técnica de la Resolución N°018-2018 del 18 de diciembre del 2018, “Edificio Huma”*.

Evolution Engineering, Design and Energy Systems Ltd, 2018, *Memoria Técnica de la Resolución N°013-2016, “Edificio Tesla”*.

Evolution Engineering, Design and Energy Systems Ltd, 2018, *Memoria Técnica de la Resolución N°013-2016 del 7 de abril del 2017, “Edificio Imagine”*.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (2017), *Ecuador: Proyección De Población Por Provincias, según Grupos de Edad 2010-2020*.

Karim M. Ayyada, Ahmed A. Fekryb, 2016, *Green Retrofitability Index (GRI) as an Indicator for DecisionMakers in Green Retrofitting Projects*. (www.sciencedirect.com).

Lavagna Monica , Sara Ganassali, Andrea Campioli, 2016, *LCA Benchmarks In Building's Environmental Certification Systems, Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering, Politécnico di Milano*. (https://www.researchgate.net/publication/308606167_LCA_BENCHMARKS_IN_BUILDING'S_ENVIRONMENTAL_CERTIFICATION_SYSTEMS).

Lailaa M.Khodeir, Ayab Elsisy, Muhammadc Nagy, 2016, *Pre-assessment of Metropolitan Areas' Smart Growth through Agent Based Modelling*. (www.sciencedirect.com).

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Laila M. Khodeir, Dalia Aly, Shaimaa Tarek, 2016, *Integrating HBIM (Heritage Building Information Modeling) Tools in the Application of Sustainable Retrofitting of Heritage Buildings in Egypt*. (www.sciencedirect.com).

Ministerio del Ambiente del Perú, 2009, *Guía de ecoeficiencia para empresas*. (http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_de_ecoeficiencia_para_empresas.pdf)

Mis Merzougui Wafia, Dr Belakehal Azeddine, Dr Bennadji Amar, 2016, *Bilateral central core and an external envelope and its impact on the thermal behaviour of individual self-construction housing in the city of Biskra*. (www.sciencedirect.com).

Merizalde Patricia, 2012, *¿En qué consiste el diseño sostenible?* (http://www.elcolombiano.com/historico/en_que_consiste_el_diseno_sostenible-KCEC_168398).

Michele Paleari, Monica Lavagna, Andrea Campioli, 2016, *The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy*, Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering, Politecnico di Milano. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-1133-6>).

Mohamed Ibrahim, Nanis Abd El Monem Mohamedb, 2016, *Towards Sustainable Management of Solid Waste in Egypt*. (www.sciencedirect.com).

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN QUITO
MEDIANTE LA MATRIZ DE ECOEFICIENCIA DE LA SECRETARÍA DE
TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA PARA COMPROBAR SU APLICACIÓN EN
EL SECTOR RESIDENCIAL**

Muñoz Sanguinetti Claudia, Francisco Quiroz Ortiz, 2014, *Análisis de Ciclo de Vida en la determinación de la energía contenida y la huella de carbono en el proceso de fabricación del hormigón premezclado. Caso estudio planta productora Región del Bío Bío, Chile.* (<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/447>).

Nour ElDin. N.a, Abdou. A.b, Abd ElGawad. I.c, 2016, *Biomimetic Potentials for Building Envelope Adaptation in Egypt.* (www.sciencedirect.com).

Silvia D. Matteucci, 2014, *La Huella Ecológica De La Construcción; I. Conceptos y procedimientos*, National Scientific and Technical Research Council. (<https://www.researchgate.net/publication/237742393>).

S. El Yamanya0F, M. Afifi , A. Hassan, 2016, *Applicability and Implementation of U.S. Green Building Council Rating System (LEED) in Egypt (A Longitudinal study for Egyptian LEED Certified Buildings).* *Procedia Environmental Sciences.* (www.sciencedirect.com).

Paleari Michele, Monica Lavagna, Andrea Campioli, 2016, *The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy*, Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering, Politecnico di Milano. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-1133-6>).

Polit Jácome, Davis Michael, M Lamour, 2016, *Improving Sustainability Concept in Developing Countries Social Urban Metabolism Strategies (SUMS) for Cities.* *Procedia Environmental Sciences.* (www.sciencedirect.com)