

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Diseño sostenible en el consumo de agua entre Edge y Herramienta de
Ecoeficiencia de Quito**

Joel Humberto Bustos Gruezo

Ingeniería Civil

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Civil

Quito, 14 de mayo de 2023.

**Universidad San Francisco de Quito USFQ
Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Diseño sostenible en el consumo de agua entre Edge y Herramienta de
Ecoeficiencia de Quito**

Joel Humberto Bustos Gruezo

Nombre del profesor, Título académico

Miguel Andrés Guerra, PhD.

Quito, 14 de mayo de 2023.

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Joel Humberto Bustos Gruezo

Código: 201495

Cédula de identidad: 0803231034

Lugar y fecha: Quito, 14 de mayo de 2023.

DEDICATORIA

El esfuerzo de este trabajo va para mi madre, hermana, abuela y sobre todo a mi padre que ya no está conmigo, ya que son quienes me siguen impulsando a no dejar las cosas atrás y por darme el apoyo moral que necesito y su guía.

Agradecer así mismo a mis amigos, desde el más reciente hasta los que ya no están presentes en a la universidad por eso buenos momentos y los difíciles también. En especial a Sebastián, Víctor, David, Jacoba, María Emilia, Isabella y Santiago.

Por último, agradezco a mis profesores y todo el personal de la universidad y sobre todo a mi tutor Miguel Andrés por confiar en mí y siempre ser un gran apoyo desde que tuve la primera clase con él.

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

Este trabajo fue realizado en conjunto con Daniel Cartuche.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around these publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

This project was developed with Daniel Cartuche.

RESUMEN

El crecimiento de la sociedad y la población humana es un factor que toma importancia mayor cada año. El impacto económico y medio ambiental del crecimiento hace que se tome una mayor importancia en el uso sostenible o mesurado de los recursos. El concepto de sostenibilidad ha ganado una gran importancia en los últimos años, debido a la necesidad de mantener el equilibrio en el uso de los recursos naturales del planeta a largo plazo. El uso adecuado del agua es esencial para lograr este equilibrio, ya que es uno de los recursos más importantes y valiosos que tenemos. La sostenibilidad del agua implica no sólo su uso adecuado, sino también la protección y conservación de los ecosistemas acuáticos y la prevención de la contaminación de las fuentes de agua. En este proyecto de titulación se realiza el diseño sostenible para alcanzar la certificación EDGE y al menos el 60% del puntaje en la Herramienta de Ecoeficiencia de Quito en el apartado del agua. Se realizaron los cálculos con ayuda del Software EDGE y la resolución Municipal No. STHV-034-2020 respectivamente. Esto con el objetivo de poder comparar ambas herramientas de sostenibilidad y discutir los resultados y beneficios de cada uno. Se encontró que se alcanzaba una mayor eficiencia del uso del Agua en la Herramienta de Ecoeficiencia de Quito que con EDGE además de varias diferencias en la aplicación a proyectos y los distintos beneficios que cada uno otorga. Con este proyecto se da el apartado inicial para en conjunto con los diseños complementarios en aspecto de ahorro de energía y ahorro de energía en materiales, alcanzar la certificación completa, ayudar al medio ambiente y generar mayores beneficios a constructores y compradores.

Palabras clave: EDGE, certificación, sostenible, agua, eficiencia, Ecoeficiencia

ABSTRACT

The growth of society and the human population is a factor that takes on greater importance every year. The economic and environmental impact of growth makes the sustainable or measured use of resources even more important. The concept of sustainability has gained great importance in recent years, due to the need to maintain balance in the use of the planet's natural resources over the long term. The proper use of water is essential to achieve this balance, as it is one of the most important and valuable resources we have. Water sustainability implies not only its proper use but also the protection and conservation of aquatic ecosystems and the prevention of pollution of water sources. In this degree project, sustainable design is carried out to achieve EDGE certification and at least 60% of the score in the Quito Ecoefficiency Tool in the water section. Calculations were made with the help of the EDGE Software and Municipal Resolution No. STHV-034-2020 respectively. This is with the objective of being able to compare both sustainability tools and discuss the results and benefits of each. It was found that greater efficiency of water use was achieved in the Quito Ecoefficiency Tool than with EDGE, in addition to several differences in the application to projects and the different benefits that each one grant. This project is the first step towards achieving full certification, helping the environment, and generating greater benefits for builders and buyers, together with complementary designs in terms of energy savings and energy savings in materials.

Keywords: EDGE, certification, sustainable, water, efficiency, Eco-efficiency

Tabla de contenido

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
OBJETIVOS.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
WEM01 Cabezales de ducha que ahorran agua: 6 L/min.....	16
WEM02 Grifos eficientes que ahorran agua para todos los baños: 2 L/min	16
WEM04 Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños: 6 L/descarga de alto volumen y 3 L/descarga de bajo volumen	17
WEM06 Bidé eficiente que ahorra agua: 2 L/min	17
WEM07 Orinales eficientes que ahorran agua: 2 L/descarga.....	17
WEM08 Grifos de cocina que ahorran agua: 8 L/min.....	17
WEM09 Lavavajillas que ahorran agua: 10 L/Ciclo	17
WEM10 Válvulas de preenjuague de cocina que ahorran agua: 3.75 L/min.....	18
WEM11 Lavadoras que ahorran agua: 35 L/ciclo	18
WEM12 Cobertores de piscina: 30 % de superficie cubierta	18
WEM13 Sistema de riego de jardines que ahorra agua: 4 L/m ² /día	18
WEM14 Sistema de recolección de agua de lluvia: 13 % de superficie del techo utilizada para recolección	18
HERRAMIENTA DE ECOEFICIENCIA DE QUITO	18
Porcentaje de área permeable.....	22
Porcentaje de agua lluvia retenida	22
Eficiencia en consumo de agua.....	23
Reutilización de aguas grises	24
Reutilización de agua lluvia.....	24
APLICACIÓN	25
CÁLCULOS Y APLICACIÓN DE AGUA PARA EDGE	26
CÁLCULOS PARA SOSTENIBILIDAD DE AGUA SEGÚN HERRAMIENTA DE ECOEFICIENCIA DE QUITO.....	28
Aplicación edificio de departamentos sector La Primavera.	28
Aplicación construcción de casas residenciales sector La Primavera.	38
Puntuaciones finales alcanzadas	41
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COMPARATIVA	42
CONCLUSIONES	44

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
Anexo A: EDGE.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntuación de parámetros.....	20
Tabla 2: Pisos adicionales en base a puntaje de Ecoeficiencia Alcanzado.....	21
Tabla 3: Escala de calificación	22
Tabla 4: Escala.....	22
Tabla 5: Factores de uso de aparatos Sanitarios	23
Tabla 6: Escala de puntuación	23
Tabla 7: Escala de calificación de aguas grises	24
Tabla 8: Escala para aguas lluvia.....	24
Tabla 9: Porcentaje de área Permeable (Departamentos)	28
Tabla 10: porcentaje de agua lluvia retenido (Departamentos)	32
Tabla 11: Eficiencia del consumo de agua (departamentos)	35
Tabla 12: Reutilización de aguas grises (departamentos).....	37
Tabla 13: Reutilización de agua lluvia (departamentos).....	38
Tabla 14: Porcentaje de área permeable (casas)	38
Tabla 15: Porcentaje de agua lluvia retenido (Casas).....	39
Tabla 16: Eficiencia del consumo de agua (casas)	40
Tabla 17: Reutilización de aguas grises (Casas).....	40
Tabla 18: Reutilización de agua lluvia (casas)	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Ventana EDGE APP	15
Ilustración 2: Parámetros de Eficiencia de agua	16
Ilustración 3: Escala de Edificaciones.	20
Ilustración 4: Localización y datos del terreno	26
Ilustración 5: Análisis preliminar de factores.	46
Ilustración 6: Revisión de apartamentos para edificios	46
Ilustración 7: Revisión de parámetros para casas	47
Ilustración 8: Aireador 1	47
Ilustración 9: Aireador 2	47
Ilustración 10: Aireador 3	48
Ilustración 11: Grifería y aireadores escogidos	48
Ilustración 12: Planilla de agua de una familia de 4 personas en Cumbayá	49

OBJETIVOS

- Realizar la simulación de certificación EDGE mediante el software EDGE, en el consumo de agua de un edificio residencial ubicado en el barrio la Primavera – Cumbayá.
- Realizar el diseño sostenible de agua del edificio residencial ubicado en el barrio la Primavera – Cumbayá en base a la Herramienta de Ecoeficiencia de Quito.
- Realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos mediante la certificación EDGE y la Herramienta de Ecoeficiencia de Quito.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción durante los últimos años ha sido considerada como una de las principales fuentes de contaminación a nivel mundial (Enshassi, Kochendoerfer, & Rizq, 2014). La generación de residuos y emisiones atmosféricas son solo uno de los contaminantes de la industria, sin embargo, la construcción es indispensable para el desarrollo económico y la demanda de unidades de vivienda sigue en crecimiento (Solano, 2019). Según la ONU el 68 % de la población mundial se trasladará a la ciudad para el año 2050, consigo trayendo el aumento de la demanda de servicios y recursos naturales como el agua (Males de la Torre, 2020). Como solución a estos nuevos retos ambientales y constructivos, varias instituciones a nivel mundial han brindado certificaciones internacionales que garanticen la sostenibilidad en proyectos constructivos como es la certificación EDGE y por otro lado entidades municipales que buscan la sostenibilidad han generado iniciativas como es la Herramienta de Ecoeficiencia de Quito.

Durante los últimos años Ecuador se ha sumado a la búsqueda de la sostenibilidad en sus edificaciones de modo que según el archivo de estudios de proyectos de EDGE existen ya 38 proyectos principalmente en Quito y Guayaquil que están buscando o que ya han alcanzado la certificación de EDGE, uno de estos proyectos es el edificio habitacional ESSEN ubicado en Cumbayá que ha logrado alcanzar un 41% de ahorro de energía, 28 % de ahorro de agua y 58 % menos energía incorporada en materiales (EDGE, 2023). Por otro lado, la herramienta de Ecoeficiencia de Quito ha aprobado igualmente 38 proyectos hasta el 2021 que cumplen con los criterios que esta herramienta solicita, como ejemplo se puede nombrar el edificio más alto de Quito en la actualidad, EPIQ de 32 pisos de altura (V, 2022). Si bien ambas certificaciones buscan la sostenibilidad de sus edificaciones ambas tienen diferencias en sus maneras de calificación y en los beneficios para los constructores. En el caso de EDGE existen

instituciones financieras que como incentivos económicos ofrece créditos verdes que son preferenciales para este tipo de estructuras certificadas, por otro lado, la Herramienta de Ecoeficiencia de Quito, propone el aumento de pisos sobre los estipulado en el PUOS (Plan de uso y ocupación del suelo) en función del puntaje alcanzando dentro de la herramienta.

En este proyecto de titulación se realizará el diseño tipo ejercicio de un proyecto inmobiliario ubicado en el sector de la primavera en Cumbayá, con la finalidad de alcanzar la certificación en el parámetro del agua mediante EDGE, y obtener al menos el 60% del puntaje requerido en el parámetro del agua en la herramienta de Ecoeficiencia de Quito, tanto para un edificio de departamentos como para un conjunto de casas en la misma zona.

El propósito de este estudio es realizar una comparación de ambos diseños, que permita encontrar las principales diferencias entre estas dos opciones de sostenibilidad en cuanto al tipo de calificación, parámetros de evaluación, tipos de edificaciones, resultados de diseño y beneficios que cada una puede aportar al constructor.

DESARROLLO

Con el pasar del tiempo el ser humano ha ido consumiendo los recursos naturales que tiene el planeta, de esta forma se sabe que cada año consumimos el 54% del agua fresca consumible. Con esta información en mente, saber que la población mundial sigue creciendo de forma exponencial y esto implica que en menor tiempo del esperado nos quedaremos sin agua. Por lo que, el uso sostenible del agua comienza a ser una obligación más que una opción a medida que sigue avanzando el tiempo. Tomando como base los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), las cuales son metas planteada para mitigar o trabajar con los problemas más grandes que tiene la humanidad en a la actualidad, tenemos como referentes los ODS 9,11 y 12 los cuales son para innovar e infraestructura, ciudades sostenibles y consumo responsable respectivamente (Naciones Unidas, 2015).

CERTIFICACION EDGE

De las siglas Excellence in Design for Greater Efficiencies o (Excelencia en Diseño para Grandes Eficiencias) en español (EDGE), surge ante la problemática entorno al uso de recursos de forma sostenible, el Grupo del Banco Mundial y la Corporación Financiera Internacional desarrollaron Edge App. Para modelar el diseño de las estructuras futuras y certificar estructuras la existentes en torno a la reducción el uso de Energía, moderación de Materiales y uso del Agua. Se puede usar el programa tanto para, residencias, estructuras de uso comercio, hoteles, hospitales, edificios de oficinas o apartamentos, infraestructura para la educación, y ahora en estructuras con usos mixtos.

Información de estudios previos de ciertas ciudades alrededor del mundo es la forma en la que el programa da un estimado de consumo en base a el número de piso, de subsuelo y el área de construcción de una estructura. La base para verificar que una estructura está dentro del rango de porcentaje de ahorro es del 20%. El momento que la estructura está dentro de este rango o

superior se puede hacer el pago para recibir la certificación y estudio completo del análisis, por medio de un promotor. Un auditor EDGE es quien se encarga de revisar y aprobar los documentos de apoyo y el momento de la construcción, hasta que el certificado de GBCI (Green Building Certification International) sea proveído (EDGE, 2020).

Parámetros:

The screenshot displays the EDGE APP interface for a project named 'Apartamentos'. The top navigation bar includes 'Vista ampliada', 'Español', 'Página Principal', and 'Joel Bustos'. The main dashboard shows the following metrics:

Métrica	Valor
Costo por subproyecto	4,000.00
Consumo total de energía	2,060 kWh/apartamento
Consumo total de agua	45.00 m³/mes/apartamento
Emisiones de CO ₂ operacionales totales	0.58 tCO ₂ /mes/apartamento
Energía total incorporada en los materiales	2,000 kWh

Below the dashboard, the 'Datos de ubicación' section shows the project location in Quito, Ecuador. The 'Datos del edificio' section includes the following parameters:

Parámetro	Valor
Cant. total de apartamentos	20
Cant. de pisos en altura	8
Cant. de pisos subterráneos	2
Altura entre pisos y piso (metros)	3.00
Altura entre piso y piso (metros)	2.88
Costo de construcción (USD/m²)	629.00
Valor estimado de venta (USD/m²)	895.18

Ilustración 1: Ventana EDGE APP

Entre los datos iniciales para el análisis se tiene, el nombre, dirección, área de construcción, tipo de edificio, subtipo del edificio, número de pisos, altura de entre pisos, número de subsuelos.

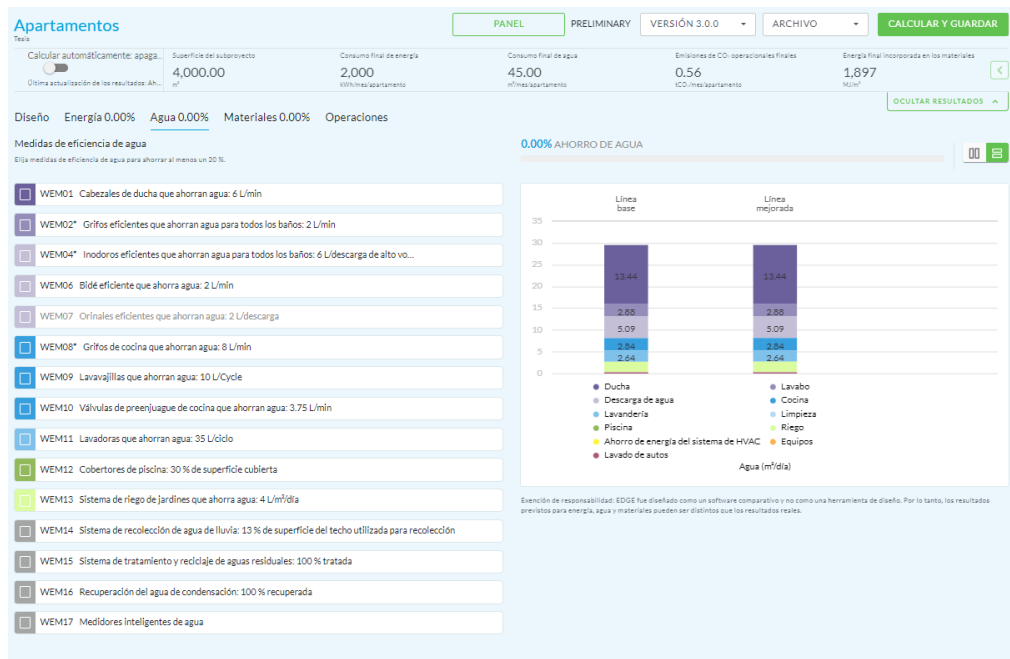


Ilustración 2: Parámetros de Eficiencia de agua

Entre los valores estimados de EDGE tenemos que la mayor parte del consumo de agua en los departamentos está en las duchas con un 45%, 10% en los lavamanos, 17% en descargas de agua, 10% en el uso de la cocina, 9% para la lavandería y 8% en riego de plantas.

En el lado izquierdo de la ventana tenemos los factores a modificar para el ahorro del agua. (EDGE, 2021)

WEM01 Cabezales de ducha que ahorran agua: 6 L/min

Al limitar el flujo de salida de agua no se cambia la funcionalidad de esta, es necesario que se tengan en todos los baños que requieran ducha en las edificaciones. Tienen valores entre el espectro de 6-20 litros por minutos en las duchas. En caso de duchas con agua caliente, la mezcla de agua y aire para crear turbulencia ayuda a disminuir la cantidad de energía requerida.

WEM02 Grifos eficientes que ahorran agua para todos los baños: 2 L/min

Se parte del hecho que los grifos en general dan un caudal de 7 litros por minuto sin ninguna restricción. Existen dos medidas para mitigar el uso del agua dentro de ellos lavabos de los baños, tanto públicos como privados dentro de las estructuras, siendo

estas aireadores y lavabos con grifos de cierre automático para reducir el consumo entre 1-2 litros por minuto.

WEM04 Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños: 6 L/descarga de alto volumen y 3 L/descarga de bajo volumen

Pasar de volumen de alta descarga a un volumen menor, analizando el hecho que los inodoros de descarga simple consumen entre 5-7 litros por minuto, y los de descarga doble 3-6 litros por minuto dependiendo del tipo de descarga.

WEM06 Bidé eficiente que ahorra agua: 2 L/min

Al ser un sistema de limpieza de la parte inferior y que tiene un funcionamiento de distribución de agua similar a un lavabo, la idea de un aireador se mantiene para reducir el consumo de agua. En el caso del Ecuador, este tipo de lavabos no es necesario por lo que se puede prescindir de este.

WEM07 Orinales eficientes que ahorran agua: 2 L/descarga

Al ser un edificio residencial de apartamentos el programa omite este parámetro dentro del consumo de agua.

WEM08 Grifos de cocina que ahorran agua: 8 L/min

Por parte del grifo de cocina solo se toma en cuenta el agua que se usa para limpieza de manos y principal de toda la cocina, que está comprendido en una media de 10 litros por minuto.

WEM09 Lavavajillas que ahorran agua: 10 L/Ciclo

Este equipo usa en promedio 10-12 litros por ciclo con carga mediana, tomando en cuenta que los ciclos tienen una duración de entre 2-4 horas para la limpieza de los platos, cucharas y demás utensilios. También se ve afectado por la carga, ya que puede haber cargas que requieran desde 4 litros hasta 21 litros.

WEM10 Válvulas de preenjuague de cocina que ahorran agua: 3.75 L/min

El uso de estas válvulas tiene un propósito similar al del grifo, a diferencia es que la válvula se conecta al grifo, entonces es un uso en cadena de los componentes que reducen el consumo de agua. Manteniendo un caudal de 6 litros por minuto.

WEM11 Lavadoras que ahorran agua: 35 L/ciclo

En la actualidad las lavadoras usan 6 litros de agua por cada kilogramo de ropa dentro, por lo que regular desde las válvulas de acceso o usar lavadoras inteligentes que tienen modos de carga en base al porcentaje de agua y son de carga frontal.

WEM12 Cobertores de piscina: 30 % de superficie cubierta

Para el análisis de este edificio residencial no se cuenta con piscina en la parte de los planos.

WEM13 Sistema de riego de jardines que ahorra agua: 4 L/m²/día

Al no tener áreas netamente de jardinería, solo verdes no superiores a 9 metros cuadrados y no son zonas con necesidad de aspersores, no se toma en cuenta este parámetro para el análisis.

WEM14 Sistema de recolección de agua de lluvia: 13 % de superficie del techo utilizada para recolección

Tomando como base la precipitación de la zona y el volumen requerido para la creación del tanque. El uso de tuberías doble en el inodoro a usarse es recomendado para evitar contaminación cruzada. Todo con el propósito de reducir el consumo de agua para alcanzar mayor porcentaje de ahorro.

HERRAMIENTA DE ECOEFICIENCIA DE QUITO

La ecoeficiencia se refiere a la optimización del uso de los recursos naturales, en especial el agua, la energía y los materiales, con el objetivo de maximizar la eficiencia económica y minimizar el impacto ambiental. En este sentido, la construcción ecoeficiente busca diseñar y construir edificaciones que tengan un menor consumo de agua y energía, así como una menor emisión de gases de efecto invernadero (Meyzan, 2019).

La entidad municipal de Quito ha buscado la manera de contribuir con el desarrollo sostenible en sus edificaciones sin afectar el bien estar de la sociedad. De esta manera la secretaria de Territorio, Hábitat y Vivienda del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito creó la resolución No. 13-2016 la misma que sería actualizada en 2020 con la resolución No. STHV-034-2020, donde por medio de una matriz con parámetros de Ecoeficiencia brinda la posibilidad a los constructores de aumentar el número de pisos de sus edificaciones incrementando su rentabilidad, teniendo en cuenta el plan de uso ocupacional de Suelo (PUOS). Para esto se exige que las edificaciones cumplan con parámetros como el uso de materiales sostenibles, la eficiencia energética, la calidad del aire interior, el uso de agua, el manejo de residuos y la innovación en el diseño. Con base en estos criterios, la herramienta otorga un puntaje y una clasificación a la edificación (Merino Aguilera, 2021).

La herramienta de Ecoeficiencia de Quito se basa en el sistema de certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), que evalúa y califica las edificaciones según su impacto ambiental y su eficiencia energética, buscando una ciudad más compacta y diversa centrándose más en las áreas urbanas influenciadas por el transporte público, promoviendo el desarrollo urbano sostenible (Martinez Gomez & Mejia Suarez, 2020) . La herramienta mencionada clasifica los proyectos en 4 categorías diferentes en función del área y número de pisos de las edificaciones con un rango de tolerancia de 100 m² las mismas que son: Pequeña, mediana, grande y extragrande, como se puede ver en la ilustración 3.

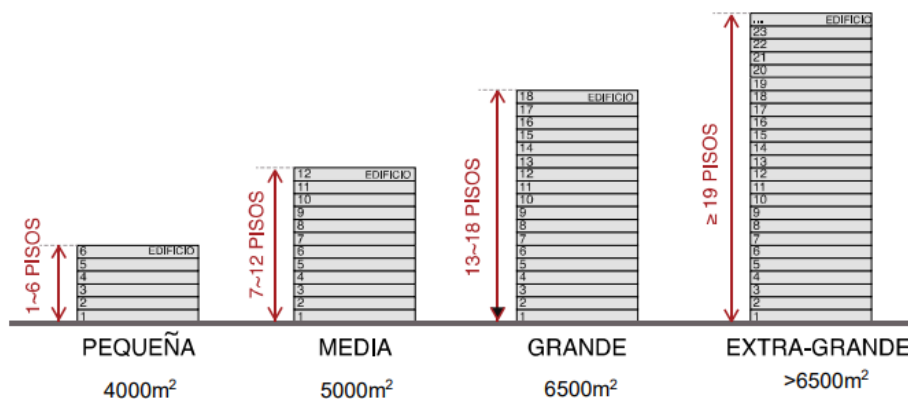


Ilustración 3: Escala de Edificaciones.

Mediante una matriz de 20 parámetros la Herramienta de Ecoeficiencia clasifica los parámetros que se enfocan en evitar los desperdicios de los recursos como en proponer formas de incrementar la eficiencia de estos. Los 20 parámetros se reparten en 3 grupos principales enfocados en el consumo de energía, agua y aportes ambientales, paisajísticos y tecnológicos.

Parámetro	Obligatorio Cumplimiento*	puntos extra	Escala del Proyecto			
			Pequeña 2-6	Media 7-12	Grande 13-18	Extra Grande +19
			Peso	Peso	Peso	Peso
1 Porcentaje de área permeable	NO	3 (Pequeña y Media)	n/a	n/a	3,3	3
2 Porcentaje de agua lluvia retenida	SI	2 (Todos)	9,5	9,0	8,7	8
3 Eficiencia en el consumo de agua	SI	-	7,3	6,8	6,5	6
4 Reutilización de aguas grises	NO	3 (Pequeña, Media y Grande)	n/a	n/a	n/a	7
5 Reutilización de agua lluvia	NO	-	8,6	7,9	7,6	8
6 Eficiencia en el consumo de energía	NO	-	6,1	5,7	5,4	5
7 Balance consumo/generación	NO	-	3,7	3,3	3,3	3
8 Espacios para comercios y servicios en planta a nivel de acera	SI	1 (Todos)	4,9	4,4	4,3	4
9 Diversidad de usos	SI	-	n/a	7,9	7,6	7
10 Estacionamientos de bicicletas	SI	0,5 a 2,5 (Todos)	3,7	3,3	3,3	3
11 Reducción del número de estacionamientos	SI	-	7,6	6,9	6,6	6
12 Materiales sostenibles	NO	-	6,1	5,7	5,4	5
13 Estructura	NO	2 (Todos)	6,1	5,7	5,4	5
14 Planes de manejo: escombros, residuos sólidos, mantenimiento	NO	2 (Todos)	7,1	6,7	6,4	6
15 Integración de la planta a nivel de acera al espacio público	SI	1 a 5 (Todos)	3,7	3,3	3,3	3
16 Unificación de lotes	NO	-	8,6	7,9	7,6	7
17 Cobertura vegetal	SI	0,25 a 12 (Todos)	7,3	6,7	6,6	6
18 Reflectancia y Absortancia	NO	-	2,4	2,2	2,2	2
19 Confort térmico	SI	-	4,9	4,4	4,3	4
20 Confort lumínico	SI	-	2,4	2,2	2,2	2
TOTAL			100	100	100	100

*Ver condiciones de parámetros de obligatorio cumplimiento en la presente sección

Tabla 1: Puntuación de parámetros

Como se observa en la tabla 1, existe una puntuación específica para cada parámetro en función de la escala del proyecto, además es importante recalcar que existen parámetros los cuales no son de carácter obligatorio, sin embargo, pueden aportar un puntaje dependiendo de la escala del proyecto con la finalidad de alcanzar el objetivo de pisos adicionales por parte del

constructor. En base a los puntajes obtenidos y el número de pisos actuales según el PUOS se puede ser acreedor a construir pisos adicionales.

El programa "Pisos adicionales herramienta de ecoeficiencia" de Quito es una iniciativa de la municipalidad de la ciudad que busca promover el desarrollo urbano sostenible y la eficiencia energética en los edificios de la ciudad. Esta iniciativa permite que los edificios construidos con materiales y diseños sostenibles puedan agregar pisos adicionales a su estructura, como incentivo para la construcción sostenible y la reducción del consumo energético (Chicaiza & Vega, 2019).

Pisos Puos	≥ 60 < 70 puntos			≥ 70 < 80 puntos			≥ 80 < 90 puntos			≥ 90 < 100 puntos		
	# Pisos actuales asignados en el PUOS	Valor de 25% de pisos del PUOS	# Pisos adicionales por suelo creado	# Pisos Totales	Valor de 50% de pisos del PUOS	# Pisos adicionales por suelo creado	# Pisos Totales	Valor de 75% de pisos del PUOS	# Pisos adicionales por suelo creado	# Pisos Totales	Valor de 100% de pisos del PUOS	# Pisos adicionales por suelo creado
2	0,50	1	3	1,00	1	3	1,50	2	4	2,00	2	4
3	0,75	1	4	1,50	2	5	2,25	2	5	3,00	3	6
4	1,00	1	5	2,00	2	6	3,00	3	7	4,00	4	8
6	1,50	2	8	3,00	3	9	4,50	5	11	6,00	6	12
8	2,00	2	10	4,00	4	12	6,00	6	14	8,00	8	16
10	2,50	3	13	5,00	5	15	7,50	8	18	10,00	10	20
12	3,00	3	15	6,00	6	18	9,00	9	21	12,00	12	24
14	3,50	4	18	7,00	7	21	10,50	11	25	14,00	14	28
16	4,00	4	20	8,00	8	24	12,00	12	28	16,00	16	32
20	5,00	5	25	10,00	10	30	15,00	15	35	20,00	20	40

Tabla 2: Pisos adicionales en base a puntaje de Ecoeficiencia Alcanzado

En el caso de que las edificaciones incrementen en un 50% los pisos de los establecido en el PUOS vigente, deberán alcanzar un puntaje mínimo de 50% del puntaje total de los parámetros obligatorios, y en caso de ser más del 50% de pisos se deberá alcanzar un puntaje mayor o igual al 75% del puntaje total de los parámetros (Quintero, 2019).

Dentro del alcance del trabajo de titulación ponemos énfasis en los parámetros que tienen que ver con el consumo del agua en esta lista tenemos los siguientes:

- Porcentaje de área permeable
- Porcentaje de agua lluvia retenida
- Eficiencia en el consumo de agua
- Reutilización de aguas grises
- Reutilización de agua lluvia

Porcentaje de área permeable

El porcentaje de área permeable es un parámetro optativo que se refiere al porcentaje de área de terreno permeable, es decir suelo cuya cobertura vegetal o sustrato tenga conexión con el suelo natural y que no haya sido alterada o excavada para construcción (Quintero, 2019).

Se califica en función del siguiente recuadro:

ESCALA		PEQUEÑA	MEDIA	GRANDE	EXTRA GRANDE
PUNTAJE MÁX.		0,0	0,0	3,30	3,00
RANGO	PROPORCIÓN DEL PUNTAJE MÁX	PUNTAJE ASIGNADO			
≥ 4% y < 6%	0,25	N/A	N/A	0,825	N/A
≥ 5% y < 8%	0,25	N/A	N/A	N/A	0,75
≥ 6% y < 9%	0,50	N/A	N/A	1,65	N/A
≥ 8% y < 12%	0,50	N/A	N/A	N/A	1,5
≥ 9%	1	N/A	N/A	3,3	N/A
≥ 12%	1	N/A	N/A	N/A	3,00

Tabla 3: Escala de calificación

Porcentaje de agua lluvia retenida

Este parámetro como su nombre lo dice mide el porcentaje de agua lluvia retenida, mediante estrategias de captación para una correcta reutilización o evacuación. Al menos el 50% del porcentaje de este parámetro debe consistir en infraestructura verde (Vegetación con sustrato), de otro modo se accede solo a la mitad del puntaje en el presente parámetro y es de carácter obligatorio (Quintero, 2019).

El puntaje se basa en el siguiente recuadro:

ESCALA		PEQUEÑA	MEDIA	GRANDE	EXTRA GRANDE
PUNTAJE MÁX.		9,5	9,0	8,7	8,0
PRALL	PROPORCIÓN DEL PUNTAJE MÁX	PUNTAJE ASIGNADO			
≥ 15% y < 25%	0,25	2,375	2,25	2,175	2,0
≥ 25% y < 35%	0,50	4,75	4,5	4,35	4,0
≥ 35%	1	9,5	9,0	8,7	8,0

Tabla 4: Escala

Eficiencia en consumo de agua

Este parámetro obligatorio evalúa el porcentaje de ahorro en base a un consumo por número de ocupante y de uso final de agua potable por aparato sanitario, dentro de este parámetro se hace una comparación en dos escenarios posibles los mismos que son base y optimizado. En el escenario base se establece el consumo de agua por persona al día en equipos sanitarios instalados tomando en cuenta el cálculo de caudales según la NEC-1 Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria (Quintero, 2019).

Tabla 5: Factores de uso de aparatos Sanitarios

APARATOS SANITARIOS Y FACTORES DE USO PARA EL ESCENARIO BASE				Número de veces que cada usuario usa un aparato sanitario, por tipo de uso del edificio (Factor de Uso por Aparato-FUA).		
Parámetros para el escenario base				Empleado (A Tiempo completo) (a)	Estudiante (b)	Residente (c)
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad / Caudal (1)	Duración en minutos (2)			
Inodoro	Litros/descarga	6,00	n/a	3	3	5
Lavamanos Público (comercial)	Litros/Minuto	6,00	0,50	3	3	0
Lavamanos Privado (residencial)	Litros/Minuto	6,00	1,00	0	0	5
Grifería cocina (comercial)	Litros/Minuto	12,00	0,25	1	0	0
Grifería Cocina (Residencial)	Litros/Minuto	12,00	1,00	0	0	4
Ducha	Litros/Minuto	12,00	5,00	0,1	0	0
Ducha residencial	Litros/Minuto	12,00	8,00	0	0	1

A estos datos es necesario aumentar el valor de 17 litros/usuario/día por consumo de agua en lavador, 5 litros/usuario/día por uso de agua en exteriores y adicionar la demanda en caso de incluir aire acondicionado que demande agua con su respectivo calculo.

El Escenario optimizado por otra parte debe justificar la demanda de los aparatos sanitarios con fichas técnicas.

El puntaje lo obtenemos en base al siguiente recuadro:

Tabla 6::Escala de puntuación

ESCALA		PEQUEÑA	MEDIA	GRANDE	EXTRA GRANDE
PUNTAJE MÁX.		7,3	6,8	6,5	6,0
RANGO DE AHORRO	PROPORCIÓN DEL PUNTAJE MÁX	PUNTAJE ASIGNADO			
≥ 25% y < 35%	0,25	1,825	1,7	1,625	1,5
≥ 35% y < 50%	0,50	3,65	3,4	3,25	3,0
≥ 50%	1	7,3	6,8	6,5	6,0

Reutilización de aguas grises

El siguiente parámetro no obligatorio evalúa la capacidad de reutilizar aguas grises con la finalidad de reducir el consumo de agua potable, así como el impacto ambiental y la saturación del alcantarillado de la ciudad, es importante recalcar que aguas de fregaderos de cocina no es contemplado como agua gris (Quintero, 2019).

El puntaje obtenemos del siguiente recuadro:

Tabla 7: Escala de calificación de aguas grises

ESCALA		PEQUEÑA	MEDIA	GRANDE	EXTRA GRANDE
PUNTAJE MÁX.		N/A	N/A	N/A	7,0
PORCENTAJE DE REUTILIZACIÓN EN FUNCIÓN A $A_{Indr_{tot}}$	PROPORCIÓN DEL PUNTAJE MÁX	PUNTAJE ASIGNADO			
$\geq 20\%$ y $< 35\%$	0,25	N/A	N/A	N/A	1,75
$\geq 35\%$ y $< 50\%$	0,50	N/A	N/A	N/A	3,5
$\geq 50\%$	1	N/A	N/A	N/A	7,0

Reutilización de agua lluvia

Compara la cantidad de agua lluvia reutilizada con el potencial de captación de agua lluvia del lote, estos datos están en función de la precipitación disponible en meses lluviosos del año, este parámetro no es de carácter obligatorio (Quintero, 2019).

El puntaje se obtiene en base al siguiente recuadro:

Tabla 8: Escala para aguas lluvia

ESCALA		PEQUEÑA	MEDIA	GRANDE	EXTRA GRANDE
PUNTAJE MÁX.		8,6	7,9	7,6	8
PORCENTAJE DE REUTILIZACIÓN	PROPORCIÓN DEL PUNTAJE MÁX	PUNTAJE ASIGNADO			
$\geq 30\%$ y $< 35\%$	0,25	2,15	N/A	N/A	N/A
$\geq 35\%$ y $< 42\%$	0,25	N/A	1,975	1,9	N/A
$\geq 42\%$ y $< 50\%$	0,25	N/A	N/A	N/A	2,0
$\geq 35\%$ y $< 40\%$	0,50	4,3	N/A	N/A	N/A
$\geq 40\%$ y $< 50\%$		N/A	3,95	3,8	N/A
$\geq 50\%$ y $< 60\%$		N/A	N/A	N/A	4,0
$\geq 40\%$	1	8,6	N/A	N/A	N/A
$\geq 50\%$	1	N/A	7,9	7,6	N/A
$\geq 60\%$	1	N/A	N/A	N/A	8

APLICACIÓN

El proyecto de titulación se basa en el diseño hidrosanitario sostenible para una estructura que se planea construir en un futuro, para esto se tiene en cuenta dos posibilidades en cuanto al tipo de edificación que se va a realizar, como primera opción se plantea la posibilidad de construir un edificio de departamentos el mismo que contiene 5 departamentos distribuidos en 4 plantas con terraza accesible. La segunda opción de infraestructura es la construcción de 3 casas de dos pisos, con sus respectivas áreas verdes y balcones.


En el alcance del presente trabajo de titulación se realiza el diseño hidrosanitario con el fin de alcanzar la certificación Edge y obtener puntaje dentro de la herramienta de Ecoeficiencia de Quito en el apartado de agua para las dos posibilidades de infraestructura a construir en el predio de estudio.

El predio se encuentra ubicado en el sector de la Primavera – Cumbayá, en las calles De las Magnolias y Miguel Ángel. El terreno tiene un uso general Residencial (R), y un uso principal Residencial urbano de baja Densidad – 3. Lo que quiere decir que es permitido el desarrollo de equipamientos, comercios y servicios de nivel barrial, además de industrias de bajo impacto. El terreno cuenta con una Edificabilidad Básica con código A603-50, lo que indica que la ocupación del suelo es aislada (A), el numero 6 indica el lote mínimo, el numero 3 equivale al número de pisos que puede tener la edificación y finalmente los últimos dos números indican el coeficiente de ocupación del terreno, lo que quiere decir que la edificación puede ocupar hasta el 50% del área total.

Según el IRM (Informe de Regulación Metropolitana) que es el documento que establece las reglas que los propietarios de los inmuebles deben tener en cuenta al momento de edificación de propiedades, contamos con un terreno de 486.65 m², con un frente de 15,97 metros, el mismo que para construcción debe respetar los retiros de 3 metros posteriores y laterales y 5


metros frontales, con una edificación máxima de 3 pisos es decir 12 metros de altura, entre los que se debe tener en cuenta una Cos PB de 50% y un Cos total de 150%. El Terreno cuenta ya con servicios básicos.

CÉDULA CATASTRAL INFORMATIVA EN UNIPROPIEDAD	
DATOS DEL TITULAR DE DOMINIO	
C.C./R.U.C.:	1715813950
Nombre o razón social:	GUERRA MOSCOSO MIGUEL ANDRES
DATOS DEL PREDIO	
Número de predio	124038
Geo clave:	170109570096011000
Clave catastral anterior:	10115 12 011 000 000 000
Denominación de la unidad:	
Año de construcción:	
En derechos y acciones:	NO
Destino económico:	HABITACIONAL
ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN	
Área de construcción cubierta:	0,00 m ²
Área de construcción abierta:	0,00 m ²
Área bruta total de construcción:	0,00 m ²
Área adicionales constructivos:	33,81 m ²
AVALÚO CATASTRAL	
Avalúo del terreno:	\$ 142,799.21
Avalúo de construcciones cubiertas:	\$ 0,00
Avalúo de construcciones abiertas:	\$ 0,00
Avalúo de adicionales constructivos:	\$ 862.16
Avalúo de instalaciones especiales:	\$ 0,00
Avalúo total del bien inmueble:	\$ 143,661.37
DATOS DEL LOTE	
Clasificación del suelo:	[SU] Suelo Urbano
Área según escritura:	484,65 m ²
Área gráfica:	484,65 m ²
Frente total:	15,97 m
Máximo ETAM permitido:	10,00 % = 48,46 m ² [SU]
Área Excedente (+):	0,00 m ²
Área Diferencia (-):	0,00 m ²
No. de lote:	
Dirección:	ESA DE LAS MAGNOLIAS - SN
Zona Metropolitana:	TUMBACO
Parroquia:	CUMBAYÁ
Barrio/Sector:	LA PRIMAVERA



IMPLANTACIÓN GRÁFICA DEL LOTE (85190)

Escala 1:1000



FOTOGRAFÍA DE LA FACHADA

[Imprimir información](#) | [Nueva consulta](#)
 Si existe inconsistencia en los datos catastrales del propietario y propiedad de inmuebles en Ir a trámite en línea

Ilustración 4: Localización y datos del terreno

CÁLCULOS Y APLICACIÓN DE AGUA PARA EDGE

Con los datos de ubicación y área de cada departamento/casa se procede a ingresar los valores de caudal dentro de Edge. Por lo cual, los parámetros con los cuales trabajamos para el análisis tanto para casa como para departamentos fueron el 1, 2*, 4*, 6, 8*, 12, 13 y 14, de los cuales aquellos que presentan un asterisco junto son los parámetros que se espera para modificar o los cuales tienen mayor impacto en el porcentaje de ahorro. Que, si se compara con la Herramienta de Ecoeficiencia, esta solo tiene 1 requisito que conlleva todos los parámetros aquí mencionados más el 15 que es tratamiento de aguas negras.

De esta forma, se recurre a analizar los catálogos de grifería y tuberías de los proveedores del país siendo este caso (FV, 2022) el escogido y tomando gran importancia por el uso de Aireadores en todas las griferías como se muestra en las Ilustraciones 12-15 de los anexos junto al precio, caudal y tipo de grifería a usar. En este caso, Edge no te muestra los cálculos

realizados para obtener el resultado, pero toma como base proyectos y la norma del Ecuador para hacer la estimación de ahorro y consumo de agua. Obteniendo un valor de consumo diario de 12 metros cúbicos al mes por cada departamento y 13 para las casas. Así teniendo 37% y 30% de ahorro para departamentos y casas. Comparado con los 200 litros diario por cada habitante y los 100 y 108 litros diarios por persona dentro de las infraestructuras del proyecto creado de la siguiente forma:

$$12 \frac{m^3}{mes} / departamento \times \frac{1 mes}{30 días} \times \frac{1 departamento}{1} \times \frac{1000 lts}{m^3} \times \frac{1}{4 personas}$$

$$= 100 \frac{lts}{día}$$

$$13 \frac{m^3}{mes} / casa \times \frac{1 mes}{30 días} \times \frac{1 casa}{1} \times \frac{1000 lts}{m^3} \times \frac{1}{4 personas}$$

$$= 108 \frac{lts}{día}$$

En este caso se redujo el caudal de forma más considerable en los grifos, por medio de aireadores con 50% de ahorro del catálogo de FV, como se observa en el Anexo 8-11, ya que el porcentaje de ahorro va en relación del caudal de la grifería de alta eficiencia de ahorro. Dando así un caudal de 4,2 litros por minuto en cada tipo de grifería que posea estos aireadores. Por el lado de las duchas no se logró encontrar dentro de los proveedores una ducha que tenga un caudal menor a 8 litros por minutos, por lo que se usó las de alta eficiencia que dan como caudal 9,5 litros por minuto.

Para los inodoros de alta eficiencia y los de doble descarga son los que presentan una pequeña variación en el porcentaje de ahorro, esta variación es solo del 2% ya que ambos tienen su valor

más alto como el mínimo en el cálculo del consumo diario. Siendo en el caso de las descargas simple 4.8 litros por descarga y 4.8-3.5 litros por descarga.

CÁLCULOS PARA SOSTENIBILIDAD DE AGUA SEGÚN HERRAMIENTA DE ECOEficiencia DE QUITO

Aplicación edificio de departamentos sector La Primavera.

1. Porcentaje de área permeable

Para determinar el porcentaje de área permeable hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$Pasp = \left(\frac{Asp}{Anl} \right) \cdot 100$$

De donde:

Pasp = Porcentaje de área de suelo permeable

Anl = Área de neto total del lote

Asp = área neta de suelo permeable

Tabla 9: Porcentaje de área Permeable (Departamentos)

1. PORCENTAJE DE AREA PERMEABLE (OPTATIVO)		
Ítem	Descripción	Área (m2)
Área permeable	Patio trasero	72.48
Área permeable	Jardín	15.57
Área permeable	Jardín	19.77
Área permeable	Jardín	5.35
Asp	Área neta de suelo permeable	113.17
Anl	Área neta del lote	486
Pasp	Porcentaje de área de suelo permeable	23%
Puntaje	Puntaje en base a la escala	3

2. Porcentaje de agua lluvia retenida

Para el estudio, el instructivo de aplicación de los parámetros de Ecoeficiencia toma en cuenta un escenario de precipitación de 50 mm en una hora, y analizamos en los siguientes pasos:

Paso 1: Calculo de la totalidad de volumen de agua lluvia retenida en el área neta de terreno.

$$VAT = 50mm \cdot Ant$$

Donde:

VAT = Volumen de retención en área neta del terreno.

Ant = área neta del terreno

Paso 2: Volumen de agua Lluvia que se puede retener en cada tipo de superficie de terreno, en el transcurso de una hora.

$$T_{s1} = 50 \text{ mm} \cdot At_{s1}$$

Donde:

T_{s1} = Volumen en litro por tipo de superficie

At_{s1} = área de tipo de superficie 1 (m²)

Paso 3: Volumen de agua que no se puede retener en superficie en el transcurso de una hora

En el proyecto inmobiliario de estudio, hacemos uso de coeficientes de escorrentía como 0.4 y 1.0 para superficies con sustrato y superficies duras respectivamente

$$Q_{e1} = Ce \cdot 50 \text{ mm} \cdot At_{s1}$$

Donde:

Q_{e1} = escorrentía por tipo de superficie

Ce = Coeficiente de escorrentía

At_{s1} = área de tipo de superficie 1 (m²)

Paso 4: Volumen de agua lluvia retenida en superficie según cada estrategia en el transcurso de una hora

$$V_{rs1} = T_{s1} - Q_{e1}$$

Donde:

V_{rs1} = Volumen retenido por estrategia en superficie

T_{s1} = Volumen en litros por tipo de superficie

Q_{e1} = escorrentía por tipo de superficie

Paso 5: Volumen de agua lluvia total, retenido en superficie en el transcurso de una hora

$$\sum V_{rs} = V_{rs1} + V_{rs2} + V_{rs3} + \dots + V_{rsn}$$

Donde:

$\sum V_{rs}$ = Volumen total de agua retenido en superficie con estrategia de infraestructura verde

V_{rsn} = Volumen retenido por estrategia de infraestructura verde por cada tipo de superficie

Paso 6: Volumen de agua lluvia retenido por medio de estrategias grises.

En el presente paso número 6, realizamos un análisis para la retención de aguas lluvias, debido a que no es posible retener todo el volumen de agua de escorrentía generado, por esta razón se planifica hacer uso de canaletas en cubiertas inclinadas para conducir agua a un tanque con capacidad de **500 L**, con la finalidad de hacer uso de esta agua en riego de jardines, cumpliendo con el objetivo de esta sección el cual es reducir en cierto porcentaje el caudal de agua que va hacia el sistema de alcantarillado.

$$\sum V_{rg} = Q_{e1} + Q_{e2} + Q_{e3} + \dots + Q_{en}$$

Donde:

$\sum V_{rg} = \sum V_{rg}$ = Volumen total retenido con estrategias grises

Q_{en} = Escorrentía por tipo de superficie

Paso 7: Volumen de retención de agua lluvia total

$$R_{all} = \sum V_{rs} + \sum V_{rg}$$

Donde:

R_{all} = Volumen total retenido por todas las estrategias

$\sum V_{rs}$ = Volumen total retenido en superficie con estrategia de infraestructura verde

$\sum V_{rg}$ = Volumen total retenido con estrategias grises

Paso 8: Porcentaje de retención de agua lluvia en terreno

$$P_{rall} = \left(\frac{R_{all}}{50 \cdot Ant} \right) \cdot 100$$

Donde:

P_{rall} = Porcentaje de retención de agua lluvia

R_{rall} = Volumen total retenido por todas las estrategias

Ant = área neta del terreno

Paso 9: Verificación de requisito de 50% correspondido a estrategia de infraestructura verde.

Paso 10: Porcentaje de estrategia de infraestructura verde

$$\sum V_{rv} = Ts_{v1} + Ts_{v2} + Ts_{v3} + \dots + Ts_{vn}$$

$$P_{rallv} = \left(\frac{\sum V_{rv}}{R_{all}} \right) \cdot 100$$

Donde:

P_{rallv} = Porcentaje de retención de agua lluvia con estrategia de infraestructura verde

$\sum V_{rv}$ Sumatoria de volumen de estrategias de infraestructura verde con sustrato

R_{all} Volumen total retenido con todas las estrategias durante una hora

Tabla 10: porcentaje de agua lluvia retenido (Departamentos)

2. PORCENTAJE DE AGUA LLUVIA RETENIDO (OBLIGATORIO)			
Paso 1: Volumen de agua lluvia retenida en area neta de terreno			
Item	Descripcion	Valor	unidad
Precipitacion	Precipitacion en una hora	50	mm
Ant	Area neta del terreno	486	m2
VAT	Volumen de retencion en area neta del terreno	24.3	m3
Paso 2: Volumen de agua lluvia retenida en cada tipo de superficie de terreno			
Precipitacion	Precipitacion en una hora	50	mm
Ats1	Superficie de area verde	113.17	m2
Ats2	Superficies duras	372.83	m2
Ts1	Volumen por superficie de area verde	5658.5	L
Ts2	Volumen por superficie dura	18641.5	L
Paso 3: Volumen de agua lluvia que no se puede retener en superficie			
Precipitacion	Precipitacion en una hora	50	mm
Ats1	Superficie de area verde	113.17	m2
Ats2	Superficies duras	372.83	m2
Ce1	Coefficiente de escorrentia para sustrato entre 20 y 40 cm	0.4	
Ce2	Coefficiente de escorrentia para superficies duras	1	
Qe1	Ecorrentia para superficie de area verde	2263.4	L
Qe2	Escorrentia para superficie de area dura	18641.5	L
Paso 4: Volumen de agua lluvia retenido por cada tipo de superficie			
Vrs1	Volumen de agua lluvia retenido en area verde	3395.1	L
Vrs2	Volumen de agua lluvia retenido en superfice dura	0	L
Paso 5: Volumen total de agua lluvia retenida en superficie			
ΣVrs	Volumen total de agua lluvia retenido en superficie	3395.1	L
Paso 6: Volumen de agua lluvia retenido por medio de estrategias grises			
ΣVrg	Volumen total retenido con estrategias grises	1000	L
Paso 7: Volumen de retencion de agua lluvia total			
Rall	Volumen retenido con todas las estrategias	4395.1	L
Paso 8: Porcentaje de retencion de agua lluvia en terreno			
Prall	Porcentaje de retencion de agua lluvia	18.09%	
Paso 9: Verificacion de requisito (50% correponda a estrategias de infraestructura verde)			
ΣVrv	Sumatoria de volumen de estrategia de infraestructura verd	3395.1	L
Paso 10: Porcentaje de estrategias de infraestructura verde			
Prallv	Porcentaje de retencion de agua lluvia con estrategia verde	77%	
Paso 11: Verificacion del porcentaje de Prallv sea como minimo 50% de Rall			
PUNTUACION EN BASE A LA ESCALA		2.375	

3. Eficiencia del consumo de agua (Obligatorio)

Paso 1: Consumo de agua diario por aparato sanitario para usuario tipo c (Residente), expresado en litros/día

$$CUR_{base} = (1) \cdot (2) \cdot FUA(c)$$

Donde:

CUR_{base} = Consumo de agua diario por aparato sanitario instalado

(1) = Capacidad/Caudal del equipo sanitario (obtenido de tabla 3, para escenario base)

(2) = Duración en minutos del consumo de cada aparato (obtenido de tabla 3)

$FUA(c)$ = Número de veces que cada usuario tipo c usa un aparato sanitario

Paso 2: Sumatoria del consumo por usuario al día de cada aparato sanitario

Para este paso es necesario realizar una tabla como se mostrará al final del apartado con todos los cálculos realizados.

$\sum_{i} AP_EsBase$ = Sumatoria de los consumos de litros por día por usuario.

Paso 3: Consumo de agua total del edificio para el escenario base en litros/día

$$AP_EsBase_{tot} = \left(\sum AP_EsBase \right) \cdot NUr$$

Donde:

AP_EsBase_{tot} = Consumo de agua potable total en el edificio

$\sum AP_EsBase$ = Consumo de agua potable por usuario

NUr Número de usuarios

La resolución No. STHV-034-2020, establece que para residencias multifamiliares en las cuales se desconoce la ocupación, se debe calcular el número de residentes como el total de dormitorios más el valor de 1 de cada unidad residencial. Es decir, en caso de tener un departamento de 2 dormitorios se debe calcular el valor de 3 dormitorios

Paso 4: Consumo de agua por persona en el caso optimizado

Para este paso es necesario recurrir a proveedores de aparatos sanitarios que cuenten con sistemas ahorradores de agua, por ejemplo, inodoros de doble descarga, o aireadores en lavaderos, estos aparatos sanitarios deben contar con una ficha técnica que verifique el ahorro de agua y que cumpla con las normativas. Las fichas técnicas se adjuntan en anexos.

Se debe repetir los pasos de 1 a 3, cambiando los datos de la tabla 3, solamente en la demanda de cada aparato sanitario optimizado. Las tablas de esta sección se encuentran al final del apartado con los cálculos realizados.

AP_EsOp_1 = Consumo Escenario Optimizado de agua potable

Paso 5: Consumo de escenario optimizado en caso de implementar estrategias de reutilización de aguas grises y agua lluvia

$$AP_EsOp_2 = AP_EsOp_1 - \text{Volumen reut. agua gris} - \text{Volumen reut. agua lluvia}$$

Donde:

AP_EsOp_2 = Consumo escenario optimizado considerando estrategias de reutilización

AP_EsOp_1 = Consumo Escenario Optimizado de agua potable

$\text{Volumen reut. agua gris}$ = Volumen de reutilización de agua gris

$\text{Volumen reut. agua lluvia}$ = Volumen de reutilización de agua lluvia.

Paso 6: Porcentaje de ahorro del consumo de agua potable

$$PaH2O = \frac{(AP_EsBase_{tot} - AP_EsOp_2)}{AP_EsBase_{tot}} \cdot 100$$

Donde:

$PaH2O$ = Porcentaje de ahorro de agua

AP_EsBase_{tot} = Consumo de agua potable total del edificio para escenario base

AP_EsOp_2 = Consumo escenario optimizado considerando estrategias de reutilización

Tabla 11: Eficiencia del consumo de agua (departamentos)

3. EFICIENCIA DEL CONSUMO DE AGUA (OBLIGATORIO)					
Paso 1: Calculo de escenario base de consumo de agua por usuario					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/usuario/dia [(1)x(2)x(C)]
Inodoro	Litros/descarga	6	n/a	5	30
Lavamanos privado	Litros/minuto	6	1	5	30
Griferia cocina	Litros/minuto	12	1	4	48
Ducha residencial	Litros/minuto	12	8	1	96
Lavadora	Litros/usuario/dia				17
Jardineria	Litros/usuario/dia				5
Paso 2: Sumatoria de consumo por usuario al dia					
CONSUMO DE AGUA POTABLE POR USUARIO AL DIA (Σ AP_Esbase)					226
Paso 3: Multiplicacion del consumo de agua potable por usuaria al dia por el numero de ocupantes					
Item	descripcion	cantidad	unidad		
n	numero de habitantes	17	habitantes		
AP_EsBasetot	Consumo de agua total en el edificio	3842	Litros/dia		
Paso 4: Consumo de agua por persona en caso optimizado					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/usuario/dia [(1)x(2)x(C)]
Inodoro	Litros/descarga	4.15	n/a	5	20.75
Lavamanos privado	Litros/minuto	4.2	1	5	21
Griferia cocina	Litros/minuto	4.2	1	4	16.8
Ducha residencial	Litros/minuto	8.3	8	1	66.4
Lavadora	Litros/usuario/dia				17
Jardineria	Litros/usuario/dia				5
CONSUMO DE AGUA POTABLE POR USUARIO AL DIA OPTIMIZADO					146.95
AP_ESOp1	Consumo total de agua optimizado en el edificio	2498.15	Litros/dia		
Paso 5: Consumo de agua potable considerando estrategias de reutilizacio de aguas grises y de lluvia					
Item	descripcion	cantidad	unidad		
AP_ESOp2	Consumo de agua optimizado considerando reutilizacion de aguas	1645.4	L		
Paso 6: Porcentaje de ahorro del consumo de agua potable					
Item	descripcion	cantidad	unidad		
PaH2O	Porcentaje de ahorro de agua	57%			
Puntuacion			7.3		

4. Reutilización de aguas grises (Optativo)

Paso 1: Determinar los aparatos sanitarios que generan aguas grises con sus respectivos caudales y factores de uso.

En el presente diseño se plantean que los aparatos sanitarios generadores de aguas grises son

Paso 2: Sumatoria de consumo por persona al día de aparatos sanitarios generadores de aguas grises

Se realiza una nueva tabla que se encuentra al final de la sección

AGG_{uso} = Aguas grises generadas al día por uso de la edificación

Paso 3: Sumatorio de las aguas grises generadas en la edificación

AGG_{tot} = Aguas grises generadas del total del edificio para escenario optimizado

Este paso se lo realiza en el caso de tener un edificio con funciones múltiples es decir que contenga locales comerciales, oficinas, departamentos entre otros.

Paso 4: Volumen de demanda de agua de inodoros

Se realiza una nueva tabla con la demanda de inodoros en función de su caudal, factor de uso y duración en minutos, la tabla se encuentra al final del apartado.

$A \ln d r_{uso}$ = Demanda de agua para inodoros al día

Paso 5: Sumatorio de las demandas de agua para inodoros

$A \ln d r_{tot}$ = Demanda de agua de inodoros total del edificio para escenario optimizado, expresado en litros/día

Este paso se lo realiza en el caso de tener un edificio con funciones múltiples es decir que contenga locales comerciales, oficinas, departamentos entre otros.

Paso 6: Volumen de aguas grises a reutilizar

Para este paso se realiza el mismo análisis del paso número 3 del apartado de eficiencia del uso de agua al que se le atribuye un total de 17 usuarios quienes en este caso serán abastecidos de agua gris en inodoros.

AG_{reut} = Volumen de aguas grises a reutilizar

Paso 7: Porcentaje de aguas grises reutilizables en función de la demanda de inodoros

$$P_{AG_{reut}} = \left(\frac{A \ln d r_{tot}}{AG_{reut}} \right) \cdot 100$$

Donde:

$P_{AG_{reut}}$ = Porcentaje de aguas grises reutilizadas en relación con la demanda total de agua de inodoros

$A \ln d r_{tot}$ = Demanda de agua de inodoros

AG_{reut} = Aguas grises generadas a tratar y reutilizar

Paso 8: Especificación en base a planos de aparatos sanitarios que se reutilizara las aguas grises.

Tabla 12: Reutilización de aguas grises (departamentos)

4. REUTILIZACION DE AGUAS GRISES (OPTATIVO)					
Paso 1: Aparatos sanitarios que generan aguas grises					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/dia $[(1) \times (2) \times (C)] \times P$
Lavamanos privado	Litros/minuto	4.2	1	5	21
Ducha residencial	Litros/minuto	8.3	8	1	66.4
Paso 2 y 3: Sumatorio del consumo por persona al dia					
SUMA GENERACION DE AGUAS GRISES POR USO AL DIA (AGGuso)					87.4
Paso 4 y 5: Demanda de agua de inodoros					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/usuario /dia $[(1) \times (2) \times (C)]$
Inodoro	Litros/descarga	4.15	n/a	5	20.75
Item	descripcion			cantidad	unidad
n	numero de habitantes			17	habitantes
SUMA GENERACION DE AGUAS GRISES POR USO AL DIA (AIndruso)					352.75
Paso 6: Volumen de aguas grises a reutilizar por habitante en la edificacion					
Item	descripcion			cantidad	unidad
n	numero de habitantes			17	habitantes
AGGreut	Aguas grises generadas al dia por la edificacion			1485.8	Litros/dia
Paso 7: Porcentaje de aguas grises reutilizables en funcion de la demanda de agua de inodoros					
Item	descripcion			cantidad	unidad
P_Agreut	Porcentaje de aguas grises reutilizables			24%	
Puntaje					n/a

5. Reutilización de agua lluvia (Optativo)

Paso 1: Calculo del 100% del volumen de agua lluvia que se puede retener en el área neta del terreno con precipitación de 10mm

$$VATR = 10 \text{ mm} \cdot Ant$$

Donde:

$VATR$ = Volumen de captación en área neta del terreno

Ant = Área neta del terreno

Paso 2: Especificación de cuantos y cuales aparatos sanitarios se reutilizará el agua lluvia

Se realiza una tabla que se muestra al final del apartado

All_{reut} = Volumen de agua lluvia reutilizable

Paso 3: Porcentaje de agua lluvia reutilizado

$$Plluv_{reut} = \left(\frac{All_{reut}}{VATR} \right) \cdot 100$$

Donde:

$Plluv_{reut}$ = Porcentaje de agua lluvia reutilizado

All_{reut} = Volumen de agua lluvia reutilizable

$VATR$ = Volumen de captación de en área del neta del terreno

Tabla 13: Reutilización de agua lluvia (departamentos)

5. REUTILIZACION DE AGUA LLUVIA (OPTATIVA)					
Paso 1: Volumen de agua lluvia que se puede retener con precipitación de 10 mm					
Item	descripcion	cantidad	unidad		
Precipitacion	Precipitacion en una hora	10	mm		
VATR	Volumen potencial de captacion en area de terreno para agua lluvia	4860	L		
Paso 2: Especificacion de aparatos donde se puede reutilizar el agua lluvia					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/usuario/dia [(1)x(2)x(C)]
Griferia cocina	Litros/minuto	8.3	1	4	33.2
Lavadora	Litros/usuario/dia	17			17
Jardineria cubierta	Litros/usuario/dia	5			5
Ducha residencial	Litros/minuto	4.15	8	1	33.2
SUMA APARATOS SANITARIOS CON POSIBILIDAD DE REUTILIZACION DE AGUA LLUVIA ALLreut					88.4
Habitantes	habitantes	17			1502.8
Paso 3: Porcentaje de agua lluvia reutilizable					
Item	descripcion	cantidad	unidad		
Plluvreut	Porcentaje de agua reutilizable	31%			
Puntuacion			2.5		

PUNTAJE TOTAL	15.175
----------------------	---------------

Aplicación construcción de casas residenciales sector La Primavera.

Para el siguiente cálculo de los parámetros de la herramienta Ecoeficiencia de Quito, se repite el procedimiento anterior basándose en los nuevos planos existentes de esta manera obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 14: Porcentaje de área permeable (casas)

1. PORCENTAJE DE AREA PERMEABLE (OPTATIVO)		
Item	Descripcion	Area (m2)
Area permeable	Patio trasero	90.3
Asp	Area neta de suelo permeable	90.3
Anl	Area neta del lote	486
Pasp	Porcentaje de area de suelo permeable	19%
Puntaje	Puntaje en base a la escala	3

Tabla 15: Porcentaje de agua lluvia retenido (Casas)

2. PORCENTAJE DE AGUA LLUVIA RETENIDO (OBLIGATORIO)			
Paso 1: Volumen de agua lluvia retenida en area neta de terreno			
Item	Descripcion	Valor	unidad
Precipitacion	Precipitacion en una hora	50	mm
Ant	Area neta del terreno	486	m2
VAT	Volumen de retencion en area neta del terreno	24.3	m3
Paso 2: Volumen de agua lluvia retenida en cada tipo de superficie de terreno			
Precipitacion	Precipitacion en una hora	50	mm
Ats1	Superficie de area verde	90.3	m2
Ats2	Superficies duras	395.7	m2
Ts1	Volumen por superficie de area verde	4515	L
Ts2	Volumen por superficie dura	19785	L
Paso 3: Volumen de agua lluvia que no se puede retener en superficie			
Precipitacion	Precipitacion en una hora	50	mm
Ats1	Superficie de area verde	90.3	m2
Ats2	Superficies duras	395.7	m2
Ce1	Coeficiente de escorrentia para sustrato entre 20 y 40 cm	0.4	
Ce2	Coeficiente de escorrentia para superficies duras	1	
Qe1	Ecorrentia para superficie de area verde	1806	L
Qe2	Escorrentia para superficie de area dura	19785	L
Paso 4: Volumen de agua lluvia retenido por cada tipo de superficie			
Vrs1	Volumen de agua lluvia retenido en area verde	2709	L
Vrs2	Volumen de agua lluvia retenido en superfice dura	0	L
Paso 5: Volumen total de agua lluvia retenida en superficie			
ΣVrs	Volumen total de agua lluvia retenido en superficie	2709	L
Paso 6: Volumen de agua lluvia retenido por medio de estrategias grises			
ΣVrg	Volumen total retenido con estrategias grises	1000	L
Paso 7: Volumen de retencion de agua lluvia total			
Rall	Volumen retenido con todas las estrategias	3709	L
Paso 8: Porcentaje de retencion de agua lluvia en terreno			
Prall	Porcentaje de retencion de agua lluvia	15.26%	
Paso 9: Verificacion de requisito (50% correponda a estrategias de infraestructura verde)			
ΣVrv	Sumatoria de volumen de estrategia de infraestructura verde	2709	L
Paso 10: Porcentaje de estrategias de infraestructura verde			
Prallv	Porcentaje de retencion de agua lluvia con estrategia verde	73%	
Paso 11: Verificacion del porcentaje de Prallv sea como minimo 50% de Rall			
PUNTUACION EN BASE A LA ESCALA		2.375	

Tabla 16: Eficiencia del consumo de agua (casas)

3. EFICIENCIA DEL CONSUMO DE AGUA (OBLIGATORIO)					
Paso 1: Calculo de escenario base de consumo de agua por usuario					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/usuario/dia $[(1) \times (2) \times (C)]$
Inodoro	Litros/descarga	6	n/a	5	30
Lavamanos privado	Litros/minuto	6	1	5	30
Griferia cocina	Litros/minuto	12	1	4	48
Ducha residencial	Litros/minuto	12	8	1	96
Lavadora	Litros/usuario/dia				17
Jardineria	Litros/usuario/dia				5
Paso 2: Sumatoria de consumo por usuario al dia					
CONSUMO DE AGUA POTABLE POR USUARIO AL DIA (Σ AP_Esbase)					226
Paso 3: Multiplicacion del consumo de agua potable por usuario al dia por el numero de ocupantes					
Item	descripcion			cantidad	unidad
n	numero de habitantes			12	habitantes
AP_EsBasetot	Consumo de agua total en el edificio			2712	Litros/dia
Paso 4: Consumo de agua por persona en caso optimizado					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/usuario/dia $[(1) \times (2) \times (C)]$
Inodoro	Litros/descarga	4.15	n/a	5	20.75
Lavamanos privado	Litros/minuto	4.2	1	5	21
Griferia cocina	Litros/minuto	4.2	1	4	16.8
Ducha residencial	Litros/minuto	8.3	8	1	66.4
Lavadora	Litros/usuario/dia				17
Jardineria	Litros/usuario/dia				5
CONSUMO DE AGUA POTABLE POR USUARIO AL DIA OPTIMIZADO					146.95
AP_ESOp1	Consumo total de agua optimizado en el edificio			1763.4	Litros/dia
Paso 5: Consumo de agua potable considerando estrategias de reutilizacion de aguas grises y de lluvia					
Item	descripcion			cantidad	unidad
AP_ESOp2	Consumo de agua optimizado considerando reutilizacion de aguas			1014.4	L
Paso 6: Porcentaje de ahorro del consumo de agua potable					
Item	descripcion			cantidad	unidad
PaH2O	Porcentaje de ahorro de agua			63%	
Puntuacion					7.3

Tabla 17: Reutilización de aguas grises (Casas)

4. REUTILIZACION DE AGUAS GRISES (OPTATIVO)					
Paso 1: Aparatos sanitarios que generan aguas grises					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/dia $[(1) \times (2) \times (C)] \times P$
Lavamanos privado	Litros/minuto	4.2	1	5	21
Ducha residencial	Litros/minuto	8.3	8	1	66.4
Paso 2 y 3: Sumatorio del consumo por persona al dia					
SUMA GENERACION DE AGUAS GRISES POR USO AL DIA (AGGuso)					87.4
Paso 4 y 5: Demanda de agua de inodoros					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/usuario /dia $[(1) \times (2) \times (C)]$
Inodoro	Litros/descarga	4.15	n/a	5	20.75
Item	descripcion			cantidad	unidad
n	numero de habitantes			12	habitantes
SUMA GENERACION DE AGUAS GRISES POR USO AL DIA (Alndruso)					249
Paso 6: Volumen de aguas grises a reutilizar por habitante en la edificacion					
Item	descripcion			cantidad	unidad
n	numero de habitantes			12	habitantes
AGGreut	Aguas grises generadas al dia por la edificacion			1048.8	Litros/dia
Paso 7: Porcentaje de aguas grises reutilizables en funcion de la demanda de agua de inodoros					
Item	descripcion			cantidad	unidad
P_Agreut	Porcentaje de aguas grises reutilizables			24%	
Puntaje					n/a

Tabla 18: Reutilización de agua lluvia (casas)

5. REUTILIZACION DE AGUA LLUVIA (OPTATIVA)					
Paso 1: Volumen de agua lluvia que se puede retener con precipitación de 10 mm					
Item	descripcion	cantidad	unidad		
Precipitacion	Precipitacion en una hora	10	mm		
VATR	Volumen potencial de captacion en area de terreno para agua lluvia	4860	L		
Paso 2: Especificacion de aparatos donde se puede reutilizar el agua lluvia					
Aparato Sanitario	Unidad de Medida	Capacidad /Caudal (1)	Duracion en minutos (2)	Factor de uso por aparato (C)	Litros/usuario/dia $[(1) \times (2) \times (C)]$
Griferia cocina	Litros/minuto	8.3	1	4	33.2
Lavadora	Litros/usuario/dia	17			17
Jardineria no cubierta	Litros/usuario/dia	5			5
Ducha residencial	Litros/minuto	4.15	8	1	33.2
SUMA APARATOS SANITARIOS CON POSIBILIDAD DE REUTILIZACION DE AGUA LLUVIA ALLreur					88.4
Habitantes	habitantes	12			1060.8
Paso 3: Porcentaje de agua lluvia reutilizable					
Item	descripcion	cantidad	unidad		
Pluvreut	Porcentaje de agua reutilizable	22%			
Puntuacion		n/a			

PUNTAJE TOTAL	12.675
----------------------	---------------

Puntuaciones finales alcanzadas

Tabla 19: Puntuaciones finales

PUNTUACIONES			
Proyecto	Puntaje total para escala pequeña	Puntaje Alcanzado	Porcentaje Alcanzado
Edificio de departamentos	25.4	15.175	60%
Casas habitacionales	25.4	12.675	50%

ANALISIS DE RESULTADOS Y COMPARATIVA

Como parte de los datos que da Edge se obtiene el volumen de agua que se ahorra en 1 año para departamentos y casas: $83 \frac{m^3}{año}$ y $64 \frac{m^3}{año}$. Estos valores equivalen a una cantidad de agua que podría abastecer a 41 mil y 32 mil personas como consumo diario de agua, ya que un ser humano debe consumir en promedio 2 litros de agua al día. A su vez, este volumen que se ahorra al año sirve para llenar 2 jacuzzi al día por edificio o casa, los cuales tienen un volumen de 400 litros.

Comparando con los valores obtenidos en la Herramienta de Ecoeficiencia de Quito la relación entre los valores de consumo tienen 82.25% de similitud departamento y 78.24% de similitud en casas. Todo en base al valor de consumo por departamento y habitante. En ambos programas se usaron los mismos aparatos hidrosanitario.

Para ambas herramientas se usó el mismo volumen y distribución para la creación del tanque de recolección de aguas grises, donde este valor en Edge aumenta un 2% de ahorro a diferencia de la HEE-Q

A diferencia de la HEE-Q, en Edge solo existen 3 niveles de ahorro, donde 20% es el primer nivel y el mínimo, 40% es el segundo nivel y el 100% es el tercer nivel y que va de la mano de ser un edificio de emisión de carbón 0. Por otro lado la Herramienta de Eco Eficiencia de Quito. Califica solamene dos paramentros obligatorios los mismos que son porcentaje de retención de agua lluvia y eficiecna de consmo de agua, en donde se alcanzo los porcentajes mínimos para la estructura donde son el 15% y 25% en cada parámetro respectivamente, a diferencia de EDGE los lineamientos bases son basados en la norma Ecuatoriana Hidrosanitaria

por lo cual es mas accesible alcanzar el puntaje mínimo lo que nos permite ser acreedores de los

CONCLUSIONES

- Para realizar el análisis por medio de Edge y lograr subir el nivel y beneficios que puede obtener el constructor, ya que al tener ahorro en agua se afecta de forma negativa el valor de energía, por lo que para tener un mejor conocimiento de como afecta el ahorro de agua a todos los demás factores se debe hacer el diseño completo para todos los factores de Edge.
- Tomando en cuenta el consumo promedio en Quito que para el 2023 es de 205 litro por habitante por día, se obtuvieron valores de consumo de ahorros entre 111 litro por habitante por día y 146.95 litro por habitante por día, se acercan a los valores que la OMS recomienda para el consumo de una persona regular pero aun así la realidad del país nos muestra que existe un excedente en el uso de agua diario que es casi del 100% .
- Por parte de Edge se tiene que el consumo por departamento y por casa es de 12 y 13 metros cúbicos al mes respectivamente para 4 habitantes, y en base a datos que planillas del sector de Cumbayá se tienen valores que bordan entre 19-24 metros cúbicos al mes para familias de 4 personas, con lo cual se puede evidenciar un ahorro en base al consumo calculado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chicaiza, L., & Vega, P. (2019). Analisis de la viabilidad del programa de pisos adicionales en el marco de la sostenibilidad urbana en la ciudad de Quito. *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*, 8, 27-36. Fuente: <https://revistas.ucuenca.edu.ec/index.php/arc/article/view/2415>
- EDGE. (12 de agosto de 2020). *edgebuildings*. Fuente: <https://edgebuildings.com/about/about-edge/>
- EDGE. (26 de octubre de 2021). *Guía del usuario de EDGE*. Fuente: <https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2022/07/2022001613SPAspa001.pdf>
- EDGE. (2023). *EDGE Projects Studies*. Fuente: <https://edgebuildings.com/project-studies/>
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluacion de los impactos medioambientales de los proyectos de construccion. *Revista ingenieria de construccion*, 234-245. Fuente: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000300002&nrm=iso
- FV. (2022). *Catálogo Ferretero 2022-2023*. Quito.
- Males de la Torre, F. (2020). Análisis de contribución que la herramienta de eco-eficiencia de edificaciones del Distrito Metropolitano de Quito tiene en términos de sostenibilidad a la ciudad, bajo el parámetro internacional “Leadership in Energy And. *Universidad San Francisco de Quito*. Fuente: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8827>
- Martinez Gomez, J., & Mejia Suarez, A. (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. *Universidad Internacional SEK*.
- Merino Aguilera, G. (2021). Análisis comparativo: Herramienta de EcoEficiencia del Distrito Metropolitano de Quito y Certificacion EDGE. *Universidad San Francisco de Quito*. Fuente: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/10959>
- Meyzan, J. (2019). Ecoeficiencia en construcción de edificaciones en la ciudad de Huánuco 2018. Huanuco. Fuente: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6379>
- Naciones Unidas. (25 de septiembre de 2015). *UN*. Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Quintero, A. R. (2019). *RESOLUCION No. STHV-50-2019*. Resolucion, MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Quito.
- Solano, J. (2019). La contaminacion atmosferica por las actividades de la industria de la construccion. *VIRTUALPRO*. Fuente: https://www.researchgate.net/profile/Javier-Vera-Solano/publication/336749294_Air_pollution_from_construction_industry_activities_in_Colombia/links/5db0b5fc299bf111d4c022e9/Air-pollution-from-construction-industry-activities-in-Colombia.pdf
- V, P. (2022). Los edificios ecoeficiente en Quito y como consiguieron esa calificacion. *Plan V Hacemos periodismo*. Fuente: <https://www.planv.com.ec/historias/ciudades/edificios-ecoeficientes-quito-y-como-consiguieron-esa-calificacion>

Anexo A: EDGE

Análisis preliminar para reducción de consumo.

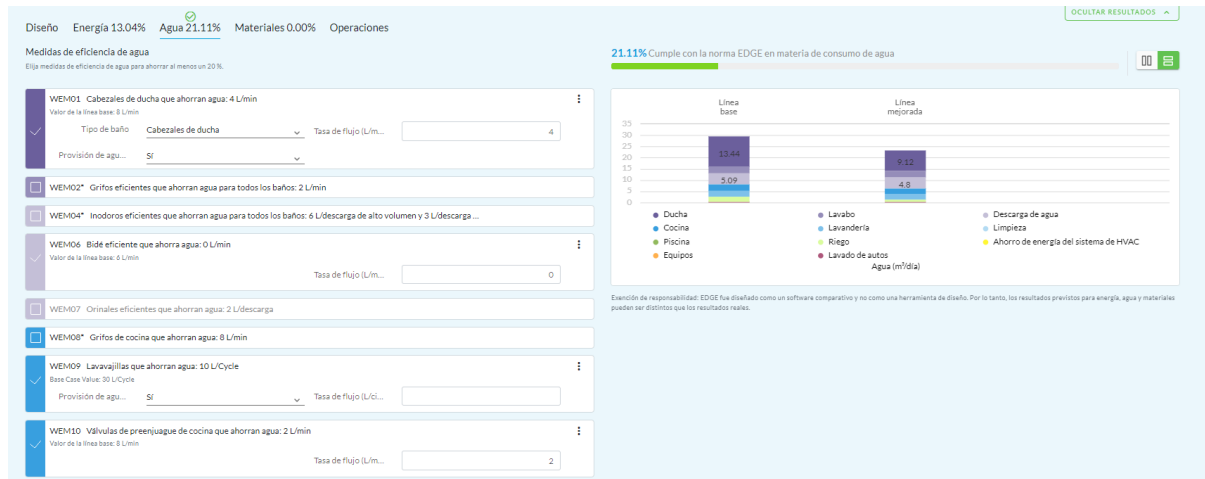


Ilustración 5: Análisis preliminar de factores.

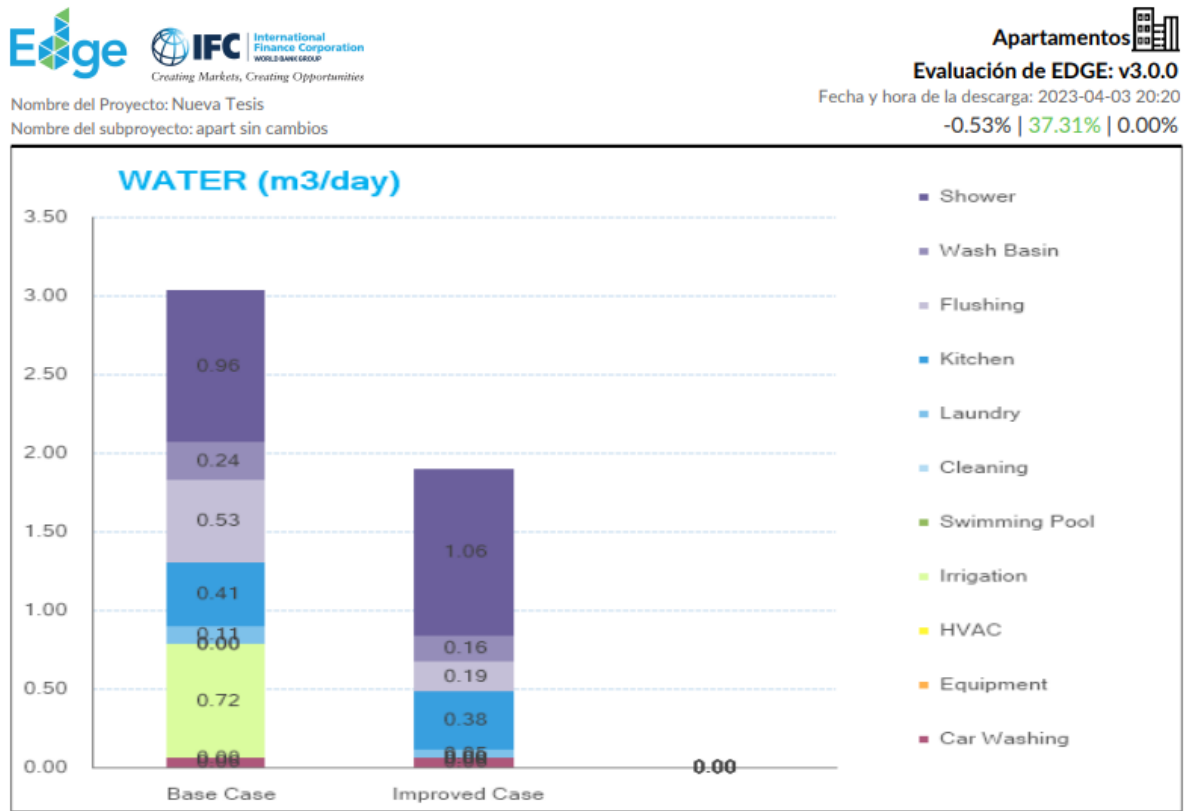


Ilustración 6: Revisión de apartamentos para edificios

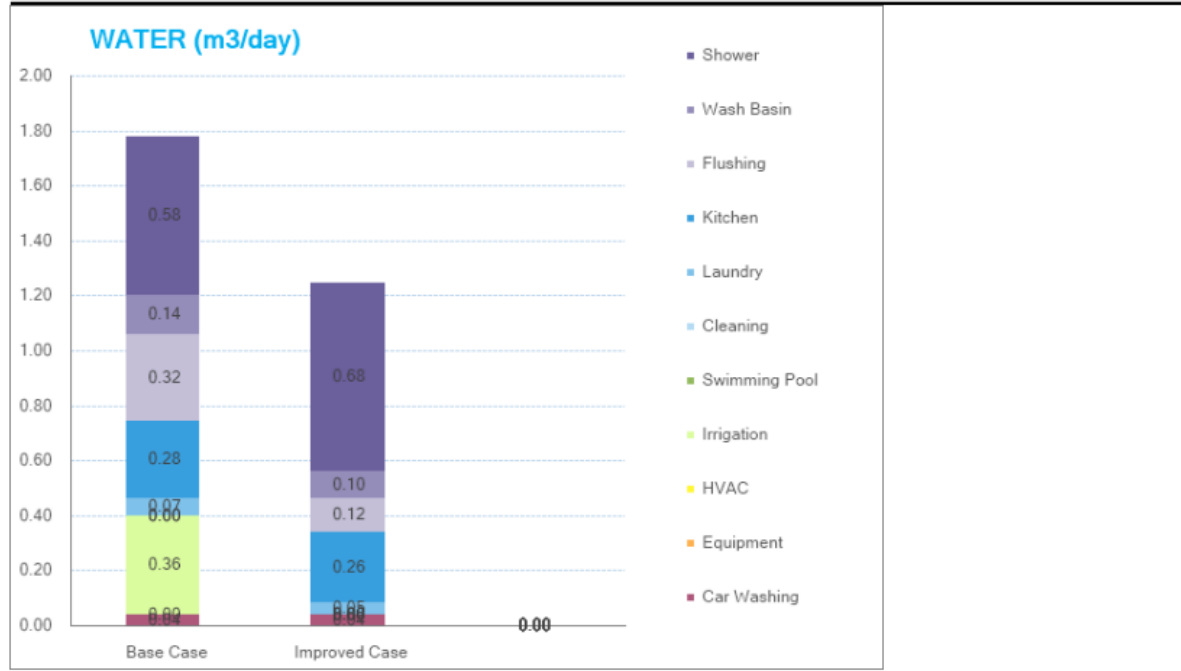
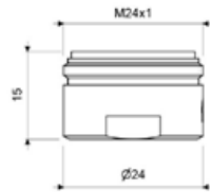


Ilustración 7: Revisión de parámetros para casas



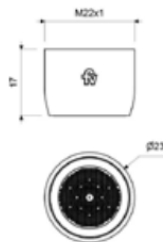
E141C DH CR

AIREADOR PARA JUEGOS Y LLAVES DE LAVABO Y COCINA NIVEL DE AHORRO => 50%



- Aireador que reduce el consumo de agua a 4,2 litros por minuto
- Aireador es compatible con un total de 74 productos del catálogo de grifería FV.
- Incluye: aireador, empaque y boquilla; para que el cambio sea sencillo, 1 aireador por funda.

Ilustración 8: Aireador 1



E140C DH

AIREADOR PARA JUEGOS Y LLAVES DE COCINA NIVEL DE AHORRO => 50%



- Aireador que reduce el consumo de agua a 4,2 litros por minuto.
- Aireador es compatible con un total de 46 productos del catálogo de grifería FV.
- Incluye: aireador, empaque y boquilla; para que el cambio sea sencillo, 1 aireador por funda.

Ilustración 9: Aireador 2

**E207.06.7.0 DH****AIREADOR PARA JUEGOS Y LLAVES DE LAVABO Y COCINA NIVEL DE AHORRO => 50%**

- Aireador que reduce el consumo de agua a 4,2 litros por minuto.
- Aireador es compatible con un total de 35 productos del catálogo de grifería FV.
- El producto incluye: aireador, empaque y boquilla; para que el cambio sea sencillo, 1 aireador por funda.

Ilustración 10: Aireador 3

	Código	Descripción	Consumo [l/min]	Costo Uni.	Compatibilidad
	E511.06.7.0 DH	AIREADOR PARA JUEGOS Y LLAVES DE LAVABO Y COCINA NIVEL DE AHORRO => 30%	5,8	3,9	35
	E207.06.7.0 DH	AIREADOR PARA JUEGOS Y LLAVES DE LAVABO Y COCINA NIVEL DE AHORRO => 50%	4,2	3,9	35
	E141C DH CR	AIREADOR PARA JUEGOS Y LLAVES DE LAVABO Y COCINA NIVEL DE AHORRO => 50%	4,2	2,6	74
	E141D DH CR	AIREADOR PARA JUEGOS Y LLAVES DE LAVABO Y COCINA NIVEL DE AHORRO => 30%	5,8	2,6	74
	E420/Y5 CR	LLAVE DE PARED CON PICO BAJO E PARA COCINA TREVISIO	8,3	25,4	
	E420.01/27L CR	LLAVE DE PARED CON PICO ALTO PARA COCINA FIORI LEVER	8,3	28,87	
	E420.01/Y5 CR	LLAVE DE PARED CON PICO ALTO PARA COCINA CRUZ FIJA	8,3	25,4	
	E417.05/27L CR	JUEGO DE 8" PARA COCINA FIORI LEVER	8,3	41,37	
	E417.05/Y4 CR	JUEGO DE 8" PARA COCINA CRUX	8,3	38,3	
	E120.45 DH CR	DUCHA PLÁSTICA ARTICULADA 15 CM.	9,5	27,04	
	E120.09 DH CR	DUCHA ECONÓMICA AUTOLIMPIANTE	9,5	12,23	
	E109/B2 CR	JUEGO DE DUCHA	9,5	52,5	
	C1900/27L CR	JUEGO CENTERSET 4" PARA LAVABO	8,3	18,92	
	E191/Y5 CR	JUEGO CENTERSET 4" PARA LAVABO	8,3	38,67	

Ilustración 11: Grifería y aireadores escogidos

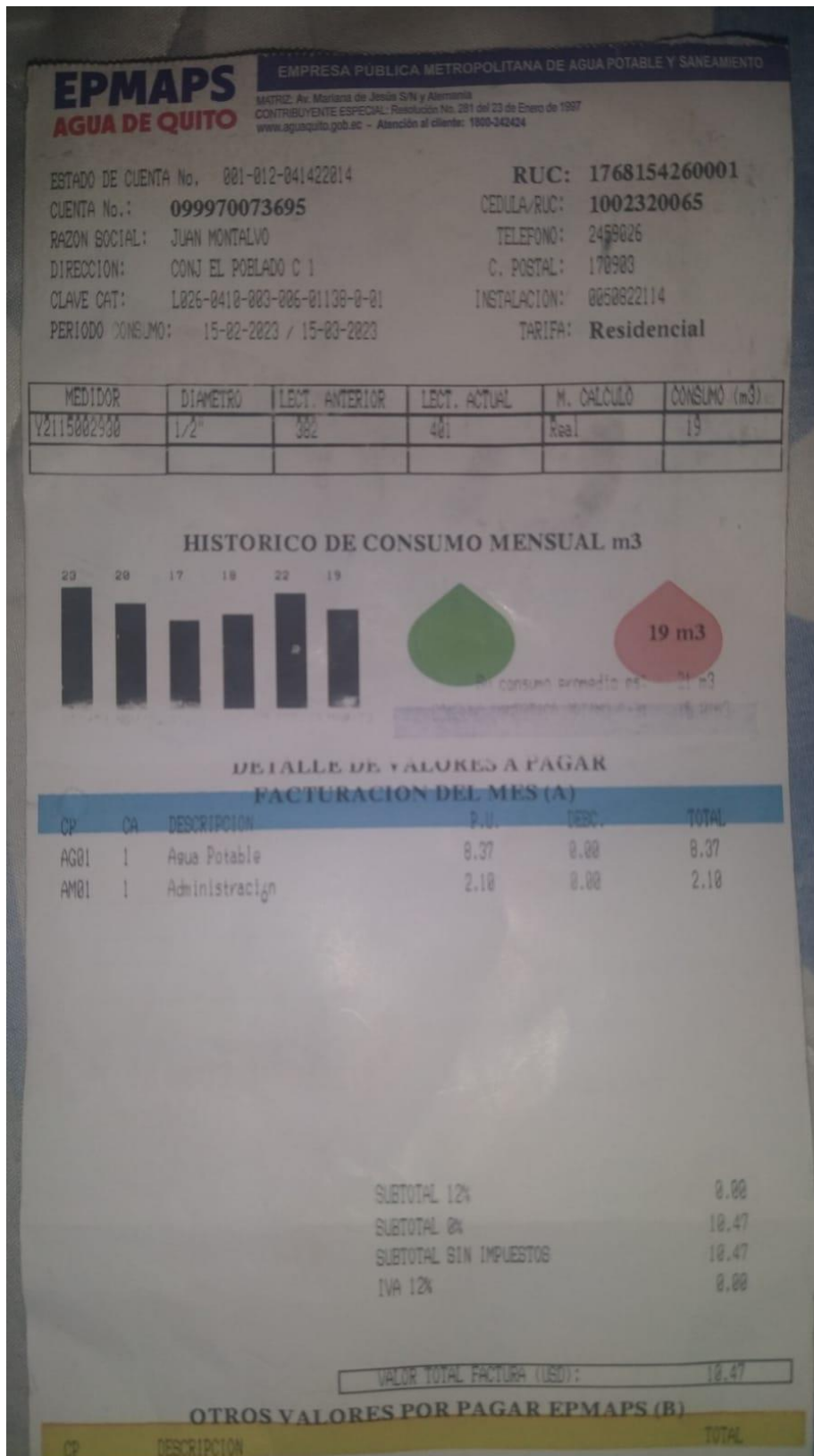


Ilustración 12: Planilla de agua de una familia de 4 personas en Cumbayá