

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Diseño sostenible HEE-Q para contribución urbana

Josué David Batallas Tituaña

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 HEE-Q para contribución urbana

Josué David Batallas Tituaña

Nombre del profesor, Título académico

Miguel Andrés Guerra Moscoso, PhD.

Quito, 14 de mayo de 2022

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>.

UNPUBLISHED DOCUMENT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 theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

Este documento trata sobre el revisión y diseño por la herramienta STHV-050-2019 del municipio de Quito de un edificio de 4 pisos en Quito, Pichincha, Ecuador. Para el desarrollo se va a enfocar en la tercera parte de esta herramienta que tiene que ver con los aportes paisajísticos, ambientales y tecnológicos, diseño Bioclimático y confort ambiental. Este documento especifica los puntos asignados para los diferentes ítems calificados dentro de la categoría mencionada anteriormente. Dentro de la primera categoría están los factores tecnológicos que tiene que ver con el tipo de materiales que se usan en la construcción y la tecnología de estos. En segundo lugar, están los aportes paisajísticos y ambientales, que se basan en el plan de manejo de desechos, la integración al espacio público y la cobertura vegetal de la estructura. Por último, está el apartado del diseño Bioclimático y confort ambiental.

Palabras clave: Ecoeficiente, diseño, evaluación, paisajísticos, ambientales, tecnológicos.

ABSTRACT

This document shows the review and design by the regulation STHV-050-2019 of the municipality of Quito of a 4-story building in Quito, Pichincha, Ecuador. It will focus on the third part of the code which has to do with landscape, environmental and technological contributions, bioclimatic design, and environmental comfort. This document specifies the points assigned to the different graded items within the category mentioned above. Within the first category are the technological factors that have to do with the type of materials used in construction and their technology. Secondly, there are the landscape and environmental contributions, which are based on the waste management plan, the integration into the public space, and the vegetation cover of the structure. Finally, there is a section on Bioclimatic design and environmental comfort.

Key words: Eco-efficient, design, evaluation, landscape, environmental, technological.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
Desarrollo del Tema.....	11
Resultados.....	23
Conclusiones.....	24
Referencias bibliográficas.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rubros de acabados y ponderación por criterio (Municipio de Quito, 2019)	12
Tabla 2 Puntos asignados dependiendo del PMS (Municipio de Quito, 2019)	13
Tabla 3 Ancho mínimo del ingreso a nivel de acera según pendiente (Municipio de Quito, 2019).....	15
Tabla 4Puntaje para el literal de integración de la acera al espacio público.....	16
Tabla 5Descripción de las áreas verdes dependiendo del piso en el que se encuentran	18
Tabla 6 Tabla de puntajes para el porcentaje de área verde correspondiente a cada tipo de estructura.	18
Tabla 7 Área total vertical de la superficie del edificio por pisos.	19
Tabla 8 Resumen de resultados y puntaje total.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Vista del plano de la acera y sus alrededores.....	16
Ilustración 2 Levantamiento topográfico del terreno en donde se planea construir el edificio	17
Ilustración 3 Material usado en el enlucido exterior, con SRI de 58 (Alchapar, 2012).....	20
Ilustración 4 Fotografía extraída del software de Solar View para el sector de la carolina en Quito.....	22

INTRODUCCIÓN

El tema del diseño sostenible mediante la herramienta STHV-050-2019 del municipio de Quito para un edificio de 4 pisos ubicado en Quito, Pichincha, Ecuador, fue propuesto para demostrar que se puede lograr cumplir con esta herramienta con los diseños tradicionales de edificios en Quito. Actualmente se observa en el mundo una ola de preocupación por el medio ambiente, una de las industrias más contaminantes en el mundo es el de la construcción, empezando por la producción de los materiales como el cemento, hasta en la construcción, como la tala de árboles y el mal manejo de desechos. Este documento planea demostrar que los procesos de construcción en Quito pueden ser llevados a cabo de una manera más amigable con el medioambiente, haciendo cambios no tan significativos ni muy costosos. Este documento presenta como se cambiaron ciertos aspectos y confirma otros que si cumple dentro de los planos ya elaborados. A continuación, se presentará el desarrollo de la verificación y diseño de los diferentes postulados para poder verificar si el proyecto presentado cumple con los diferentes estándares.

DESARROLLO DEL TEMA

Para el siguiente trabajo de titulación se implementará los requisitos del Municipio de Quito para que el proyecto cuente como un proyecto ecoeficiente, se necesita que este cumple tres aspectos de los de cuales en este documento se van a tratar el ultimo que tiene que ver con los aportes paisajísticos, ambientales y tecnológicos. El proyecto es un edificio ubicado en Quito, Ecuador, que cuenta con cuatro pisos y el subsuelo. Este se compone de cuatro departamentos, cada uno independiente del otro.

3.1 Aportes tecnológicos: En esta sección se evaluarán principalmente dos aspectos los materiales y la tecnología usados en el proceso constructivo de la obra, estos tienen que cumplir con los puntos establecidos en la misma. También se hará una evaluación detallada de los materiales para poder ver el porcentaje de materiales sostenibles, así como evaluar los diferentes materiales usados en las paredes internas para lograr reducción de masa, para que ayude a la resistencia sísmica. Después de evaluar todos los literales relacionados con el literal 3.1 se obtiene un total de 8.55 puntos.

3.1.1 Materiales sostenibles:

En esta sección, se hace una revisión y asignación de puntos para los diferentes materiales usados en los acabados. Los criterios para evaluar son materiales locales (a), uso de materiales de rápida generación (b), reutilización de materiales (c), uso de materiales con emisiones bajas de vahos contaminantes (d) y acabados evitados en obra por diseño (e). Los acabados de pisos especificados para este punto son: adoquinado entrada y parqueaderos, porcelanato de piso, barredera de porcelanato, pintura interior paredes, pintura exterior, piedra exterior, cielo raso (Gypsum) (incluye pintura), pared de cerámica. Las especificaciones, fichas y fuentes técnicas se encuentran en los sitios de donde fueron sacadas esta información.

ACABADOS	Unidad	Cost unit	Cant	Cost total	Criterios					Costo Prop
					a	b	c	d	e	
ADOQUINADO 300 KG/CM2 E=6CM ENTRADA Y PARQUEADEROS	m2	13.85	265.34	3674.96	x					3674.96
PORCELANATO DE PISO (NACIONAL)	m2	32.00	510.15	16324.80	x					16,324.80
BARREDERA DE PORCELANATO	M	6.85	389.35	2667.05	x					2,667.05
PINTURA INTERIOR PAREDES	m2	5.03	1,554.74	7820.34	x					7,820.34
PINTURA EXTERIOR	m2	9.09	585.46	5321.83	x					5,321.83
PIEDRA EXTERIOR	m2	48.35	147.81	7146.61						0
CIELO RASO (GYPSUM)	m2	15.00	685.30	10279.50						0
PARED DE CERÁMICA	m2	28.31	252.00	7134.12	x					7,134.12
Total				60369.21	Total					42943.10

Tabla 1: Rubros de acabados y ponderación por criterio (Municipio de Quito, 2019)

$$TP = 42943.1$$

$$TA = 60369.2$$

$$PMS := \frac{TP \cdot 100}{TA}$$

$$PMS = 71.134$$

En las anteriores formulas se obtiene el PMS, porcentaje de materiales sostenibles, en los acabados. La herramienta presenta la siguiente tabla en donde de especifica que el puntaje otorgado de acuerdo con el porcentaje de PMS obtenido en el ejercicio anterior.

ESCALA		PEQUEÑA	MEDIA	GRANDE	EXTRA GRANDE
PUNTAJE MÁX.		6,1	5,7	5,4	5,0
RANGO DE AHORRO	PROPORCIÓN DEL PUNTAJE MÁX	PUNTAJE ASIGNADO			
≥15% y < 26%	0,25	1,525	1,425	1,35	1,250
≥26% y < 36%	0,50	3,050	2,85	2,7	2,500
≥36%	1	6,1	5,7	5,4	5,00

Tabla 2 Puntos asignados dependiendo del PMS (Municipio de Quito, 2019)

Es una estructura pequeña, y el ahorro es mayor al 71% entonces el puntaje para este literal sería de 6.1 puntos.

3.1.2 Estructura:

En este punto se busca reducir el impacto que un sismo puede causar a la estructura, reduciendo la cantidad de masa en las paredes. Esto se logra con las dos condiciones explicadas a continuación.

Condición uno:

La condición uno propone que los elementos se apeguen a dos puntos de dos herramientas, el ASCE 12.7.4 y el ACI 18.2.2 como se muestran en las imágenes siguientes. Las paredes exteriores se toman solo en cuenta en el análisis estructural, puesto que en el análisis sísmico se desprecia la rigidez aportada por estos miembros.

Condición dos:

Esta condición tiene que ver con la reducción de masa en las paredes, así como el peso de estas afectan la estructura. A continuación, se muestra los diferentes pesos en kilogramos por unidad de metro cuadrado. De diferentes sistemas de construcción. En este caso se toma en cuenta las paredes interiores. Para estas se tienen estos valores de los sistemas de construcción más usados en Ecuador.

Pared de bloque:

$$PB := 250 \frac{kg}{m^2}$$

Pared de Ladrillo:

$$PL := 400 \frac{kg}{m^2}$$

Pared de Gypsum:

$$PG := 57 \frac{kg}{m^2}$$

En este tipo de construcción se planeaba usar bloque para la construcción de paredes interiores y exteriores. Pero se para que cumpla con los parámetros del Municipio, se tiene que implementar un aligeramiento de la masa en las paredes.

$$Pap := \left(\frac{(PB - PG)}{PB} \right) \cdot 100$$

$$Pap = 77.2$$

Siguiendo la tabla indicada en la herramienta se utiliza la fila del mayor o igual al 35%, y la estructura es pequeña entonces se le asigna un puntaje de 3.050 por la condición 2 y no se cumple la condición uno entonces no se le añade un puntaje a este.

3.2 Aportes ambientales y paisajísticos

3.2.1 Integración de retiro frontal de la planta a nivel de acera al espacio público (obligatorio)

En este punto se especifica qué espacio es destinado para la vereda, aparte del estipulado por la ley, es para el acceso al público. Para poder evaluar los siguientes literales acreditados por el espacio de acera destinado para peatones, está especificado en la siguiente tabla.

Porcentaje de pendiente de la acera	Ancho mínimo de integración en el retiro
0 - 2%	Todo el frente del lote
3% - 4%	6,00 metros
5% - 6%	3,80 metros
7% - 8%	2,50 metros
9% - 10%	2,00 metros
11% - 15%	1,50 metros
16% en adelante	Mínimo 1,20 metros
*El metraje restante del frente del lote que no se encuentre a nivel de acera, deberá tener una intervención amigable para el peatón.	

Tabla 3 Ancho mínimo del ingreso a nivel de acera según pendiente (Municipio de Quito, 2019)

Para poder calcular esto se toma en cuenta los puntos de los diferentes bordes y se tiene que la pendiente p es:

$$p := \frac{2 \text{ m} - 0 \text{ m}}{0 \text{ m} - 15.97 \text{ m}}$$

$$p = -12.523\%$$

Con este valor se pasa a la tabla y se tiene que el ancho de integración tiene que ser de mínimo 1.50 metros. La acera tiene un ancho de 900mm y para la intervención del peatón tiene un

ancho de 1.50m. Esto da un total de 2.4 metros. Estos se evidencian en una captura del plano en la siguiente imagen.

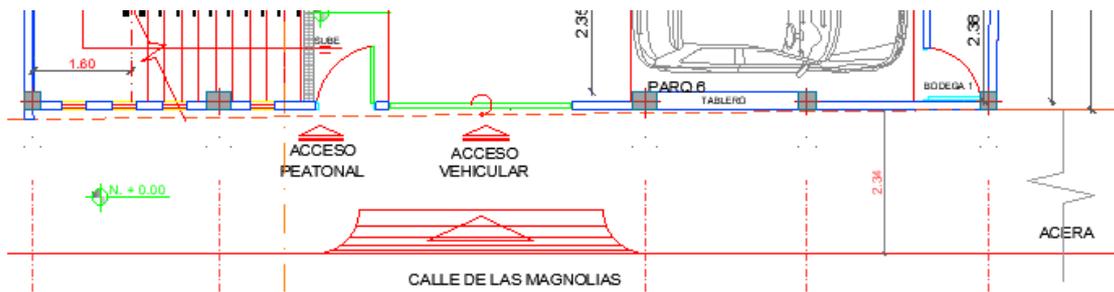


Ilustración 1 Vista del plano de la acera y sus alrededores

	ESCALA PEQUEÑA	MEDIA	GRANDE	EXTRA GRANDE
PUNTAJE MÁX.	3,7	3,3	3,3	3,00
INTEGRACIÓN DEL FRENTE	PUNTAJE ASIGNADO			
• Cumple	3,7	3,3	3,3	3,00

Tabla 4 Puntaje para el literal de integración de la acera al espacio público

El proyecto cumple con todos los postulados requeridos en el punto 3.2.2. El puntaje asignado debido a que es una construcción pequeña, se le otorga 3.7 puntos.

Para los puntos extras no aplica los siguientes literales ya que este proyecto no tiene acceso a al retiro posterior, ni a los lados porque la construcción de este y los parqueaderos forman parte de este espacio.

3.2.3 Unificación de lotes (Optativo)

Este punto no aplica ya que no se tiene planificado la adquisición de otros lotes vecinos, sin embargo, para el siguiente proyecto se puede tener en cuenta los diferentes tipos unificación e integración propuestas en la herramienta.

3.2.4 Cobertura vegetal (Obligatorio)

Dentro de este literal se plantea implementar y evaluar el tipo de cobertura vegetal en las edificaciones. Esto intentado hacerlo con la flora nacional. También se trata de tener un área mínima de césped.

Para poder iniciar con el procesamiento de puntaje en este literal, primero se obtiene el área del lote. En este caso tomamos el área del levantamiento topográfico indicado en los planos.

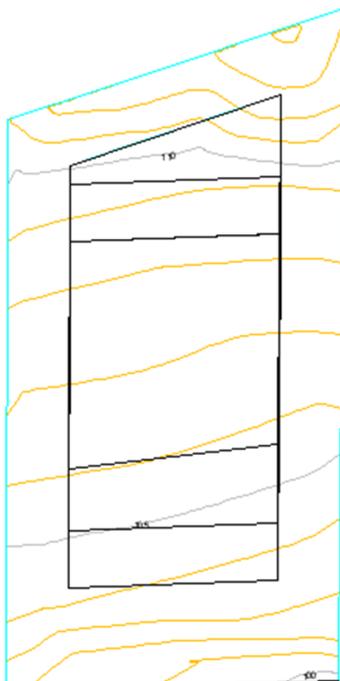


Ilustración 2 Levantamiento topográfico del terreno en donde se planea construir el edificio

Como se puede visualizar el área del lote es de 484.65 metros cuadrados. A continuación, se mostrará los espacios verdes implementados en el proyecto.

Piso	área verde en m2					área total m2
sub	9.62					9.62
1	2.66	7.38	1.49	2.4	2.13	16.06
2	1.68	1.68	1.31	1.68		6.35
3	1.68	1.68	1.68	1.68		6.72

4	1.68	1.68	1.68			5.04
5	2.09	1.68	1.68	1.68		7.13
césped	39.07	10				49.07
Total						99.99

Tabla 5 Descripción de las áreas verdes dependiendo del piso en el que se encuentran

Como se puede ver el césped representa menos del 50% de las áreas verdes. Esto para poder tener diferentes tipos de flora nacional en cada área establecida.

$$ATL := 484.65 \text{ m}^2$$

$$ACoV := 99.99 \text{ m}^2$$

$$CoV := \frac{ACoV}{ATL}$$

$$CoV = 20.631\%$$

ESCALA		PEQUEÑA	MEDIA	GRANDE	EXTRA GRANDE
PUNTAJE MÁX.		7,3	6,8	6,5	6,0
PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL	PROPORCIÓN DEL PUNTAJE MÁX	PUNTAJE ASIGNADO			
≥20% y < 30%	0,25	1,825	1,7	N/A	N/A
≥30% y < 40%	0,50	3,650	3,40	N/A	N/A
≥30% y < 40%	0,25	N/A	N/A	1,650	1,500
≥40%	1	7,3	6,8	N/A	N/A
≥40% y < 50%	0,50	N/A	N/A	3,250	3,000
≥50%	1	N/A	N/A	6,5	6,0

Tabla 6 Tabla de puntajes para el porcentaje de área verde correspondiente a cada tipo de estructura.

En total, el porcentaje de cobertura vegetal es de 20.63%, por lo que en total se asignan 1.825 puntos.

3.3 Diseño Bioclimático y confort ambiental

3.3.1 Reflectancia y absorbencia (opcional)

Dentro de este punto se evalúa el uso e impacto que causan ciertos materiales tanto dentro como fuera de la estructura. Se evalúa dos aspectos la reflectancia, es la cantidad de radiación que recibe y emite de vuelta. (Andrade Vásquez, 2020) Y absorbencia, como la cantidad de radiación que recibe el material y que se transforma en energía térmica. Para esto la resolución mencionó un journal que permitiría el diseño con materiales que cumplan con el número de SRI especificado. Con esto se logró obtener un total de materiales acorde a los índices especificados. Continuación se muestran los materiales utilizados para la construcción.

Perímetro de pares m	Altura de paredes m	área m ²
15.97	2.88	45.9936
53.99	2.68	144.6932
58.82	2.88	169.4016
51.69	2.94	151.9686
41.81	2.88	120.4128
41.81	1.728	72.24768
Total		704.7175

Tabla 7 Área total vertical de la superficie del edificio por pisos.

Para lograr tener el mayor porcentaje de PRA, se diseñó de acuerdo con los parámetros siguientes, se cambió algunos materiales del exterior.

CW45	TexturableRulato (tr)	Terracota	0.53	0.93	59	58
------	-----------------------	-----------	------	------	----	----

Ilustración 3 Material usado en el enlucido exterior, con SRI de 58 (Alchapar, 2012)

A estos cambios se los computó y se tiene un área total de 1029.03 metros cuadrados con materiales con estrategias de absorbencia y reflectancia.

$$AG1 := 1029.03 \text{ m}^2$$

$$ACF := 704.71 \text{ m}^2 + 461 \text{ m}^2$$

$$PRA := \frac{AG1}{ACF} \cdot 100\%$$

$$PRA = 88.275\%$$

Siguiendo los postulados de la herramienta, se otorga un total de 1.2 puntos al proyecto en total.

3.3.2 Confort térmico (obligatorio)

Este parámetro evalúa las estrategias que aseguren que las temperaturas internas no alcancen extremos de frío o calor, evitando mecanismos activos para calentamiento o enfriamiento de las instalaciones. (Villegas Ponce, 2022) Para esto se tiene que seguir la norma NEC-HS-EE. Se hace una evaluación de la semana más fría y cálida del año.

Para esto se tiene que seguir con las normas que se tienen dentro de la herramienta.

Se tienen los siguientes cálculos de los materiales del bloque, recubrimiento y pintura.

$$\lambda_1 := 0.80 \frac{W}{km}$$

$$e_1 := 0.2 \text{ m}$$

$$R1 := \frac{e1}{\lambda1} = 250 \frac{s^3}{kg}$$

$$\lambda2 := 1.40 \frac{W}{km}$$

$$e2 := 0.2 \text{ m}$$

$$R2 := \frac{e2}{\lambda2} = 142.857 \frac{s^3}{kg}$$

$$\lambda3 := 0.0012 \frac{W}{km}$$

$$e3 := 0.005 \text{ m}$$

$$R3 := \frac{e3}{\lambda3} = (4.167 \cdot 10^3) \frac{s^3}{kg}$$

$$U := \frac{1}{R1 + R2 + R3} = (2.193 \cdot 10^{-4}) \frac{kg}{s^3}$$

Después de estos resultados se tiene que en total se cumple con la condición uno que dice que se cumple con más del 60%, ya que en este caso se cumple con 71.3%. Por lo que en total se otorgan 2.45

3.3.3 Confort lumínico (obligatorio)

Este parámetro busca evaluar las estrategias de diseño que prioricen la iluminación natural, utilizando el Factor de Luz Diario (DLF) como métrica, y estableciendo índices mínimos basados en normas específicas para garantizar el confort lumínico en diferentes espacios y usos del proyecto. Para realizar el análisis de confort lumínico se lo tiene que hacer en los mismos pisos donde se evaluó el confort térmico. (Guzmán Rodríguez, 2018) Se consideró un "cielo

cubierto" con una iluminancia de 8.000 lux, en la ciudad de Quito. Todo esto siguiendo los parámetros y tablas de la norma INEN 1 152 - 1984-05. Para esto de utilizó el software de

<https://solarview.niwa.co.nz>

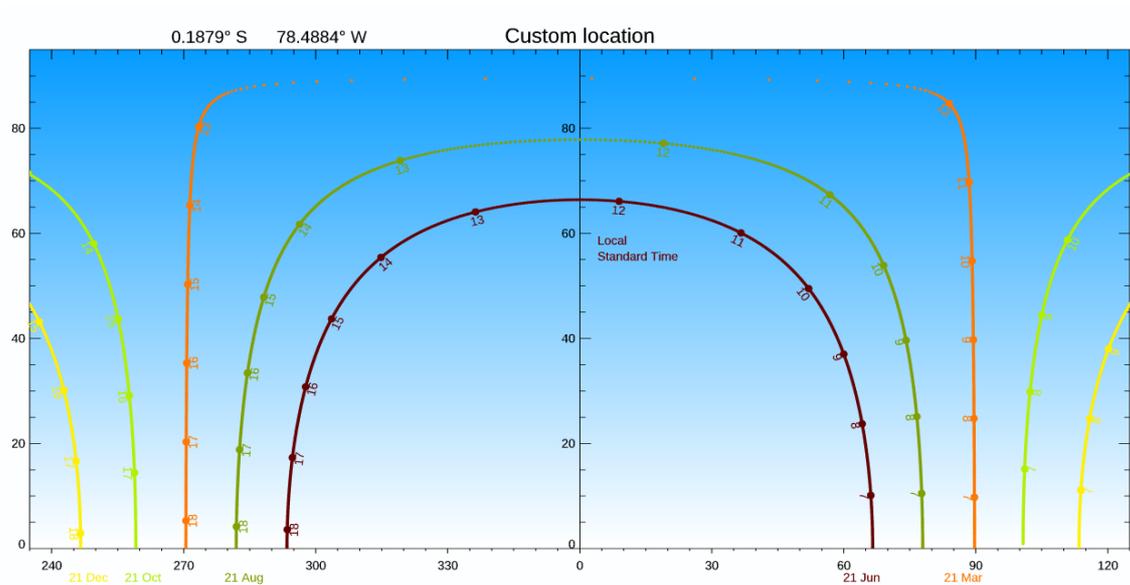


Ilustración 4 Fotografía extraída del software de Solar View para el sector de la carolina en Quito

Para el caso del edificio de los pisos analizados, primero y cuarto. Se tiene que más de 40% de los espacios cumple con los parámetros de la norma INEN mencionada anteriormente. Por lo que se otorgan 1.2 puntos.

RESULTADOS

Para poder tener una noción de cómo fueron los resultados del diseño, se hizo una tabla en donde se resumía cada punto y por lo tanto tener una idea de cuantos puntos aportaría en el tercer apartado de paisajismo y urbanismo de la herramienta.

Literal	Puntos otorgados	puntos disponibles
Materiales sostenibles	6.1	6.1
Estructura	6.1	6.1
Planes de manejo	7.1	7.1
Integración de la p.	3.7	3.7
Unificación de lotes	N/A	8.6
Cobertura vegetal	1.825	7.3
Reflectancia y Absortancia	1.2	2.4
Confort térmico	2.45	4.9
Confort lumínico	1.2	2.4
Total	29.675	48.6

Tabla 8 Resumen de resultados y puntaje total

$$\text{Porcentaje} := \frac{P_{\text{otorgado}}}{P_{\text{total}}} = 0.611$$

Es decir que en total se tiene un 61% de los puntos del apartado tres de la herramienta, lo suficiente para que con los otros dos estando al 60% se otorgue la recompensa del permiso de construir un piso extra al proyecto.

CONCLUSIONES

En conclusión, se evaluó el proyecto como estipulaban los planos, sin embargo, no se cumplía con el total de los puntos para superar el 60% requerido para que así, tanto con los puntos del apartado hidrosanitario como con el apartado eléctrico, se cumplan con un mínimo de puntos para así alcanzar la recompensa inicial de un punto más. Para este proyecto se intentó no cambiar las proporciones arquitectónicas, sin embargo, se recomienda en ciertos puntos el cambio para así llevarse el total de los puntos. Al cambiar y aumentar algunos de los postulados necesarios se logra cumplir con más del 60% de los puntos previstos. En este proyecto en el apartado de contribución paisajístico y urbanístico se tiene un total de 61.09% de puntos. Es decir, de los 48.6 puntos se otorgan a este proyecto 29.675. En el apartado de materiales, no se hizo mucho cambio más que utilizar materiales nacionales y verificar las conexiones de las paredes exteriores, estas siguiendo los parámetros de ACI y ASCE en sismo resistencia. En el apartado de aporte paisajístico, se recomienda hacer los planes del proyecto ya que este otorga un total de 7,1 puntos que son optativo, se hizo un calculo y adecuación de las áreas verdes, la integración de la acera al espacio público. Lo único que no cumplió dentro de este punto fue la unificación de lotes. Para el ultimo apartado se tiene un punto un poco más complicado en donde se evaluó puntos más arquitectónicos para el ahorro de energía térmica como lumínica, sin embargo, con la ayuda del uso de softwares se pudo tener así resultados que podrían mejorar si se modifica la arquitectura de los espacios, sin embargo, esto solo es una recomendación ya que el objetivo era diseñar para lograr que con las mismas dimensiones arquitectónicas se tenga más del 60% de puntos. En conclusión, se logró obtener todos los puntos necesarios para poder tener ese incentivo, y así poder sacar más utilidad de este proyecto. Para el trabajo futuro está la evaluación de los aspectos hidrosanitarios y eléctricos. Para así poder determinar si cumple o no con los requisitos mínimos de la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alchapar, N. L. (2012). Índice de reflectancia solar de revestimientos verticales: potencial para la mitigación de la isla de calor urbana. *Ambiente construido*, 12.
- Andrade Vásconez, S. S. (2020). *Diseño de un edificio residencial sostenible en el sector de la "Y"*. Quito: Universidad Tecnológica Indoamericana.
- Guzmán Rodríguez, Á. F. (2018). *Proceso de estudio de iluminación natural para garantizar el confort lumínico en espacios interiores en la ciudad de Quito*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Municipio de Quito. (2019). *RESOLUCIÓN No. STHV-050-2019*. Obtenido de Entidad Colaboradora de proyectos: <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-03/Resolucion%20Reforma%20Potencialidad%20STHV-2020-053.pdf>
- Villegas Ponce, K. E. (2022). *Diseño térmico de una vivienda de bajo consumo energético a ser construida en la ciudad de quito validado mediante indicadores de confort adaptativo de la norma ashrae 55*. Quito: Escuela Politecnica Nacional .