

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN URBANISMO MENCIÓN
PLANIFICACIÓN URBANA CON ENFOQUE
AL CAMBIO CLIMÁTICO

DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN ANTE
INUNDACIONES EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO
CLIMÁTICO PARA LOS HABITANTES DE LOS BARRIOS
UBICADOS EN LAS LADERAS DE QUITO – CASO DE
ESTUDIO BARRIO SAN ENRIQUE DE VELASCO

Volumen I

ILEANA PAOLA FLORES ARMAS

DIRECTORA: ARQ. PHD. GRACE JEANNETH YÉPEZ
MADRUÑERO

QUITO – ECUADOR
2022

Presentación

Es un hecho que las ciudades están en expansión, su crecimiento acelerado se está apoderando y debilitando el suelo natural, afectando el clima, la naturaleza y a la población, no solo la actual sino también a las generaciones futuras.

La labor de responder a estos desafíos climáticos no solo recae en las autoridades de gobierno, sino también, sobre cada uno de los pobladores.

El propósito de esta investigación es identificar soluciones basadas en la naturaleza, que puedan ser utilizadas por los habitantes que residen en los barrios ubicados en las laderas, dentro de sus propios lotes; para mitigar los eventos de inundación ocasionados por efecto del cambio climático.

Dios no sólo le encomendó el mundo al ser humano, sino que su propia vida es un don que debe ser protegido de diversas formas de degradación. Toda pretensión de cuidar y mejorar el mundo supone cambios profundos en los estilos de vida. (Juan Pablo II, 1991)

Dedicatoria

A mi esposo, mi compañero y mi apoyo incondicional.
A mi familia, que sin su amor y su cuidado nada sería posible.
A mi tío Fer.

Agradecimiento

Agradecimiento especial a la Arq. PhD. Grace Yépez por la apertura dada para colaborar con el proyecto desarrollado por Yes Innovation para CLEVERCities.

INDICE

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	12
JUSTIFICACIÓN	14
OBJETIVOS	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
METODOLOGÍA	19
CAPÍTULO 1. Marco Teórico Conceptual	21
¿Qué son las SbN?	21
Categorización de las SbN y la importancia de su adaptación en las ciudades	22
1. Escala de Cuencas o Paisaje.	22
2. Escala de Vecindario o de Sitio.	23
3. Áreas Costeras.....	23
¿Qué es la vulnerabilidad climática?	24
Enfoques de la Vulnerabilidad.....	24
1. Acciones dirigidas a enfrentar los controladores de la vulnerabilidad	24
2. Acciones dirigidas a maximizar la respuesta de las poblaciones	24
3. Acciones dirigidas a mejorar la gestión del riesgo climático	25
4. Acciones dirigidas a enfrentar de manera directa los ECC.....	25
¿Qué es la mitigación de riesgos?	25
Riesgos de los asentamientos ubicados en laderas	26
Problemas y vulnerabilidad de los barrios en las laderas de Quito	26
CAPÍTULO 2. Metodología	28
Revisión Sistemática de Literatura	28
Matriz Reflexiva de valoración	31
Paso 1: Aplicación del modelo de las 9 preguntas	32
Paso 2: Desarrollo de una lluvia de ideas	35
Paso 3: Generación de la idea Fuerza.....	36
Paso 4: Definición de los aspectos de Valoración.	36
Matriz Resultante	40
CAPÍTULO 3. SbN para la comunidad del barrio San Enrique de Velasco.	42
Historia del Barrio San Enrique de Velasco	42
Características	42
Problemática	55

Propuesta	56
Evaluación	68
1. Presentación de las estrategias al grupo de CLEVERCities Quito.	68
2. Cuestionario de aceptación planteado para los moradores del barrio San Enrique de Velasco – para ejecución futura.	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	79
Anexos	85
Anexos 1: Tabla de referentes de SbN en Latinoamérica y otros países enfocados a mitigar los efectos ocasionados por lluvias intensas.	85
Anexos 2: Matriz reflexiva de valoración de los proyectos seleccionados.	89
Anexos 3: Precipitaciones medias mensuales de la estación M357 proporcionadas por el ARCA.	90
Anexos 4: Estándares de sostenibilidad urbanos.....	90
Anexos 5: Presentación del trabajo de titulación al grupo de CLEVERCities Quito.....	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	29
Tabla 2.....	34
Tabla 3.....	63
Tabla 4.....	65
Tabla 5.....	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:.....	19
Figura 2.....	22
Figura 3.....	28
Figura 4.....	31
Figura 5.....	32
Figura 6.....	33
Figura 7.....	35
Figura 8.....	37
Figura 9.....	37
Figura 10.....	38
Figura 11.....	39
Figura 12.....	40
Figura 13.....	41
Figura 14.....	43
Figura 15.....	44
Figura 16.....	45
Figura 17.....	46
Figura 18.....	47
Figura 19.....	48
Figura 20.....	49
Figura 21.....	50
Figura 22.....	52
Figura 23.....	53
Figura 24.....	54
Figura 25.....	57
Figura 26.....	58
Figura 27.....	59
Figura 28.....	60
Figura 29.....	61
Figura 30.....	62
Figura 31.....	63
Figura 32.....	64
Figura 33.....	64
Figura 34.....	65

Figura 35.....	66
Figura 35.....	67

LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AL	América Latina
CC	Cambio Climático
COS PB	Coeficiente de Ocupación del Suelo en Planta Baja
DMQ	Distrito Metropolitano de Quito
ECC	Efectos del Cambio Climático
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PACQ	Plan de Acción de Cambio Climático de Quito
PMDOT	Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PUGS	Plan de Uso y Gestión del Suelo
SbN	Soluciones basadas en la Naturaleza
TCN	Tercera Comunicación Nacional
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

RESUMEN

Diversas investigaciones científicas demuestran cambios en los factores ambientales ocasionados por la actividad humana, siendo uno de estos cambios el aumento de las precipitaciones.

La variabilidad climática y el aumento de las precipitaciones son factores de riesgo no solo para el hábitat natural, sino que también ponen en peligro y en posición de vulnerabilidad a los asentamientos emplazados en zonas con pendientes elevadas.

Esta investigación busca aportar conocimiento a los actores locales (públicos y privados) mediante la presentación de SbN (Soluciones Basadas en la Naturaleza) para mitigar los problemas de inundaciones; las cuales buscan responder a los desafíos climáticos y al bienestar humano en beneficio de la biodiversidad.

Se realiza el análisis de SbN, que respondan a la problemática de inundación y manejo de la escorrentía superficial, mediante la factibilidad de su aplicación por parte de los residentes y los resultados que pueden ser obtenidos.

Finalmente se presenta estrategias que puedan ser aplicadas por los habitantes, del barrio San Enrique de Velasco, que se encuentra ubicado al noroccidente de la ciudad de Quito. Estas estrategias buscan mitigar el riesgo por inundación en los eventos de lluvia intensa en el barrio, convirtiéndose en una herramienta de mejora y prevención, al alcance ciudadano.

Palabras clave: Cambio climático, precipitaciones, vulnerabilidad, mitigación, SBN, biodiversidad y barrios.

INTRODUCCIÓN

Las tendencias observadas en la temperatura de la región latinoamericana, presentadas en el Quinto Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), muestran un calentamiento de 0,7° C a 1° C desde la década de 1970. Este cambio ha producido alteraciones que se evidencian en el caudal y en la disponibilidad del agua. Las proyecciones del clima futuro realizadas en el marco de la Tercera Comunicación Nacional (TCN), muestran que, de mantenerse la tendencia actual de la temperatura, el cambio que podría esperarse en el Ecuador sería de aproximadamente un aumento de 2° C hasta fin de siglo. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017, p. 32).

Según el Quinto Informe de la IPPC (2014) en los últimos años el cambio climático (CC), ha causado impactos significativos en los sistemas naturales y humanos. En diferentes regiones las precipitaciones cambiantes han alterado los sistemas hidrológicos, afectando la escorrentía y los recursos hídricos, provocando también fenómenos como: olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales. Estos fenómenos afectan el bienestar de los asentamientos humanos urbanos y rurales, especialmente a las personas que viven en pobreza. (p. 4-6).

Entre 2001- 2010, Quito presenta una tasa de crecimiento poblacional anual del 2,2%. Esto lo ubicaría como el territorio más poblado del Ecuador. El cual ha experimentado un proceso intensivo de expansión urbana y ocupación informal del suelo en zonas generalmente de alto riesgo de deslizamientos. (Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito y C40, 2020, p. 14).

El Análisis de Riesgos Climáticos del Plan de Acción de Cambio Climático de Quito (PACQ, 2020), detalla los efectos potenciales asociados a los episodios de lluvia intensa. El primero, el nivel de susceptibilidad de los movimientos en masa que está ligado a los factores topográficos, localizando a las laderas y a sus asentamientos en una susceptibilidad muy alta. El segundo, las inundaciones,

que son las causantes de los desbordamientos en avenidas y calles, ocasionadas por lluvias espontaneas en zonas con fuertes pendientes.

A esto podemos sumar los cambios antrópicos en el suelo natural como: cambios de uso de suelo, construcciones, relleno de quebradas, impermeabilización de suelos, sobrecarga del sistema de recolección de aguas lluvias y alcantarillado. (p. 88-92).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ha llevado a cabo distintas iniciativas que ayudan a proteger, gestionar y restaurar el medio ambiente, ofreciendo paralelamente beneficios sostenibles para la sociedad. Este es un enfoque que ahora se conoce como Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), que según la UICN (2020) podrían proporcionar el 30% de la mitigación costo-efectivo para conseguir un calentamiento global por debajo de 2° C hasta el 2030. (p. 1-2).

Basándonos en lo dicho anteriormente, entendemos que los efectos del cambio climático (ECC), están poniendo en riesgo a las ciudades de América latina (AL) y el mundo, en donde Quito no es la excepción.

También entendemos que, al ser corresponsables del CC, la responsabilidad de responder no solo depende de las autoridades de gobierno sino de todos. Es por esto por lo que este trabajo pretende identificar estrategias de SbN como herramientas para uso de los habitantes en los barrios ubicados en las laderas de Quito.

Para lograr nuestro objetivo se realiza una investigación de distintas SbN enfocadas en el manejo de agua pluviales, las cuales a través de una matriz de valoración son calificadas tomando en cuenta la intervención de la comunidad, la viabilidad económica, su aplicación, la efectividad y los resultados.

Esta calificación nos permite determinar las estrategias de SbN que puedan ser aplicadas por los habitantes, las cuales se propondrán para su uso en nuestro caso de estudio el Barrio San Enrique de Velasco.

Nuestra intención es fomentar el actuar personal frente a los desafíos que conlleva los ECC, brindar una herramienta que empodere a los habitantes y puedan aplicarla dentro de sus propios terrenos. Queremos resaltar la importancia del desarrollo participativo e intentar que cada persona pueda hacer un pequeño cambio en favor de ellos y de su comunidad.

La actividad estratégica de la comunidad es fundamental para mejorar la calidad de vida de la población. Cumplir con el propósito de conformar ciudades resilientes y sostenibles depende de las iniciativas locales, nacionales o regionales. Una acción climática coordinada, planificada, inclusiva y equitativa ayuda a reducir los riesgos potenciales asociados al CC. (Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito y C40, 2020, pp. 10-14).

ANTECEDENTES

Según el Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS, 2021), en las cuatro últimas décadas el desarrollo expansivo de la ciudad de Quito se ha triplicado, convirtiéndose en un crecimiento insostenible. Aquí se destaca la necesidad de establecer instrumentos que se alineen a la visión de los lineamientos de la Nueva Agenda Urbana, el Hábitat III y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La participación de la ciudadanía es un elemento clave para la formulación de política pública, así como una actividad generadora de conocimiento. Este proceso se construye mediante el diálogo entre los aspectos técnicos y las propuestas de los actores sociales, es decir, a través del ejercicio del poder desde la ciudadanía incentivado por el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). (p. 14-21).

Quito al estar asentado sobre una falla geológica, genera condiciones propicias para los movimientos de masa. Esto, junto al crecimiento urbano descontrolado, que se ha dirigido hacia laderas y quebradas, proponen a los asentamientos ubicados en estas zonas, a deslizamientos e inundaciones a causa de las fuertes lluvias. La mala gestión de los drenajes naturales, la construcción informal que ocupa las quebradas en la parte occidental de Quito, las lluvias intensas, el daño en la cobertura vegetal, la deforestación de bosques y la construcción de proyectos inmobiliarios, degradan el suelo natural provocando menor capacidad de retención de agua. (Bermeo Álvarez, Andrango, & Cruz, 2022, pp. 4-10).

La propuesta del DMQ a través del PACQ 2020, es la de configurar barrios y parques ecoeficientes a través de SbN en busca de la adaptación al CC. Se propone desarrollar estrategias de regeneración urbana a partir de SbN como respuesta a una acción climática inclusiva y equitativa. Estas propuestas incluyen grupos comunitarios de trabajo participativo. (p. 27-229).

CLEVERCities a través del programa UrbanByNature Latin America y en colaboración con la Ciudad de Quito, ICLEI América del Sur, la Secretaría Mundial de ICLEI y YES Innovation, permitió la promoción y adopción de SbN para fomentar la regeneración urbana inclusiva y el desarrollo sostenible en el barrio San Enrique de Velasco; siendo éste el único proyecto no europeo haciendo contribuciones a la iniciativa de fomentar soluciones regenerativas de acción climática a través de SbN.

El proyecto consiste en un plan masa con distintas SbN entre las cuales se encuentran: corredores verdes, puntos de reciclaje, recolección local de residuos, zonas de inundación, jardines forestales, sistema de drenaje urbano sostenible, infraestructura verde, puntos de infiltración y puntos de recolección de agua. Con estas iniciativas se busca regenerar quebradas y caminos ancestrales, trabajar por un barrio autosustentable y diseñar vías de acceso pensadas en la comunidad. Es importante recalcar que esta aplicación favoreció a la adopción de SbN como prioridad en el PACQ. (Clever Cities, 2020).

CLEVERCities tiene como objetivo aumentar y mejorar el conocimiento local de SbN, demostrar que las ciudades más verdes funcionan mejor para las personas y comunidades, contribuir con datos e información a la UE para realizar políticas, promover y permitir la adopción de soluciones basadas en la planificación urbana en todo el mundo. (Rey Mellado, Del Pozo Sánchez, & Franchini Alonso, 2021)

Esta investigación está pensada como un proyecto de aporte en temas de SbNs para CLEVERCities Quito, enfocándonos en el uso de los predios privados, tomando como uno de nuestros objetivos el conocimiento local y continuando con la propuesta presentada para el barrio San Enrique de Velasco

JUSTIFICACIÓN

Ecuador asume en el 2018 la implementación de la Agenda 2030 junto con los ODS, comprometiéndose a adoptarlos como política pública. Uno de estos objetivos es el número 11. (Ciudades y Comunidades Sostenibles), mismo que se describe en el Examen Voluntario Nacional realizado en el 2020 por la Secretaría Técnica Planifica Ecuador, de la siguiente manera: “pese a los esfuerzos realizados, es necesario fortalecer los procesos de desarrollo territorial de manera articulada entre los diversos actores de la sociedad y los diferentes niveles de gobierno.” (p. 8). Podemos deducir que las estrategias implementadas para mejorar la planificación y la gestión urbana hacia el cumplimiento del ODS.11 en busca de una ciudad sostenible, resiliente y segura, no han sido suficientes.

El papel que cumple la Secretaría de Gestión de Riesgos ha sido de reacción y respuesta ante los eventos de desastres y no de prevención y mitigación. En el año 2014 se implementó el Modelo Integral de Gestión de Riesgos (MIGR) como respuesta a “la carencia de articulación interinstitucional, comunicación ineficiente, falta de ordenanzas del uso correcto del suelo, y las insuficientes estrategias y normas que promueven el desarrollo integral de las comunidades altamente vulnerables” (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2013). El objetivo del MIGR es impulsar la participación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados y de las comunidades, a través del fomento de la cultura de Gestión de Riesgos en la ciudadanía, promoviendo la identificación y mitigación de estos.

Aunque se ha tratado de que el MIGR tenga un alcance municipal y la respuesta ante los riesgos de desastres sea controlado por ellos, “la limitada capacidad de control frente a la construcción informal, la venta ilegal de terrenos ubicados en zonas de protección ecológica, y el desconocimiento de los habitantes sobre los daños causados al medio ambiente y los efectos que ello produce, no han

permitido que los modelos implementados sean efectivos” (Masa, 2021).

El aluvión más reciente que se produjo en Quito fue en el sector La Gasca y La Comuna, el pasado lunes 31 de enero de 2022. A causa de las fuertes lluvias se inundaron las calles con un fuerte caudal de lodo que arrasó con todo a su paso. Dejando como resultado: 107 familias afectadas, 57 familias damnificadas, 28 fallecidos, 53 heridos, 1 persona desaparecida, 41 viviendas afectadas, 8 viviendas destruidas, 20 postes de energía y 40 contenedores de basura destruidos, 1 subestación de energía destruida, 10 vehículos de Policía destruidos, 1 UPC afectada, 49 bienes privados afectados, 14 cerramientos colapsados, y 1 vía de segundo orden cerrada en un tramo de 6 km. (Bermeo Álvarez, Andrango, & Cruz, 2022, p. 7).

Este es un ejemplo de los efectos ocasionados por la ocupación no planificada, en la cual no se considera los riesgos frente al CC, acentuando los fenómenos naturales y generando cambios importantes, sobre todo a nivel social, económico y ambiental, los mismos que se seguirán agudizando debido a este fenómeno.

Aunque la ciudad cuenta con el PACQ, se han identificado algunos limitantes que tiene Quito para la implementación de la PACQ, los cuales son: la falta de conocimiento específico sobre el CC por parte de técnicos, instituciones y de la comunidad en general, la relación que se hace a la problemática del CC únicamente con el sector ambiental y la falta de inclusión de iniciativas del sector privado vinculadas a acciones de innovación o de oportunidades tecnológicas. (Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito y C40, 2020, pp. 244-248).

Debido a todo lo mencionado anteriormente, consideramos que es importante que los temas del CC y sus efectos, en ámbitos urbanos, sean de dominio de la ciudadanía, es fundamental que cuenten con estrategias que les ayude a mitigar los riesgos generados por los ECC dentro de sus propios lotes, permitiéndoles mejorar su calidad de vida.

Las estrategias planteadas en este trabajo son un aporte de información que pretende ayudar a los habitantes emplazados en zonas altas de laderas, a intervenir en su territorio con o sin el apoyo de las instituciones públicas.

De igual manera pretendemos que este trabajo, sea una respuesta a la Ordenanza Metropolitana de Infraestructura Verde-Azul, que se encuentra actualmente en discusión en Quito, en la cual se propone la creación de lineamientos y normativas técnicas para la implementación de SbNs, las cuales deberán ser aplicadas en todas las escalas, incluyendo a los predios privados. Esta ordenanza establecerá medidas que deberán incorporarse en espacios públicos y privados garantizando la integración al paisaje natural, así como la adaptación al CC. (Concejo metropolitano de Quito, 2022)

Es indispensable fortalecer el tejido social de los asentamientos, darles sentido de pertenencia y apropiación del lugar en el que habitan. Debemos considerar que los cambios antrópicos del terreno afectan a todos los habitantes. Esto se logra con acceso a la información y con el actuar propio en busca de un bienestar común más grande, así también, “las municipalidades deberán ejercer una suerte de mediación y fortalecimiento de las comunidades utilizando las herramientas que se generan dentro de las mismas.” (Moscoso Rosero, 2013, p. 9). Si los barrios no reciben ayuda de los gobiernos de turno es pertinente que cuenten con estrategias que los prepare para enfrentarse a los riesgos que corren al estar asentados sobre áreas vulnerables.

Las SbNs entrelazan características y procesos naturales en el paisaje de una comunidad a través de la planificación, el diseño y las prácticas de ingeniería, éstas promueven resiliencia y adaptación al mismo tiempo que se integran en el entorno construido. De igual manera pueden ayudar a la comunidad a cumplir sus objetivos climáticos, sociales, ambientales y económicos. (FEMA, 2021, p. 2).

Según la Fundación AQUAE a pesar de que hoy en día, más medios hacen eco de la realidad del CC, la conciencia social aun es escasa, debido a que ésta depende de la divulgación de información que llega a los ciudadanos. (García de Durango, 2014)

Con este planteamiento nos surge la siguiente pregunta: ¿Se puede proponer estrategias de SbN que sean aplicadas por los habitantes de los barrios ubicados en las laderas de Quito, dentro de sus lotizaciones, para ayudar a mitigar los riesgos por inundaciones producidos por los ECC?

OBJETIVOS

Objetivo general

- Identificar SbNs que puedan ser aplicadas por los habitantes de los asentamientos en las laderas de Quito, para mitigar los riesgos ante inundaciones producidos por los ECC.

Objetivos específicos

- Analizar el estado del arte sobre las SbNs aplicadas como estrategias de mitigación frente a los riesgos producidos por el CC, haciendo énfasis en desastres naturales causados por las precipitaciones invernales.
- Definir SbN como estrategias de mitigación de riesgos ante inundaciones para la ciudad de Quito, mediante una valoración de las características principales básicas que debería tener una SbN, en los proyectos investigados, para que estas puedan ser aplicada por los habitantes.
- Validar las estrategias propuestas mediante la posible aplicación en el caso de estudio, el barrio San Enrique de Velasco, expuestas al equipo del proyecto CLEVERCities Quito (Secretaría de Ambiente y Yes Innovation).

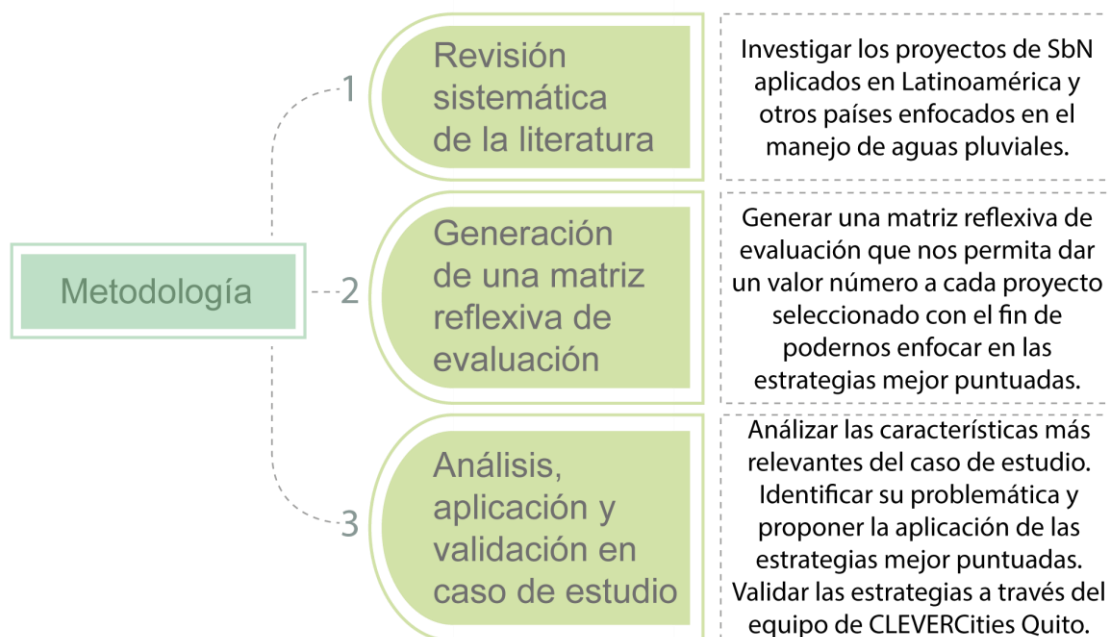
METODOLOGÍA

El objetivo de esta investigación es proporcionar a los residentes del barrio San Enrique de Velasco estrategias de mitigación ante inundaciones y ante los riesgos que esto conlleva.

Por lo cual para la definición de estas estrategias se utilizará una metodología cualitativa, ya que consideramos que todas las SbN son aportes significativos y positivos frente a los desafíos ocasionados por el CC.

Figura 1:

Diagrama de la metodología y pasos a seguir. Elaboración: (propia). 2022.



1. Revisión sistemática de la literatura:

La revisión sistemática de la literatura es un diseño de investigación observacional y retrospectivo, que sintetiza los resultados de múltiples investigaciones primarias”. (Beltrán G, 2005, p. 2)

La cual nos permitirá analizar las propuestas de SbNs más relevantes y las más actuales en cuanto a la mitigación de los riesgos producidos por el CC, enfocadas

al manejo de aguas pluviales como estrategias de prevención ante inundaciones ocasionadas por el incremento de las precipitaciones.

2. Generación de una matriz reflexiva de evaluación:

La matriz reflexiva se plantea mediante el contraste de las estrategias, entre el método de aplicación, sus participantes y los resultados, pudiendo identificar las técnicas más factibles que podrían ser replicadas por los habitantes del barrio San Enrique de Velasco.

“Esta técnica es un instrumento útil para la construcción de propuestas que satisfagan al conjunto de acción más denso y extenso, al que aglutina a más realidades grupales con la mayor intensidad en torno a un proyecto común. (CIMAS, 2009, p. 56).

3. Análisis, aplicación y validación en un caso de estudio:

El análisis y aplicación en el caso de estudio nos permite, como investigadores, acercarnos a una realidad externa y compleja, que puede ser conocida por la observación; además, este realismo nos da la posibilidad de evaluar el conocimiento con propuestas viables. (Yacuzzi, 2005).

Gracias al caso de estudio podemos entender la realidad de uno de los barrios de Quito, que ejemplifica a un barrio de ladera, el cual nos permite proyectarnos hacia la posibilidad de que las estrategias de SbN sean aplicadas en un espacio físico real, atrayendo resultados positivos para los pobladores, y así mismo, podremos conocer si estas técnicas fuesen aceptadas o no por los planificadores y los pobladores.

CAPÍTULO 1. Marco Teórico Conceptual

¿Qué son las SbN?

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define a las SbN como las acciones para proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando a la par, beneficios para el bienestar humano y para la biodiversidad. (UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, 2020, p. 1).

Por otro lado, Mellado et al. (2021) explica que estas soluciones favorecen el desempeño de los servicios ecosistémicos en la regulación del clima local, clasificadas según los ámbitos naturales en los que actúan: agua, vegetación y suelo.

Según la Guía Metodológica de SbN para ciudades de AL y el Caribe proporcionado por CityAdapt, se define a las SbN como intervenciones duras o estructurales y blandas o no estructurales que ayudan a mejorar el uso y la conservación de los servicios ecosistémicos en áreas, periurbanas y rurales de las ciudades, facilitando su adaptación al CC. (p. 5).

Con estas definiciones podemos concluir que las SbN son acciones que se adaptan al territorio y a sus diferentes medios naturales, trabajando eficientemente para la restauración de los ecosistemas con elementos como el agua, la vegetación y el suelo. Estas acciones se convierten en herramientas de mitigación en los territorios vulnerables.

También abarcan a los proyectos de adaptación basados en los ecosistemas

(AbN) y a las infraestructuras verdes (IV) o infraestructuras naturales. Todas estas son acciones inspiradas y respaldadas por la naturaleza, las mismas que apoyan a los diferentes ecosistemas y buscan responder a los retos que tiene la sociedad en el contexto del CC. (Zucchetti, et al., 2020, p. 7).

Figura 2.

SbN y las acciones que abarcan. Fuente: (Zucchetti, et al., 2020). Elaboración: (propia). 2022.



Categorización de las SbN y la importancia de su adaptación en las ciudades

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), a través de la Guía para Construir Resiliencia Comunitaria con Soluciones Basadas en la Naturaleza (2021), categoriza a las SbN de acuerdo con el lugar de ubicación y con la escala de su cobertura, resultando en:

1. Escala de Cuencas o Paisaje.

Son acciones y estrategias a gran escala, es necesario que estas sean previamente planificadas y su coordinación debe estar proyectada a largo plazo, pueden pertenecer a un sistema de intervenciones y normalmente se trabajan en espacios abiertos.

2. Escala de Vecindario o de Sitio.

Son acciones enfocadas al manejo de aguas pluviales en lugares limitados, su escala es reducida y maneja estrategias sin la necesidad de expansión del territorio.

3. Áreas Costeras.

Estas acciones están enfocadas en estabilizar la costa, reduciendo la erosión y minimizando los impactos de las tormentas.

Una forma interesante de entender las SbN en el contexto de las ciudades, es la que propone Figueroa (2020), explicándolas como, áreas que poseen cobertura natural existente desde antes del desarrollo de las ciudades o áreas planificadas, diseñadas o nuevas que albergan a algún ecosistema.

Desde la perspectiva de Gifreu Font, (2018), Las ciudades sostenibles están definidas por tres ejes: la eficiencia económica, el bienestar ciudadano y la protección ambiental. Los gobiernos nacionales han cambiado su perspectiva de planificación habitual y se han integrado políticas medioambientales hacia un desarrollo sostenible y adaptación.

En base a estas perspectivas podemos relacionar el desarrollo sostenible con las acciones a favor de la recuperación y conservación de los medios ecosistémicos ofrecidos por las SbN, entendiendo que éstas no solo son una herramienta de adaptación sino también un nuevo servicio ecosistémico que favorece al enfrentamiento de distintas problemáticas del territorio.

La adaptación de las SbNs ayuda a mitigar los riesgos naturales y humanos, reducir la pérdida de vidas y la afectación de territorios; en los que se incluyen inundaciones, marejadas, sequías y deslizamientos de tierra. A medida que las condiciones futuras del CC amplifiquen estos peligros, las SbN podrían ayudar a

las comunidades a adaptarse y prosperar. (FEMA, 2021, p. 9)

Incentivar a la adaptación al CC en las ciudades ha pasado de ser una acción a una necesidad urgente, trabajar en busca de la reducción de la vulnerabilidad climática en la población y preparar a las ciudades para enfrentar sus fenómenos, debe ser un trabajo de todos.

¿Qué es la vulnerabilidad climática?

Así lo expresa García (2019), La vulnerabilidad climática se puede percibir desde distintos enfoques, podría ser una característica interna o estar vinculada a las características físicas del entorno, o a los diferentes niveles de desarrollo, o también al resultado de varios procesos. (p.27).

De la forma en la que estas aproximaciones caractericen a la vulnerabilidad se podrá definir la causa o el origen del problema (riesgo o amenaza) y de esto dependerá el análisis y la planificación de las estrategias.

Enfoques de la Vulnerabilidad

Debido a esta complejidad que presenta la vulnerabilidad climática Lampis (2013). propone 4 enfoques:

1. Acciones dirigidas a enfrentar los controladores de la vulnerabilidad

Por ejemplo, la diversificación de activos en ámbito rural o urbano (diferentes cultivos y habilidades) y el fortalecimiento base de activos (trabajo-actividades).

2. Acciones dirigidas a maximizar la respuesta de las poblaciones

Por ejemplo, la reforestación participativa de zonas de ladera y la reconstrucción de redes de pastoreo para fomentar el mejor manejo del recurso ambiental.

3. Acciones dirigidas a mejorar la gestión del riesgo climático

Por ejemplo, el monitoreo de la salinización del agua potable, la reposición sostenible y el entrenamiento para la recolección de datos climáticos.

4. Acciones dirigidas a enfrentar de manera directa los ECC

Por ejemplo, gestionar la conservación y restauración de los corales, y la reducción del riesgo de inundaciones.

Estos cuatro enfoques nos permiten conceptualizar los problemas y definir el nivel de vulnerabilidad de un territorio; dando paso a un proceso de análisis y a la formulación de hipótesis con posibles soluciones.

¿Qué es la mitigación de riesgos?

Larraín y Simpson (1994) definen a la mitigación como procedimientos que la población adapta para disminuir los efectos de los eventos naturales extremos. En otras palabras, son iniciativas, pautas o estrategias que los habitantes de un determinado sector pueden aplicar a su vida diaria con el fin de minimizar o contrarrestar daños externos y naturales que sufren en su lugar de emplazamiento.

La Agencia de Protección del Medioambiente define a la mitigación de riesgos como las actividades implementadas en un determinado lugar, las cuales tienen la finalidad de controlar, prevenir o minimizar los impactos negativos naturales o humanos que afectan a la población y al medioambiente.

Riesgos de los asentamientos ubicados en laderas

Para que en una ladera se generen deslizamientos se debe materializar la acción conjunta de factores geológicos, hidrológicos y geomorfológicos, incluyendo la alteración de estos por la actividad antrópica y a los sucesos de fenómenos naturales como terremotos y precipitaciones.

Además, en la ocurrencia de los deslizamientos se presenta mucha incertidumbre debido a que estos pueden tener diversas formas de falla, velocidad de movimiento y diversas condiciones de los materiales de la ladera. (Morgenstern N. R., 2018).

Los deslizamientos de laderas se presentan repetidamente en distintas zonas de las áreas urbanas, causando daños totales o parciales de viviendas e infraestructuras. Debido al crecimiento urbano no planificado y descontrolado de las últimas décadas, un considerable porcentaje de la población vive en terrenos inestables y poco resistentes ubicados en laderas con grandes pendientes. Esto, unido a la complejidad geológica y geotécnica, hace que las laderas permanezcan en una amenaza permanente debido a su inestabilidad predisponiendo a estos sitios a movimientos de masas. (Oliva González & Gallardo Amaya, 2018).

Problemas y vulnerabilidad de los barrios en las laderas de Quito

Los barrios de las laderas de Quito se conformaron en sus inicios como asentamientos informales ubicados en los contornos y altos de la ciudad consolidada, esto ocasionó que las municipalidades adquieran una dinámica de solucionar los problemas de servicios básicos e infraestructura luego de que los asentamientos pasaran por un proceso de legalización, sin tomar en cuenta las necesidades ambientales de esta zona.

En la actualidad, los diferentes gobiernos de turno han implementado políticas de regularización y no de prevención o planificación del territorio, ocasionando que el crecimiento de los asentamientos en las laderas siga avanzando con la

esperanza de ser atendidos en un futuro, según el análisis de Salazar y Cuví (2016) la municipalidad ha promovido la legalización de asentamientos informales en lugar de contener o planificar este avance, esto se ve reflejado en los casos de invasión de 1980 y en el programas de la Unidad Especial Regula Tu Barrio, a través de la cual se regularon aproximadamente 250 asentamientos. (pp.110). Estas regulaciones no han considerado ninguna exigencia sobre mitigación o adaptación al CC, mucho menos aun, exigencias concretas frente a los riesgos.

Los asentamientos en laderas no solo representan la vulnerabilidad de la ciudad, también son corresponsables de los daños al medio ambiente y a una agudización de efectos no atendidos en la ciudad formal. El crecimiento descontrolado en quebradas y laderas de Quito y la sobre carga del suelo natural, disminuyen la resistencia a altas precipitaciones y contribuye a diferentes tipos de riesgos que afectan no solo a los residentes de estos barrios sino a toda la ciudad, como fue evidenciado en el evento de la Gasca – La Comuna.

Es claro que la morfología de estos barrios propone lineamientos específicos, únicos y diferentes a los de una planificación convencional, los cuales rompen los conocimientos previos adquiridos, así como el paradigma de una planificación sin visión de una articulación entre el contexto natural y el edificado de la ciudad. Como lo explica Velarde (2017), la geografía accidentada de las zonas en laderas impide que los habitantes puedan aplicar los mismos patrones, estrategias y experiencias, en la forma de urbanizar, que la de sus antepasados que se ubicaban en áreas más planas, deformando la trama urbana. (p. 48).

CAPÍTULO 2. Metodología

Revisión Sistemática de Literatura

Se realizó una búsqueda de proyectos de SbN en Latinoamérica desarrollados en los últimos años, los cuales además de ser publicados abiertamente al público se hayan desarrollado con el fin de contrarrestar los efectos ocasionados por los elevados niveles de precipitación en los eventos de lluvias intensas.

En un principio nos enfocamos solamente en proyectos latinoamericanos pero debido a la limitada información y a ciertos proyectos con mayor relevancia en técnicas de implementación y en el desarrollo participativo de la comunidad, hemos añadido a otros países.

Figura 3.

Proyectos de SbN en Latinoamérica y otros países enfocados a mitigar los efectos ocasionados por lluvias intensas. Elaboración: (propia). 2022.





Nota: Proyectos de SbN tomados para investigación.

En el **Anexo 1** podremos encontrar una tabla que resume cada proyecto junto con su país de origen y la fuente de información.

Esta lectura nos permitió establecer lo que se está haciendo frente a los problemas ocasionados por el incremento de las precipitaciones en las ciudades, con la cual pudimos hacer una preselección de los proyectos enfocados en el manejo de agua pluviales con escala de cobertura de vecindario o sitio, cuyas estrategias están dirigidas a maximizar la respuesta de los pobladores y a enfrentar de manera directa los ECC. Proyectos que serán analizados posteriormente.

Tabla 1.

Proyectos con escala de cobertura de vecindario o sitio escogidos para análisis.

PAÍSES DE AL				
País	Ubicación	Proyecto	Amenaza	Solución
Argentina	Santa Fe	Barrera Verde en Escuela Primaria Común No. 3	Ciudad asentada sobre valles de inundación, daños y pérdidas humanas	Cintas verdes en aceras, retardadores pluviales,

Argentina	Buenos Aires	Aumento de superficies verdes y disminución de las inundaciones	Aumento de temperaturas y de precipitación	Introducción de suelos permeables, taludes de césped, extensión de parques, terrazas verdes, bulevares retardadores de excedentes de agua
Colombia	Medellín	Proyecto Soluciones basadas en la naturaleza	Altos niveles de escorrentía	Controlar el proceso de erosión, con soluciones amigables con el medio ambiente como trinchos, cunetas y obras de drenaje.
Costa Rica	Curridabat	Jardín de lluvia	Incremento en las precipitaciones	Jardín de lluvia para la disminución del caudal del curso de agua, reducir la escorrentía y la erosión.
	Heredia	Cuneta verde en Rutas Naturales	Altos niveles de escorrentía	Cunetas verdes para reducir, y almacenar el caudal del agua lluvia
Honduras	Olancho	Enfoques de manejo sostenible de la tierra	Elevados niveles de erosión, degradación y deforestación del suelo, aumentando el riesgo de deslizamientos.	Gestión sostenible de la tierra a través de drenajes de fajas y estabilización de taludes
OTROS PAÍSES				
Turquía	Esmirna	Zanjas con hierba y Estanques Retenedores de Agua	Controlar el agua de las lluvias excesivas en aguas superficiales	Zanjas Verdes y estanques retenedores de Agua
España	Madrid	Zanjas de Infiltración en la Atalayuela	Inundaciones	Pozos y Zanjas de Infiltración
		Dren filtrante en Madrid Río	Altos niveles de escorrentía	Dren filtrante para filtración de escorrentía
		Aparcamiento de Hormigón Poroso en el Estadio del Atlético de Madrid	Inundaciones en eventos de fuertes lluvias	Pavimentos Permeables
	Alicante	Jardín de lluvia en la C	Altos niveles de escorrentía	Parterres Inundables

España	Valencia	Cuneta vegetada en la Ronda Norte de Xátiva	Altos niveles de escorrentía	Cunetas Vegetales como captación y transporte de escorrentía
		Aljibe en el Colegio Público Gozalbes Vera		Aljibes - Infraestructura verde
	Barcelona	Alcorque estructural en el barrio de Bon Pastor	Altos niveles de escorrentía	Alcorques estructurales o de infiltración
Inglaterra	Liverpool	Espuma	Inundaciones	Siembra / Cultivos con zanjas retenedoras de agua
		Silvicultura de Captación Urbana		Árboles Urbanos, preservación de bosques y vegetación natural

Fuente: (investigación propia). Elaboración: (propia).

Matriz Reflexiva de valoración

El seguimiento de estos pasos nos permitió conformar nuestra matriz reflexiva de valoración, la cual se utilizó en el análisis de los proyectos que fueron preseleccionados.

Figura 4.

Seguimiento de los pasos para la elaboración de una matriz. Elaboración: (propia).



Nota: Pasos realizados para la elaboración de nuestra matriz.

Paso 1: Aplicación del modelo de las 9 preguntas

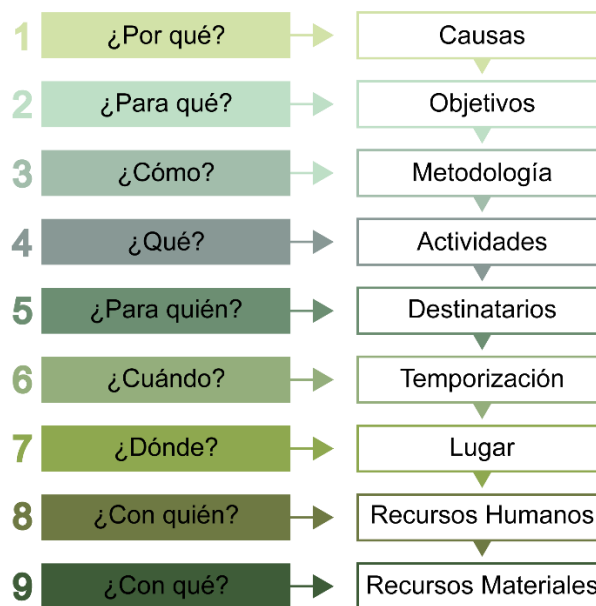
Partiendo desde nuestro objetivo planteado que es:

Identificar SbNs que puedan ser aplicadas por los habitantes de los asentamientos en las laderas de Quito, para mitigar los riesgos ante inundaciones producidos por los ECC.

Se aplica el modelo de las 9 preguntas, las cuales nos ayudan a responder a cuestiones básicas que hay que tener en cuenta en una intervención, proponiendo un esquema claro y pautado. (ASC, 2010).

Figura 5.

Modelo de las 9 preguntas. Fuente: (ASC, 2010). Elaboración: (propia), 2022.

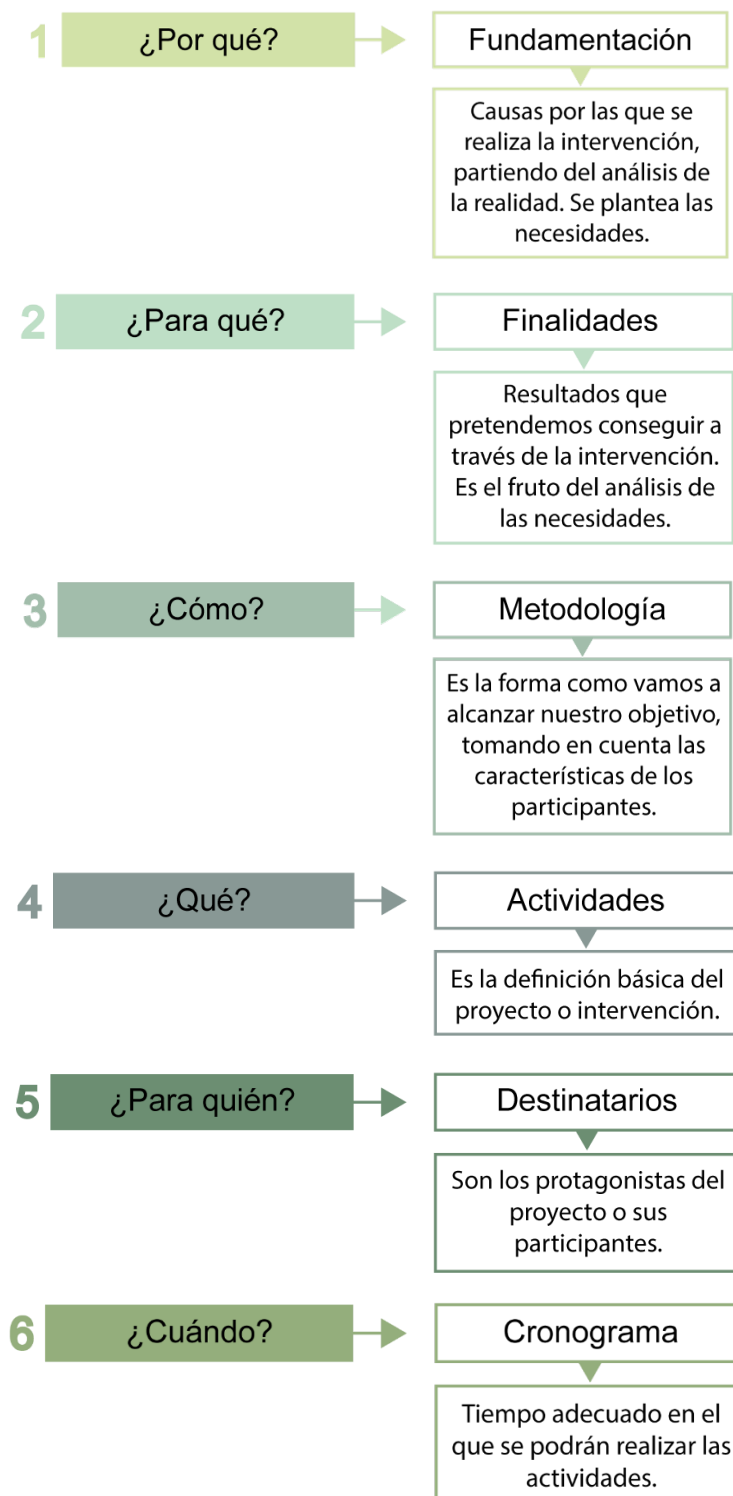


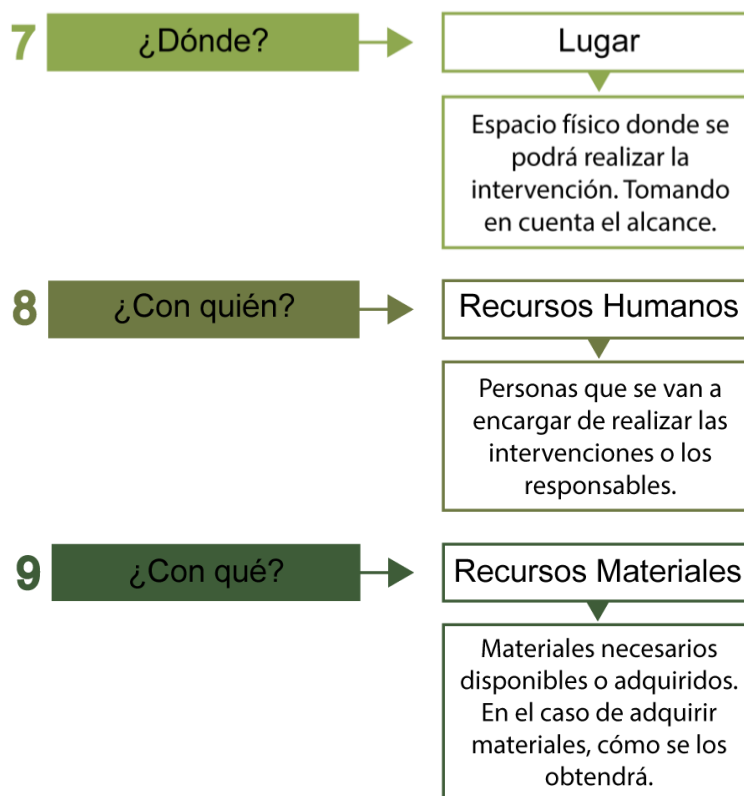
Según Cristina (2010) este modelo permite que el análisis de la realidad esté presente en todo momento, logrando que los objetivos y la metodología se vayan adaptando a lo largo del proceso y permitiendo que cada pregunta lleve a una evaluación parcial constante, facilitando el entendimiento de los resultados finales.

Para esto, primero debemos entender la importancia de cada una de las preguntas y hacia qué están enfocadas.

Figura 6.

Enfoque de las nueve preguntas. Fuente: (ASC, 2010). Elaboración: (propia). 2022.





Una vez entendida la importancia de cada pregunta procedemos a contestarlas, partiendo desde la visión de nuestro objetivo. Estas nueve preguntas se aplican para poder encontrar las características principales que nos permitirán evaluar los proyectos.

Tabla 2.

Respuestas del Modelo de las 9 preguntas basados en el objetivo planteado en nuestra intervención social comunitaria.

MODELO DE LAS 9 PREGUNTAS APLICADAS PARA UNA SBN DESARROLLADA EN UN BARRIO DE QUITO	
Pregunta	Respuesta
1 ¿Por qué?	Las comunidades tienen un conocimiento limitado sobre el CC y sobre las ventajas de utilizar a las SbN como herramientas para mitigar los riesgos ante inundaciones.
2 ¿Para qué?	Para que las comunidades asentadas sobre las laderas de Quito puedan intervenir en sus lotes con estrategias que les permitan tener una mejor condición de vida.
3 ¿Cómo?	Identificando SbN aplicadas con éxito las cuales se puedan replicar en un barrio de ladera en Quito.
4 ¿Qué?	SbN que puedan ser llevadas a cabo por los habitantes sin la necesidad obligatoria de contar con una entidad gubernamental.

5	¿Para quién?	Para los residentes de los barrios asentados sobre las laderas de la ciudad de Quito.
6	¿Cuándo?	Antes, durante o después de la edificación en las lotizaciones para que sirvan como método de prevención ante los eventos de inundaciones.
7	¿Dónde?	En una forma macro: en los barrios asentados sobre las laderas de la ciudad de Quito. En una forma micro: dentro de los lotes pertenecientes a los habitantes del barrio.
8	¿Con quién?	Será responsabilidad de cada uno de los habitantes del barrio.
9	¿Con qué?	Materiales de fácil acceso o de inversión económica mínima.

Fuente (ASC, 2010). Elaboración: (propia). 2022.

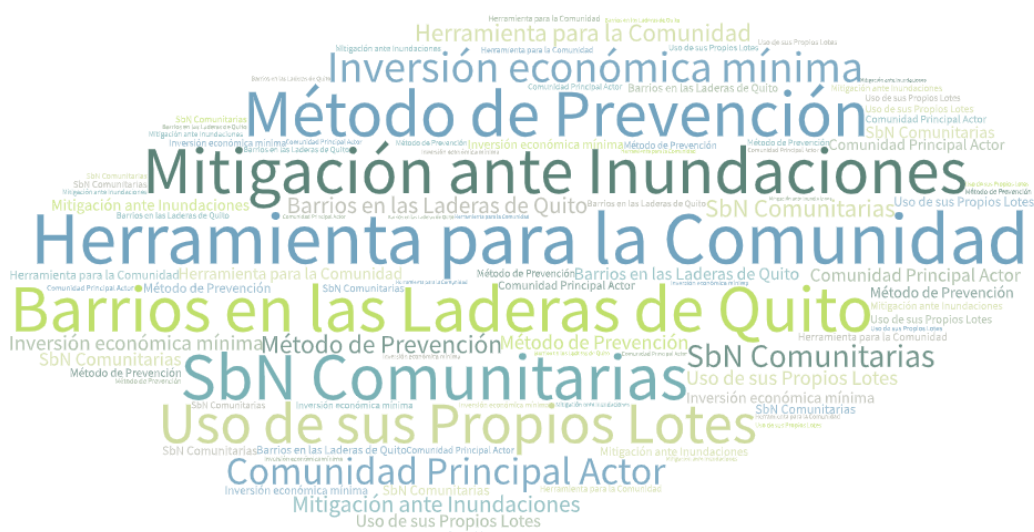
Paso 2: Desarrollo de una lluvia de ideas

Una vez contestadas todas las preguntas de forma clara y propiciando un buen acercamiento a la realidad del grupo social con el que vamos a trabajar, se recopilan varias ideas principales a través de una lluvia de ideas, las cuales serán nuestro camino hacia la generación de la idea fuerza.

Esta lluvia de ideas intenta recopilar las características básicas mínimas que deberían cumplir los proyectos preseleccionados para poder ser evaluados.

Figura 7.

Lluvia de ideas. Elaboración: (propia). 2022.



Nota: Elaboración propia a través de la herramienta WordArt.

Paso 3: Generación de la idea Fuerza

Luego de haber desarrollado la lluvia de ideas, procedemos a unir las ideas principales para conformar la Idea Fuerza, la cual debe contener y organizar todos los aspectos tratados, debe basarse en un interés de acción común para orientar las ideas a propuestas de transformación y mejoras de la problemática planteada. Es así como la idea fuerza nos permite tomar en cuenta aspectos como la posibilidad económica, la sustentabilidad ecológica, la participación colectiva, y los temas culturales. (CIMAS, 2009, p. 60).

La idea fuerza se puede expresar en una frase que sea capaz de motivar a la población, que responda a una necesidad sentida ampliamente, y debe tender a integrar un conjunto de acciones. (CIMAS, 2009, p. 59).

Idea Fuerza: *Identificar SbNs que funcionen como herramientas de acción para los habitantes de los barrios en las laderas de Quito como método de prevención ante inundaciones, interviniendo en sus propios lotes con una inversión económica mínima.*

A partir de esta idea fuerza podemos empezar a identificar los puntos importantes de valoración para los proyectos seleccionados, los cuales nos permitirán desarrollar la matriz reflexiva de valoración.

Paso 4: Definición de los aspectos de Valoración.

Partiendo desde la plantilla básica de una matriz, entendemos que, los elementos que constituyen los aspectos de valoración con los que se pretende calificar a cada proyecto seleccionado se enuncian en las columnas, por otro lado, en las filas se coloca a cada uno de los proyectos por calificar; y el resultando de la valoración se coloca al final de cada una de las filas.

Figura 8.

Base para la elaboración de la matriz. Fuente: (CIMAS, 2009). Elaboración: (propia). 2022.

		Aspectos de Valoración						
		1	2	3	4	5	6	
Proyecto Propuesto	A							Valoración Total
	B							
	C							

Los aspectos de valoración parten de la idea fuerza, son las características mínimas que los proyectos deben cumplir para poder ser evaluados y llevarse a cabo, los cuales deberán ir de la mano con el objetivo planeado.

La **Figura 9** nos muestra las palabras o acciones más relevantes dentro de nuestra idea fuerza.

Figura 9.

Objetivo y puntos importantes de la idea fuerza. Elaboración: (propia).

Objetivo

Identificar SbN que puedan ser utilizadas por los habitantes de los asentamientos en las laderas de Quito, para mitigar los riesgos ante inundaciones producidos por los efectos del cambio climático.

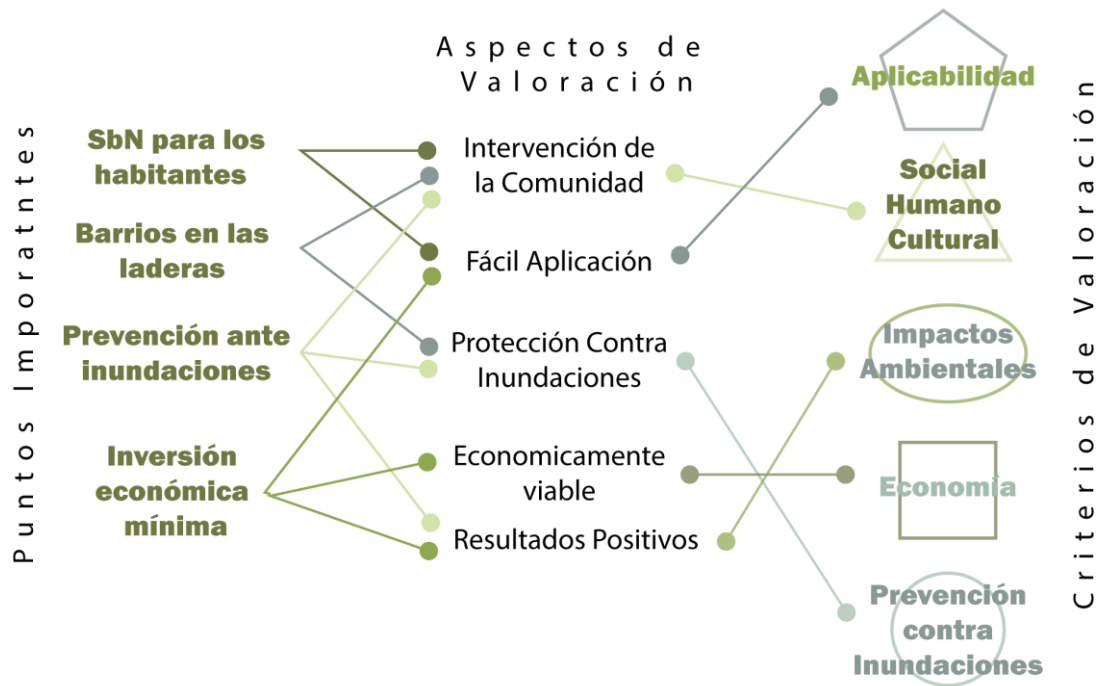
Idea Fuerza

Identificar **SbN** que funcionen como **herramientas** de acción **para los habitantes** de los barrios **en las laderas** de Quito como método de **prevención ante inundaciones**, interviniendo en sus propios lotes con una **inversión económica mínima**.

Gracias a la identificación de los puntos más relevantes, tomados de la idea fuerza, podemos convertirlos fácilmente en los aspectos de valoración, abarcando de igual manera los criterios que los contienen.

Figura 10.

Aspectos de Valoración. Fuente: (European Commission, 2021). Elaboración: (propia). 2022.



Según la Guía de Evaluación de CLEVERCities (2021) es importante entender lo que quiere lograr una SbN incluyendo los recursos materiales y humanos, los productos y los resultados, así como la valoración que pueden dar los usuarios al ver el resultado. La identificación de los criterios de valoración nos ayuda a entender la variedad de ramas que abarcan las SbN en las ciudades.

Una vez definidos los aspectos con los que vamos a valorar a los proyectos, planteamos una forma de representación que, en este caso, hemos decidido representarlo en forma de niveles.

En el cual se establecerá si su calificación es baja, media o alta dependiendo del grado de aporte de cada proyecto analizado.

Figura 11.

Ejemplo de calificación de los aspectos de valoración. Fuente: (European Commission, 2021).
Elaboración: (propia). 2022.



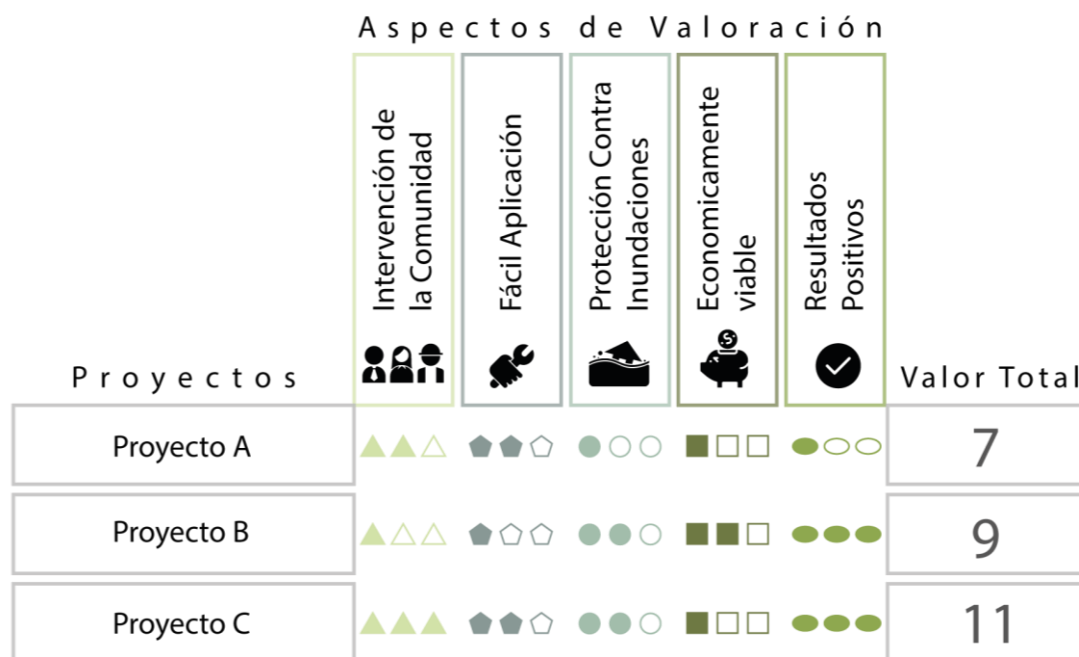
Por último, para determinar el valor total de cada uno de los proyectos hemos decidido dar un valor numérico a cada nivel de valoración, los mismos que se sumarán para darnos un resultado final.

- Bajo = 1: Aspecto tomado en cuenta, pero no desarrollado.
- Medio = 2: Aspecto medianamente desarrollado.
- Alto = 3: Aspecto prioritario con resultados positivos.

Mediante la calificación de los proyectos a través de la matriz reflexiva de valoración se puede identificar claramente los proyectos que cuentan con el puntaje más alto. Esto nos permite seleccionar las estrategias más factibles para replicar en nuestro caso de estudio.

Figura 12.

Ejemplo de calificación de los aspectos de valoración con su resultado final. Elaboración: (propia). 2022.



Nota: Forma de valoración final de los proyectos seleccionados.

Luego de haber definido las características de representación, y la mecánica de calificación, unimos todas las partes desarrolladas, conformando nuestra matriz reflexiva de valoración, con la cual estaremos calificando a los proyectos preseleccionados.

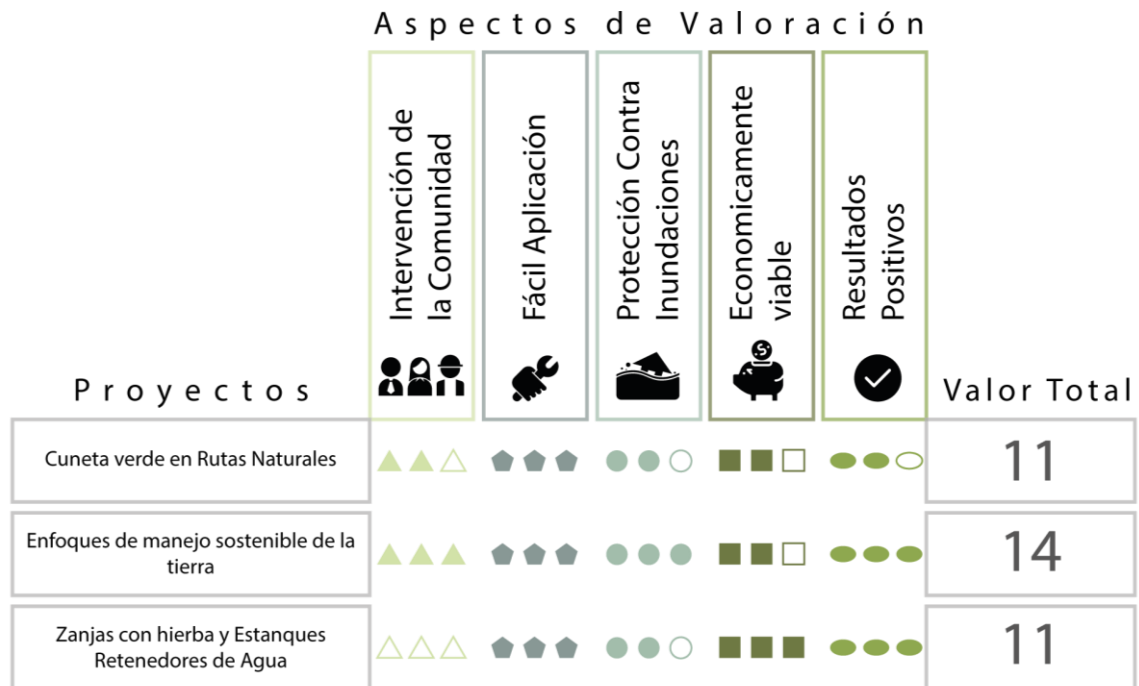
Matriz Resultante

La matriz resultante nos permitió identificar los proyectos con mayor relevancia en cuanto a los aspectos de valoración, facilitándonos la búsqueda y elección de las estrategias de SbN que podrían estar teniendo un impacto positivo en nuestro caso de estudio.

En el **Anexo 2** encontraremos la matriz aplicada para todos los proyectos analizados, mientras que en la **Figura 14** se presenta la matriz que contiene a los proyectos mejor puntuados y cuyas estrategias las estaremos detallando en el caso de estudio del barrio San Enrique de Velasco, en el capítulo siguiente.

Figura 13.

Matriz Reflexiva de Valoración de los proyectos mejor puntuados. Fuente: (European Commission, 2021).
 Elaboración: (propia). 2022.



Como podemos observar el resultado ha sido 3 proyectos, los cuales han obtenido una puntuación entre 11 – 14 de un total de 15; por lo cual consideramos que, debido a su puntuación, considerablemente alta, aplican estrategias que podrían resultar efectivas para nuestro caso de estudio.

CAPÍTULO 3. SbN para la comunidad del barrio San Enrique de Velasco.

Historia del Barrio San Enrique de Velasco

Gracias a información provista por el Comité Pro-Mejoras del barrio San Enrique de Velasco (s.f.) se conoce que el barrio fue conformado hace aproximadamente 60 años. La tierra en la cual se asienta pertenecía a huasipungueros, los cuales empezaron a vender sus tierras en el año 1965.

Los nuevos propietarios en busca de mejorar su lugar de vivienda y tener acceso a los servicios básicos, rellenan la primera quebrada en el año 1968.

Posteriormente en el año 1980 comienza el proceso de electrificación y finalmente el 2 de marzo de 1984, mediante el Ministerio de Bienestar Social, se legaliza el barrio. El alcantarillado fue construido cuando los pobladores del barrio no sobrepasaban los dos mil habitantes, hoy en día existen más de seis mil.

Un dato relevante, es que en el año 1982 el barrio se presentó en el Ministerio de Agricultura y Ganadería, generando rechazo al acuerdo Nro. 162 del Registro Oficial 514 en el cual se los declara Bosque de Vegetación Protectora.

Es así como algunas quebradas dentro del barrio han sido rellenas mediante mingas de los propios moradores, apoyados por el Consejo Provincial de Pichincha.

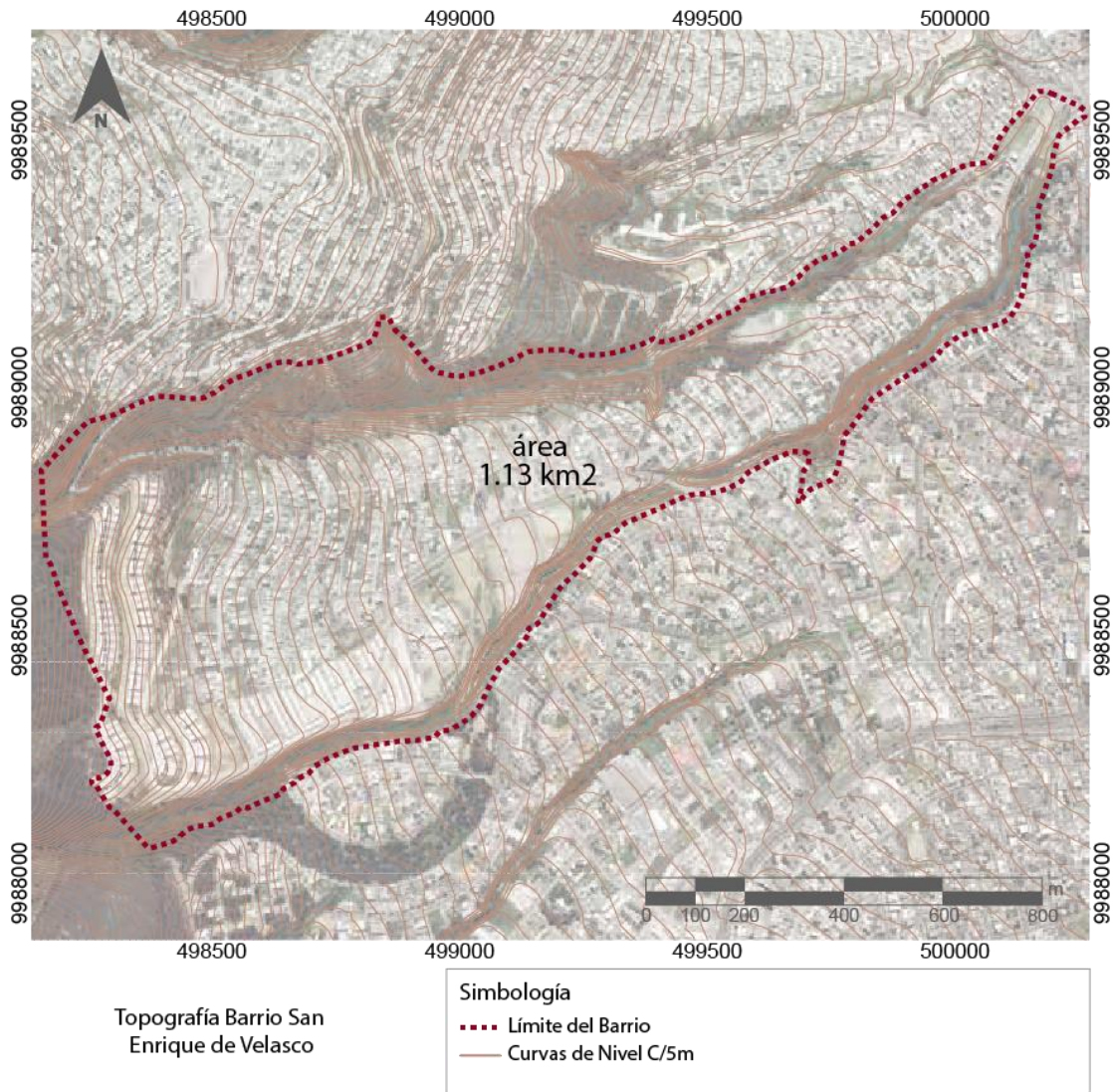
Características

A continuación, estaremos analizando varios mapas enfocados a entender el riesgo climático y topográfico que tiene el barrio San Enrique de Velasco el cual está ubicado en la provincia de Pichincha, en el cantón Quito y pertenece a la parroquia El Condado. Ubicado en el noroccidente de la capital. Este barrio contempla un área de 1.13 km² y se ha desarrollado sobre una de las laderas

que rodean a Quito. Su cota mínima es de 2.685 msnm y la más alta es de 2.950 msnm, manteniendo una pendiente del 11% en la mayor parte del barrio.

Figura 14.

Topografía del barrio San Enrique de Velasco. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (propia). 2022.

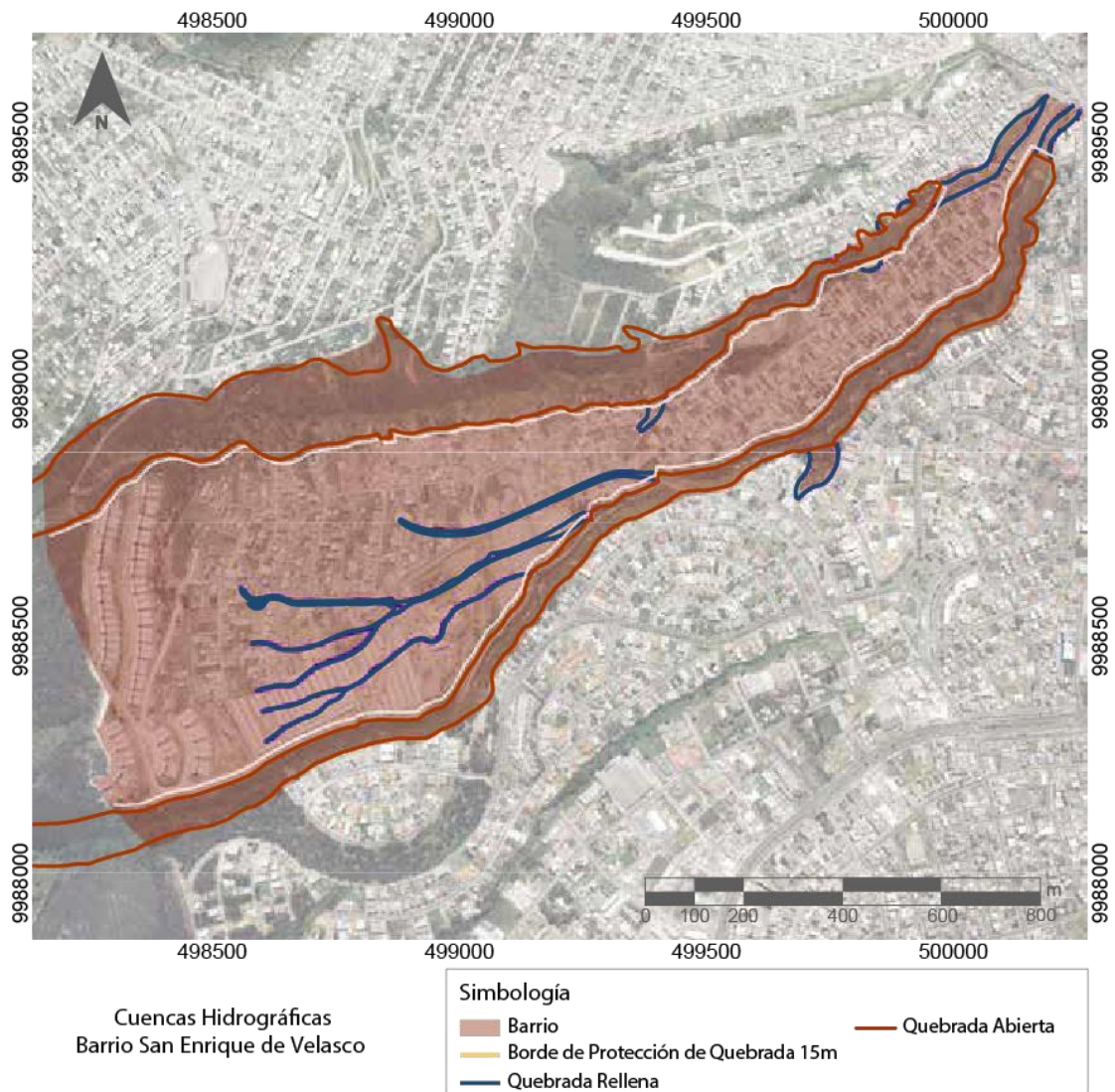


A simple vista se puede identificar como el barrio se ha desarrollado entre dos quebradas abiertas, las cuales según la Ordenanza Metropolitana No. 001, en el Artículo 2210 del Código Municipal para el DMQ, deberá mantener un área de protección de quebradas de 15 metros en longitud horizontal, medidos desde el borde superior. A demás, el barrio se ha configurado sobre algunas quebradas rellenas a lo largo de los años, las cuales según el Artículo 2209 del Código

Municipal deberían contar con el informe técnico para comprobar su factibilidad de habilitar y edificar.

Figura 15.

Cuencas hidrográficas del barrio San Enrique de Velasco. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (propia), 2022.



Es importante destacar que el barrio se ha tomado parte del área destinada y calificada como Bosque Protector, que según el PUGS del GAD del DMQ (2021), corresponde a áreas urbanas o rurales destinadas a la conservación del patrimonio natural, en donde se deberá permitir actividades de gestión ambiental para proteger y restaurar la biodiversidad. (p.21).

Así mismo, la parte más alta del barrio está catalogada por el Ordenamiento Forestal como área de Conservación y Protección, la misma que está planteada como un área que cuente con un sistema de acciones que permitan la conservación y valoración de sus características ambientales, con el objetivo de aprovechar el suelo, manteniendo la armonía morfológica y sin afectar sus capacidades naturales.

Figura 16.

Tratamientos urbanísticos para el suelo urbano. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (propia). 2022.



En el caso de San Enrique de Velasco, podemos observar como en la zona más alta se está interviniendo con un conjunto habitacional masivo, el cual

impermeabilizará el suelo natural, disminuyendo el área permeable aun disponible en el barrio.

Figura 17.

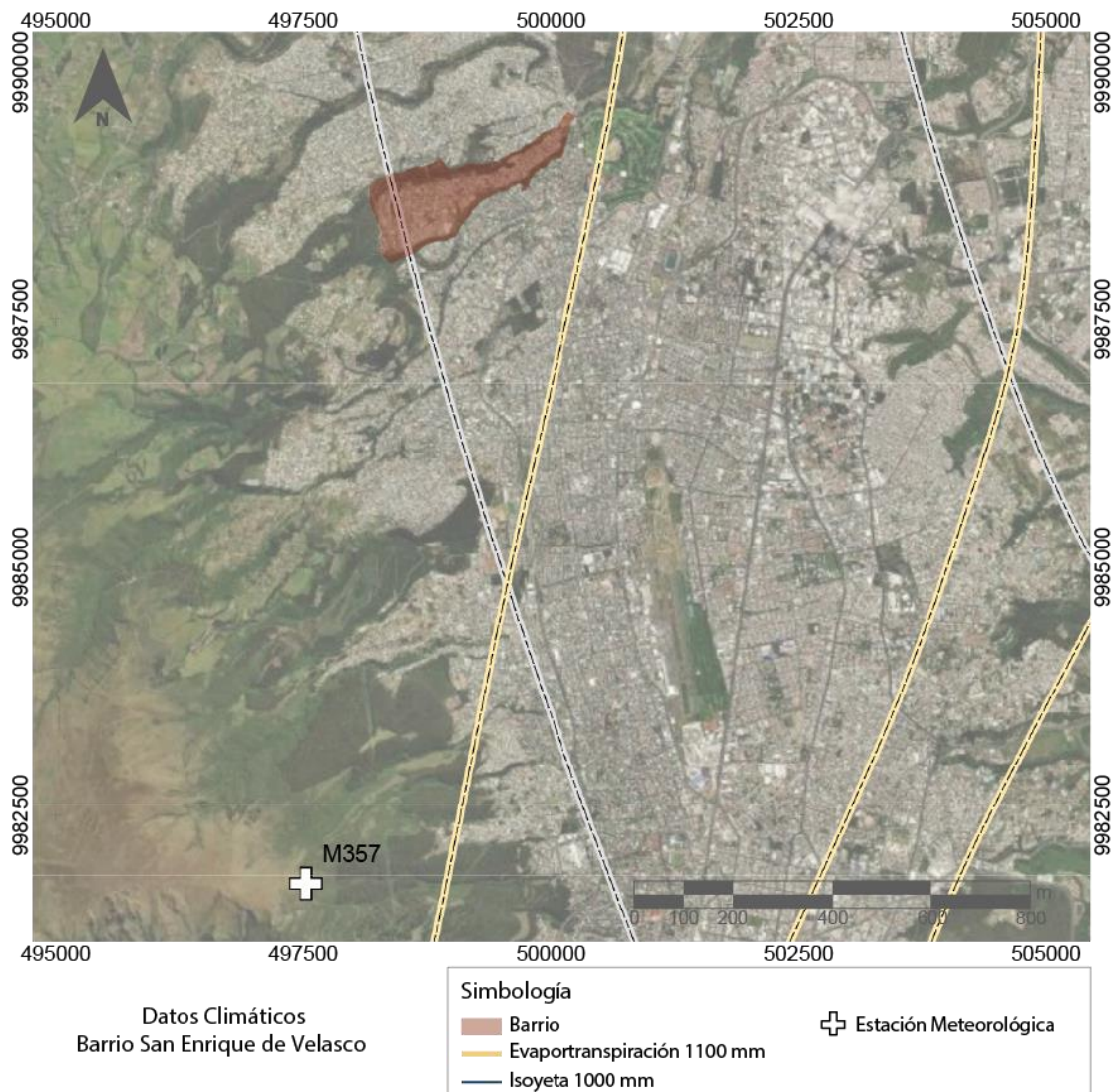
Permeabilidad del suelo. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (propia). 2022.



Está claro que el crecimiento urbano está disminuyendo significativamente al suelo permeable, más del 80% del territorio aproximadamente, ya ha sido categorizado como suelo impermeable y el restante está siendo tomado para nuevas intervenciones inmobiliarias.

Figura 18.

Datos climáticos de la estación meteorológica M357. Fuente: (ARCA). Elaboración: (propia). 2022.

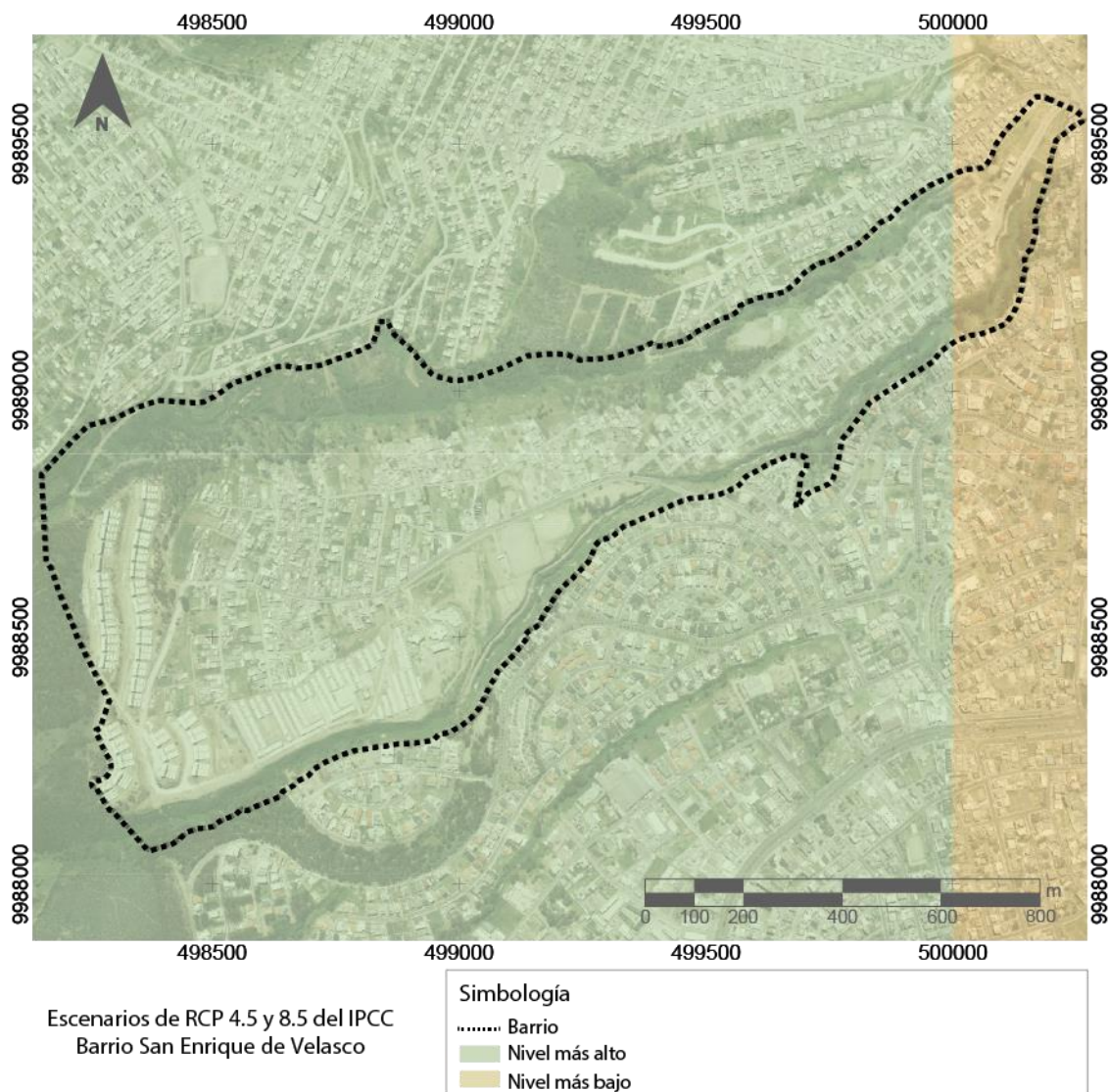


Gracias a los datos proporcionados por la Agencia de Regulación y Control del Agua, a través de su estación meteorológica M357 bajo el nombre de Canal 10 TV situada a 3.780 msnm, podemos conocer que el barrio San Enrique de Velasco mantiene una precipitación anual de 1000 mm y una evapotranspiración de 1100 mm en su suelo natural.

Al estar más del 80% del área del barrio impermeabilizada, disminuye la capacidad de evaporación y aumenta el porcentaje de escorrentía superficial.

Figura 19.

Escenarios de RCP 4.5 y 8.5 del IPCC. Fuente: (IPCC). Elaboración: (propia). 2022.

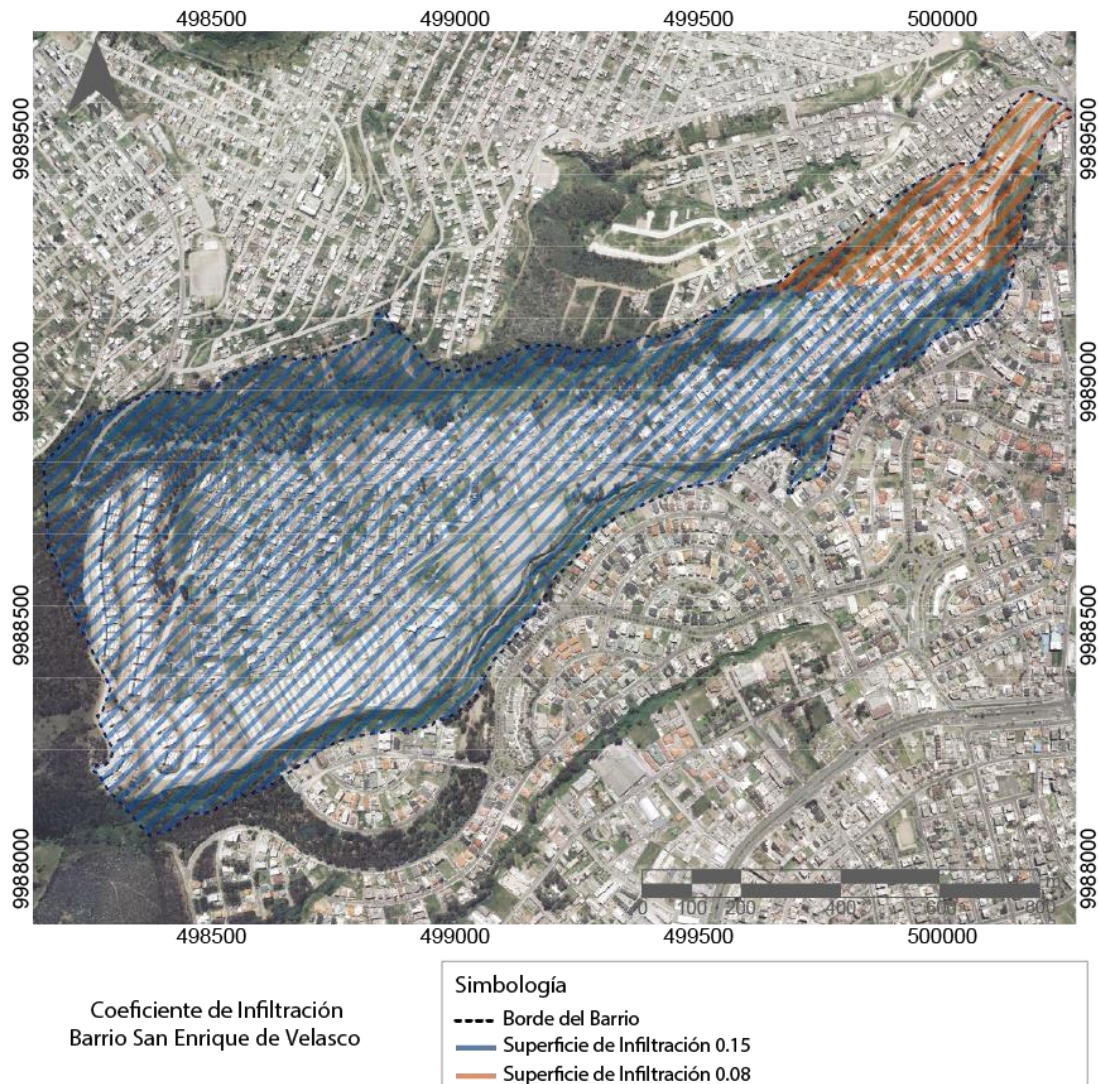


Según los escenarios de modelo climático de RCP 4.5 y 8.5, proporcionados por el IPCC para el evento de precipitación máxima en un día, podemos observar como el nivel más alto afectará a casi la totalidad del barrio, esto proyectándonos a que la precipitación aumentará ligeramente a lo largo de los años, según varias aproximaciones.

No podemos descartar la importancia de las zonas bajas del barrio, ya que estas son las que resultarían más afectadas al recibir gran parte del porcentaje de escorrentía superficial de las zonas más altas.

Figura 20.

Coefficiente de infiltración del suelo en su estado natural. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (propia). 2022.

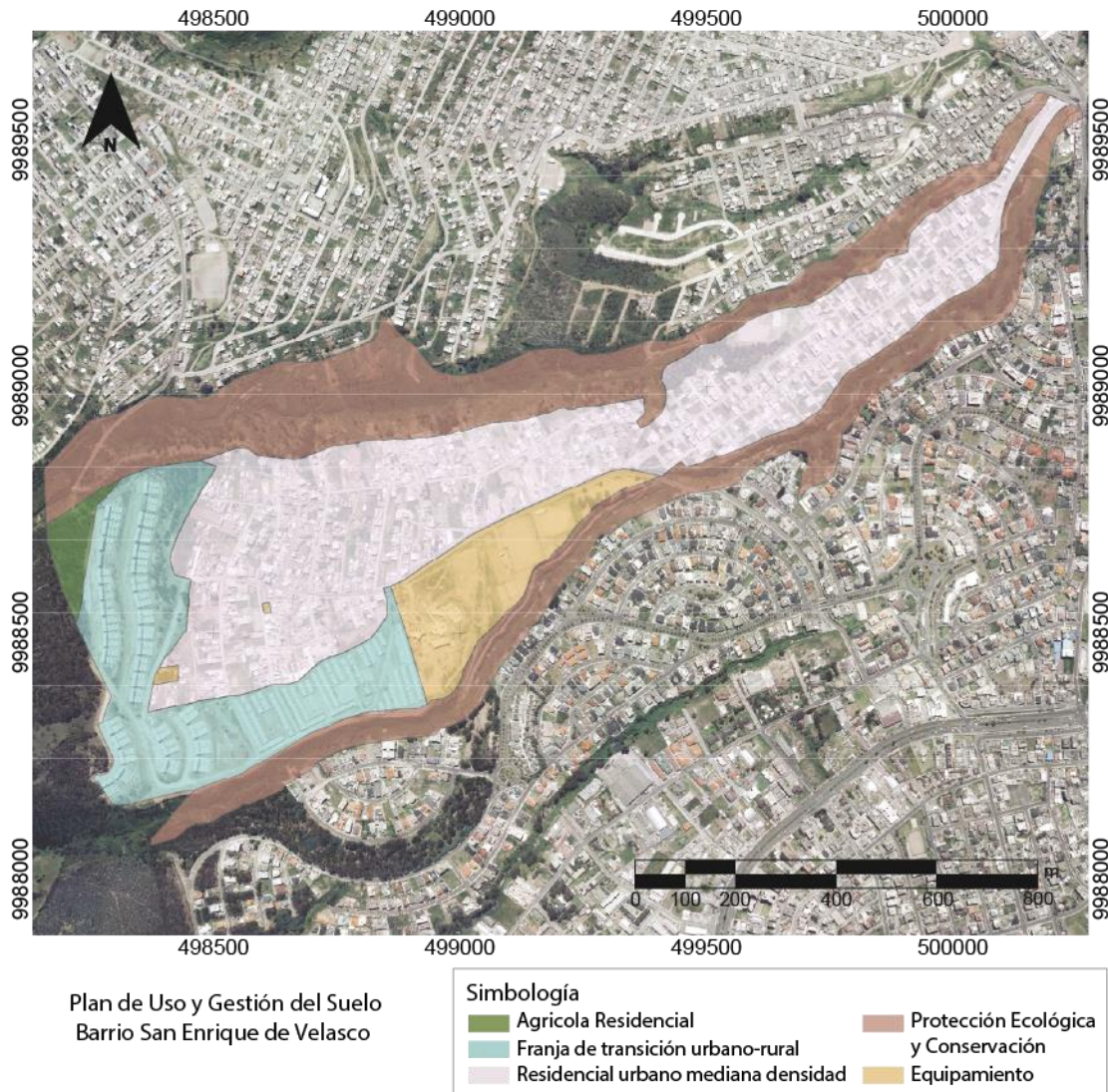


A pesar de tener un coeficiente de infiltración más alto en gran parte del barrio, es importante destacar que en esta misma área es donde se ha categorizado la mayor parte del suelo impermeable, lo que hace menos eficiente la penetración del agua a través de las distintas capas de la tierra. Afectando nuevamente al porcentaje de escorrentía superficial.

Con esto, se vuelve a destacar el problema de la zona más baja del barrio, el cual tiene un coeficiente de infiltración menor, pero al cual llegaría gran parte de las aguas provenientes de las zonas altas.

Figura 21.

PUOS – PUGS para San Enrique de Velasco. Fuente: (Yes Innovation – PUOS - PUGS Quito).
Elaboración: (propia). 2022.



Está claro que las dos quebradas que perfilan al barrio han sido determinadas como área de protección ecológica y de conservación, para lo cual el PUGS (2021), determina algunas características que quisiéramos destacar:

- Entre los lineamientos de la gestión de residuos, se debe ejecutar programas comunitarios para la limpieza y restauración de las quebradas.
- En quebradas no se permitirá ocupación o edificabilidad.
- Se restringirá el número de unidades de vivienda permitidas por lote

mínimo a vivienda unifamiliar.

- Se podrá desarrollar planes de manejo ambiental con la intención de promover su conservación.

Por otra parte, en el 50% del área más grande, destinada para equipamientos, actualmente está funcionando la Unidad Educativa Experimental María Angélica Idrobo y en el otro 50% se tiene pensado intervenir con áreas recreativas para el barrio.

Otro punto para destacar es la franja de referencia de la transición urbano y rural, en la cual el PUGS plantea otro tipo de estrategias, como son:

- Desarrollo sostenible.
- Contención de la expansión urbana.
- Articulación armónica entre áreas urbanas y rurales
- Protección de áreas agrícolas, de valor ecosistémico y paisajístico.
- Promoción de vivienda sostenible, huertos familiares y vivienda unifamiliar con bajos niveles de ocupación.
- Planificación de espacios públicos abiertos que se articulen a los sistemas agrícolas en la franja de transición.

También es claro que la mayor parte del barrio está destinada como área residencial urbana de mediana densidad, esto luego de que varias propiedades construidas en San Enrique de Velasco iniciaran como construcciones informales, previo a la legalización, una dinámica que fue muy típica en algunos barrios de Quito.

Figura 22.

Cobertura de servicios básicos en San Enrique de Velasco. Fuente: (IGM). Elaboración: (propia). 2022.



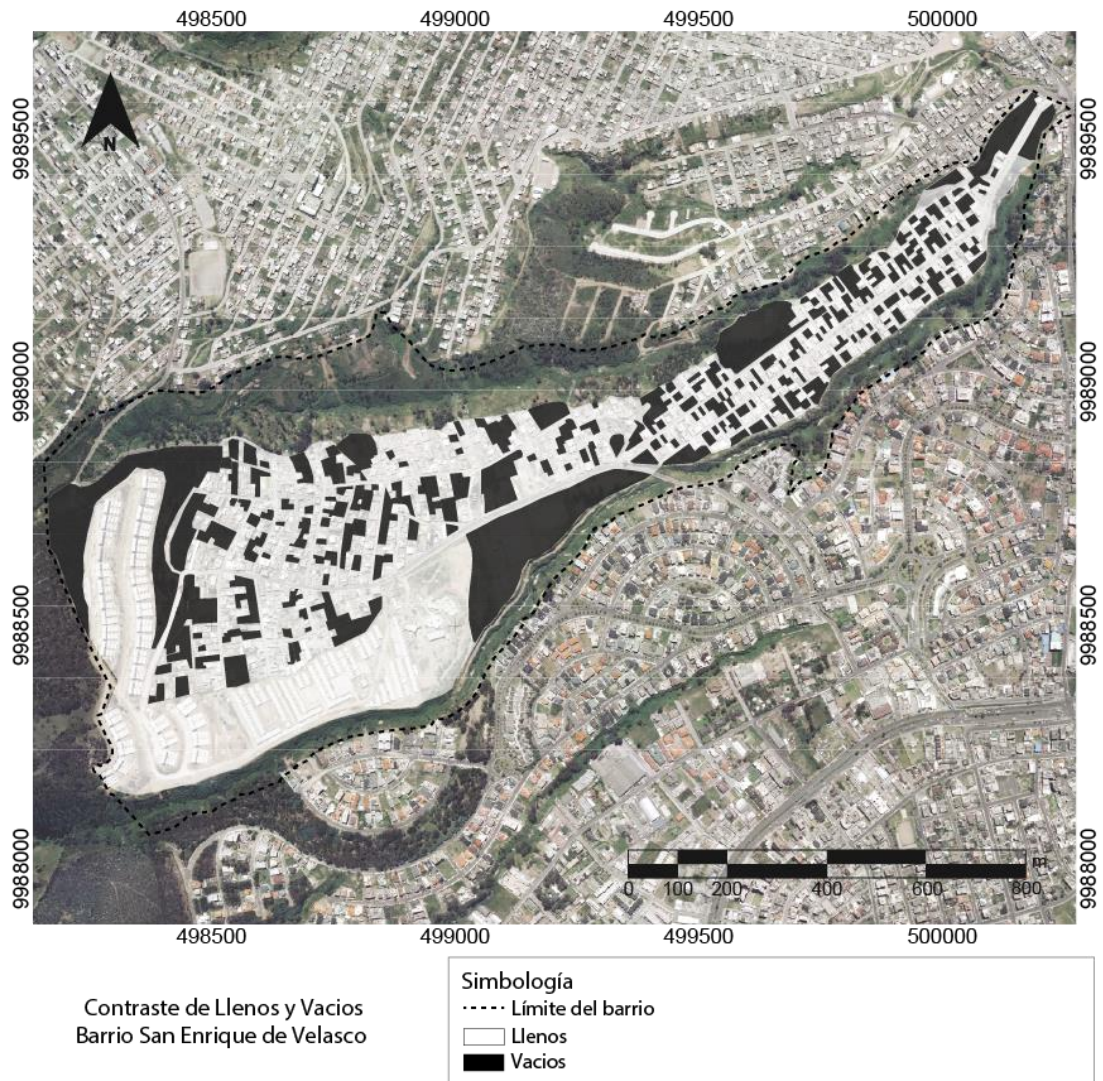
Se puede observar que el barrio ha sido dotado de servicios básicos por parte del Municipio de Quito, solo existe una pequeña zona, en el área más alta del barrio, en donde la cobertura aun no es suficiente, pero esto solamente es cuestión de tiempo. Una vez que esté edificada nuevamente empezará la dinámica de legalización.

Recordando la historia del barrio, es importante destacar que el sistema de alcantarillado fue construido para un barrio con el tercio de habitantes que existen en la actualidad, eso proyecta una posibilidad de que en algún momento

el sistema de alcantarillado pueda colapsar.

Figura 23.

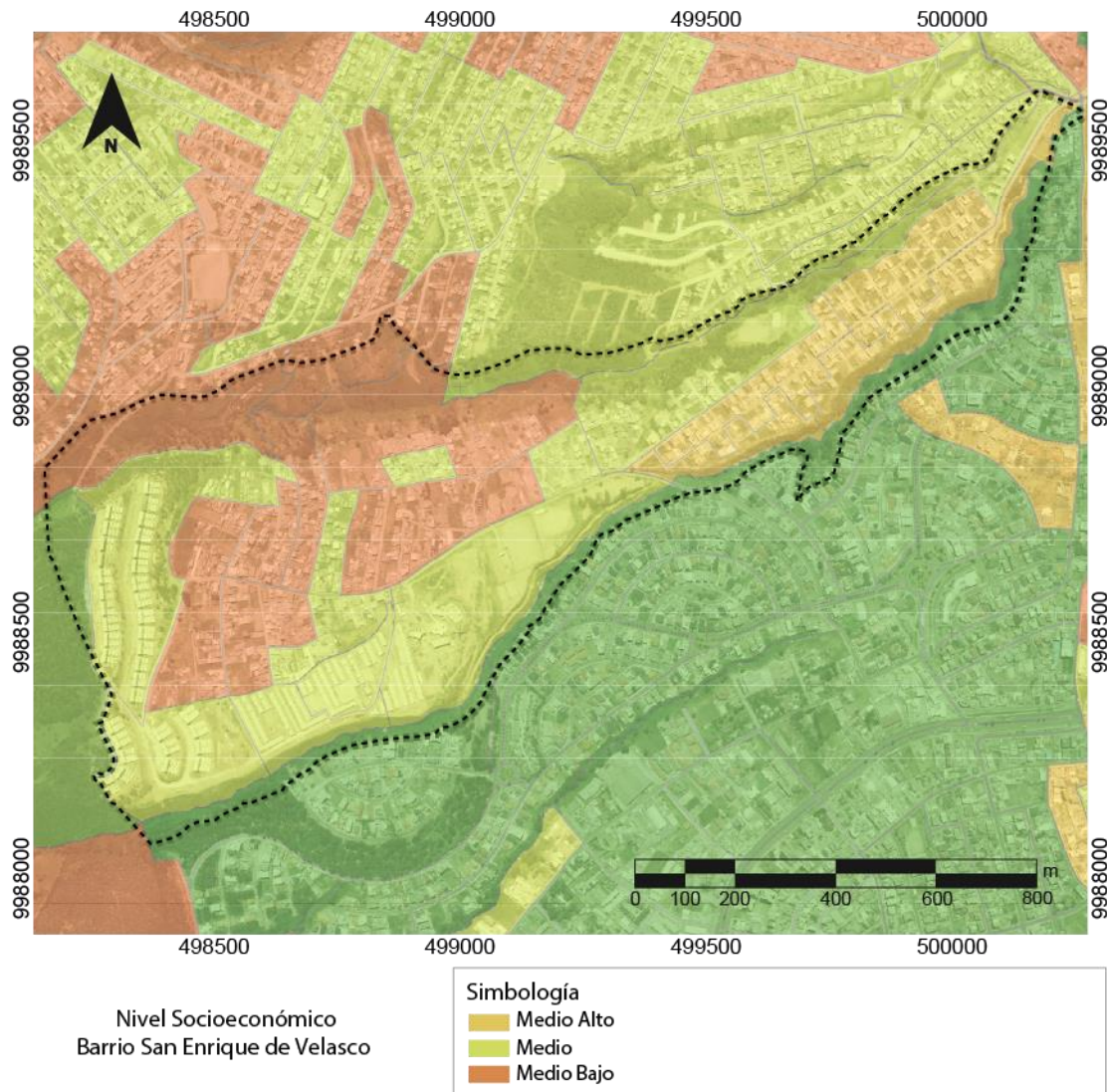
Contraste entre llenos y vacíos. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (propia). 2022.



Al realizar un contraste entre los llenos (lo construido) y los vacíos (el suelo natural) del barrio, encontramos dos características importantes, la primera, en la parte más alta del barrio los vacíos están disminuyendo debido al crecimiento urbano y a que las construcciones están ocupando casi el 100% del área del lote; por otra parte, la segunda característica es que en la parte baja del barrio, la disponibilidad de área libre dentro de cada lote es mayor, ya que encontramos en su mayoría, un uso entre el 60% y 80% del área total del lote.

Figura 24.

Nivel socioeconómico en San Enrique de Velasco. Fuente: (IGM). Elaboración: (propia). 2022.



En cuanto al nivel socioeconómico del barrio, los datos proporcionados por el IGM (Instituto Geográfico Militar), muestran que la mayor parte de los habitantes del barrio se encuentran en una posición económica de nivel medio, únicamente la parte baja del barrio se encuentra en un nivel mejor que los otros, dejando claramente, en la parte alta, a los habitantes con una economía de nivel medio bajo.

Esta distribución de los niveles socioeconómicos no es extraña para Quito ni para otras ciudades. Según Salvador Rueda (2019), la expansión urbana ha traído también segregación social, en donde los más perjudicados son expulsados

hacia zonas más baratas fuera del área consolidada de la ciudad, áreas caracterizadas por problemas urbanos y sociales, las cuales también se ubican en áreas de ladera, convirtiéndolas en áreas vulnerables.

Problemática

Gracias al análisis realizado anteriormente pudimos encontrar varios problemas:

- A pesar de ser un barrio que ha conseguido normalizarse o legalizarse e ir mejorando su calidad de vida, sigue sin ser parte de una ciudad planificada.
- Hemos entendido a este barrio como un “barrio tipo isla”, ya que se encuentra perfilado por 2 quebradas y solo existen tres puntos de acceso al barrio, por lo que consideramos que para el área que ocupa, su acceso es limitado.
- Al encontrarse perfilado por quebradas que no cuentan con actividades de gestión ambiental o ecológicas, ni acciones de protección y restauración; convierten al barrio en un área de poca intervención municipal.
- La expansión urbana y el uso acelerado del suelo disponible está sobrecargando la superficie natural, impermeabilizando el área y poniendo en riesgo no solo a los habitantes del barrio sino a todos, ya que gran parte del porcentaje de escorrentía superficial podría llegar a varias zonas de la ciudad.
- El PUGS (2021), lleva poco tiempo de ser aprobado, aquí se encuentran detalladas las acciones de recuperación y conservación de las áreas naturales, por lo tanto, mientras estas acciones y planes no sean llevados a cabo, la incertidumbre del bienestar actual y futuro de los habitantes del barrio aumenta.
- A pesar de que el abastecimiento de los servicios básicos para el barrio está cubierto casi en su totalidad, no podemos descartar el hecho de que el sistema de alcantarillado fue

abastecido para un barrio que no sobrepasaba los dos mil habitantes y actualmente existen más de seis mil. Esto aumenta la posibilidad de que el sistema de alcantarillado pueda colapsar con el aumento de las precipitaciones en los escenarios futuros.

- En cuanto a la ocupación de los predios, está claro que, en la zona alta del barrio, la disponibilidad de suelo natural es menor que en la parte baja. Esto perjudica la capacidad de absorción del barrio, poniendo en riesgo a la parte baja, quienes son los que recibirían la mayor cantidad de escorrentía superficial.
- En base al análisis socioeconómico, podríamos decir que el nivel medio y medio bajo son los que predominan en el barrio. Con esto asumimos que para ellos sería más difícil invertir en acciones estratégicas costosas para frenar los efectos adversos ocasionados por el CC, quedando nuevamente a la espera del actuar de las municipalidades.

Después de detallar los problemas encontrados, planteamos la siguiente problemática:

Debido a la situación de vulnerabilidad que tiene actualmente el barrio y al no contar con estrategias y planes de intervención por parte de la municipalidad; el futuro de San Enrique de Velasco es incierto, ya que los escenarios de afectación a causa del incremento de las precipitaciones ocasionados por los ECC se vuelven más reales.

Propuesta

Nuestra propuesta para el barrio San Enrique de Velasco es:

Aplicar SbNs como estrategias para el manejo de aguas pluviales, en lotes privados, como respuesta a los eventos de lluvias intensas producidos por los ECC; con el propósito de aumentar la capacidad de respuesta de los pobladores, ante los riesgos a los que se exponen en su situación de vulnerabilidad.

Esta investigación de SbNs pretende ser un banco de información para el barrio, con el propósito de que las estrategias sean aplicadas por los habitantes dentro de sus propios lotes.

A partir de la valoración de los proyectos, realizada a través de nuestra matriz, se pudo identificar las estrategias de SbN que, según este análisis, son las más apropiadas para desarrollarlas en nuestro caso de estudio. Posteriormente se elabora una ficha, por cada estrategia, con las cuales pretendemos facilitar la comprensión y la forma de aplicación para los habitantes.

Estas fichas contienen 2 de las estrategias mejor puntuadas y 1 adicional sugerida, debido a su facilidad de réplica.

Las fichas nos ayudarán a explicar qué es cada estrategia, cuál es su propósito, cómo sería su funcionamiento y aplicación, y cuáles serían sus beneficios.

En la **Figura 25** encontraremos las estrategias que se detallan en su respectiva ficha.

Figura 25.

Estrategias para el barrio San Enrique de Velasco. Fuente: (propia). Elaboración: (propia). 2022.

Proyectos	Puntuación	Estrategia	Figura No.
Cuneta verde en Rutas Naturales	11	Cuneta verde	28
Enfoques de manejo sostenible de la tierra	14	Presa viva	29
Sugerido Jardines de lluvia	8-9	Jardín de lluvia	30

Figura 26.

Información de la estrategia Cuneta verde. Fuente: (MINAE-SINAC- GIZ, 2021), (Agricultores. Red de especialistas en agricultura, 2017), (Abellán, 2014). Elaboración: (propia). 2022

CUNETA VERDE

Qué son ?

Depresiones topográficas diseñadas como canales con pendientes leves y de baja profundidad. Pueden estar colocadas en sentido longitudinal y transversal. Están cubiertas por césped para mantener y transportar el agua de escorrentía.

Cuál es su propósito ?

Captar, almacenar, transportar y reducir la velocidad y volumen del caudal pico de escorrentía que se recoge en las superficies impermeables cercanas.

Datos técnicos

Opcional

Opcional Dique para mantener la pendiente $h = \text{max. a la mitad de la altura de la cuneta}$

Opcional Tubo de PVC direccionado a caja de revisión, rejilla o a otra cuneta verde.

Capa vegetal - Césped - Plantas herbáceas

Suelo natural

Suelo permeable profundidad mayor a 1m

Plantas arbustivas

Ancho no mayor a 2,5m
min. 1.50m

min. 0,45m

min. 0,60 m

Pendiente en relación 3:1
 $P=1.5\%$

Cuneta con forma trapezoidal o parabólica

Beneficios adicionales

Promueven la retención de contaminantes.
 Permiten la sedimentación de partículas arrastradas.
 Permite la infiltración del agua.
 Son intervenciones de bajo costo.

Materiales básicos

Fertilizante
 Material vegetal, arbustos y herbáceas.
 OP. Tubería de PVC min. 6"
 OP. Arena

Sugerencias *

En el caso de que la tierra este muy compactada o tenga niveles bajos de infiltración, se la puede mezclar con arena para aumentar la capacidad de infiltración y convertirlo en suelo permeable. Al sembrar la capa vegetal se puede cubrir con yute o paja para evitar la erosión del suelo mientras el césped y los arbustos se agarran a él. El fertilizante se podrá agregar incluso al suelo permeable.

Facilidad de aplicación

Facilidad de mantenimiento

Figura 27.

Información de la estrategia Presa viva. Fuente: (Aouinti, 2022), (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2004) (Harari, Gavilano, & Liniger, 2017). Elaboración: (propia). 2022.

PRESAS VIVAS

Qué son ?

Son barreras transversales que permiten la retención de sedimentos y agua a través de la siembra de plantas perennes, arbustivas y herbáceas.
 Estas plantas se siembran atravesando a la pendiente, para proteger al suelo de la erosión.

Cuál es su propósito ?

Disminuye la velocidad de las aguas pluviales que no logran ser filtradas por el suelo natural
 Se oponen al flujo del agua lluvia, pudiendo retener mayor cantidad en su recorrido.

Datos técnicos

Beneficios adicionales

- Aumenta la filtración del agua.
- Mantiene por mayor tiempo la humedad en el suelo.
- Detiene el arrastre de suelo y nutrientes
- Son intervenciones de bajo costo.

Materiales básicos

- Fertilizante o abono orgánico.
- Material vegetal, arbustos y herbáceas.
- OP. Estacas de bambú o caña guadua.
- OP. Geotextil

Sugerencias *

Las estacas pueden estar unidas una con otra utilizando alambre galvanizado y clavos de acero mezclar con arena para aumentar la capacidad de infiltración y convertirlo en suelo permeable.
 Al sembrar la capa vegetal se puede cubrir con yute o paja para evitar la erosión del suelo mientras las plantas se agarran a él.
 La siembra se realiza siguiendo la curva de nivel. Pueden convertirse en huertos familiares !!!

Facilidad de aplicación

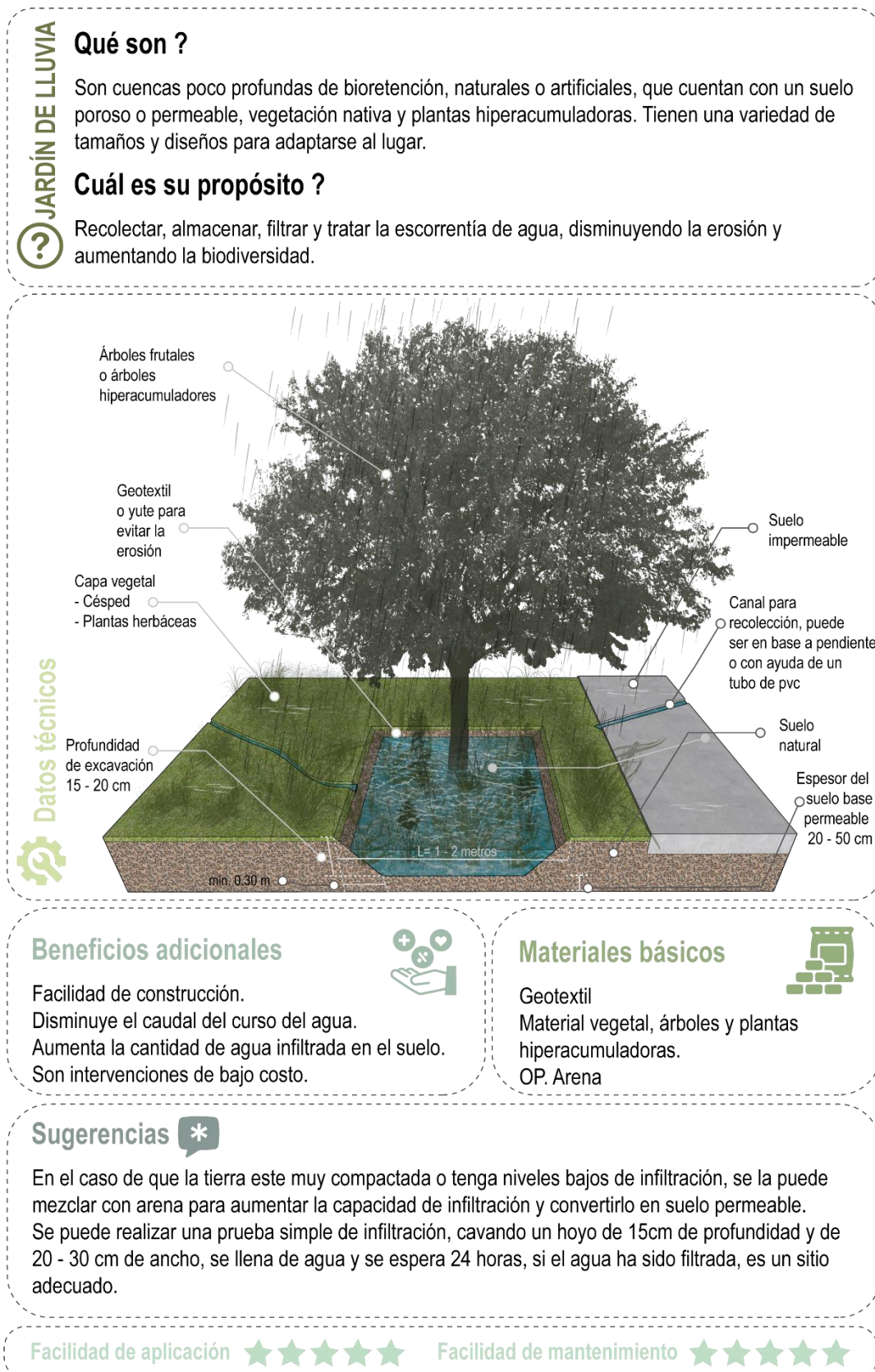
★★★★☆

Facilidad de mantenimiento

★★★★☆

Figura 28.

Información de la estrategia sugerida Jardín de lluvia. Fuente: (Ayuntamiento de Madrid, 2018) (MINAE-SINAC-GIZ, 2021), (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2004). Elaboración: (propia). 2022.

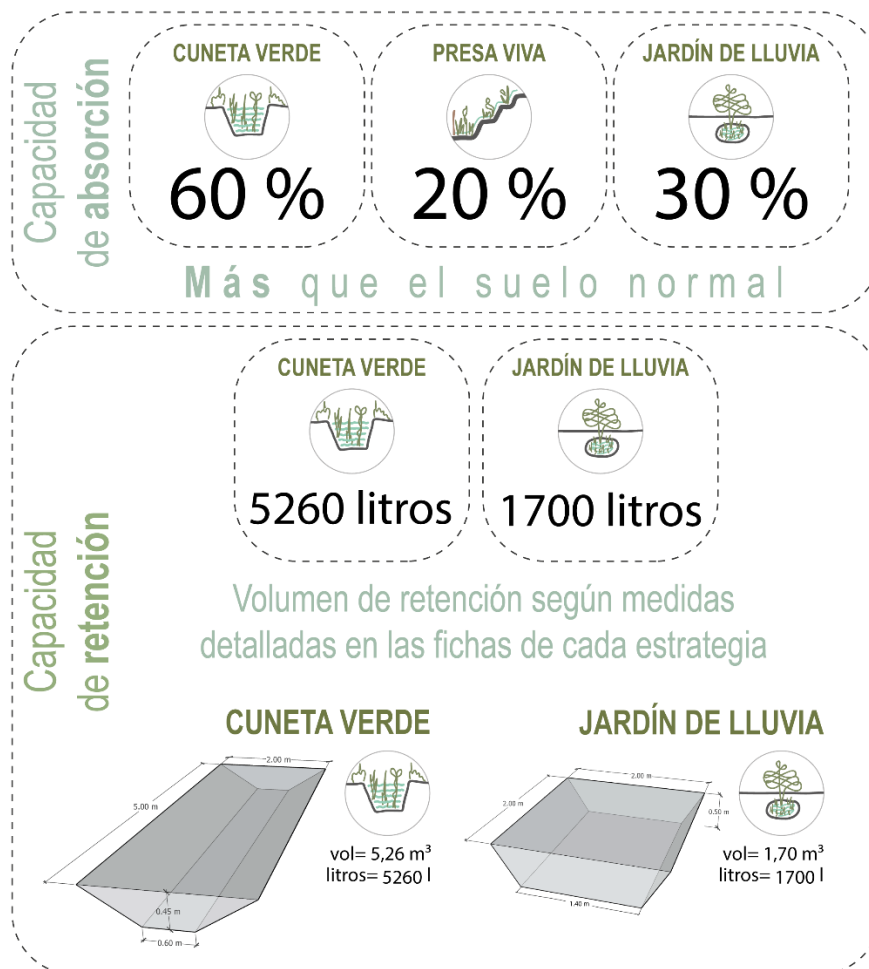


En base a la literatura revisada se puede estimar la capacidad de absorción de aguas lluvias para cada una de las estrategias desarrolladas. Este porcentaje de absorción al ser superior al de un suelo común, brinda la oportunidad de gestionar de mejor manera la cantidad de agua de escorrentía que cae sobre los suelos.

De igual manera se ha calculado la capacidad de retención de aguas lluvias para la estrategia de cuneta verde y jardín de lluvia, basándonos en las medidas presentadas en las fichas anteriores. Esto nos permitirá conocer la cantidad de agua que es retenida en cada estrategia, la que será absorbida por las diferentes capas del suelo y que disminuirá la cantidad de agua enviada hacia el sistema de alcantarillado.

Figura 29.

Capacidad estimada de absorción de las SbN y volumen de retención. Fuente: (Harari, Gavilano, & Liniger, 2017), (MINAE-SINAC-GIZ, 2021). Elaboración: (propia). 2022



Al proponer que estas estrategias sean aplicadas por los habitantes del barrio dentro de sus propios lotes, creemos necesario ejemplificar estas intervenciones en función de los predios, en dos casos diferentes.

En la primera propuesta, hemos ejemplificado un tipo de lote en donde el coeficiente de ocupación del suelo en planta baja (COS PB), sobrepasa el 80% del área total, casos que se replican de formas distintas en el barrio.

Figura 30.

Imagen aérea del barrio San Enrique de Velasco. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (propia). 2022.



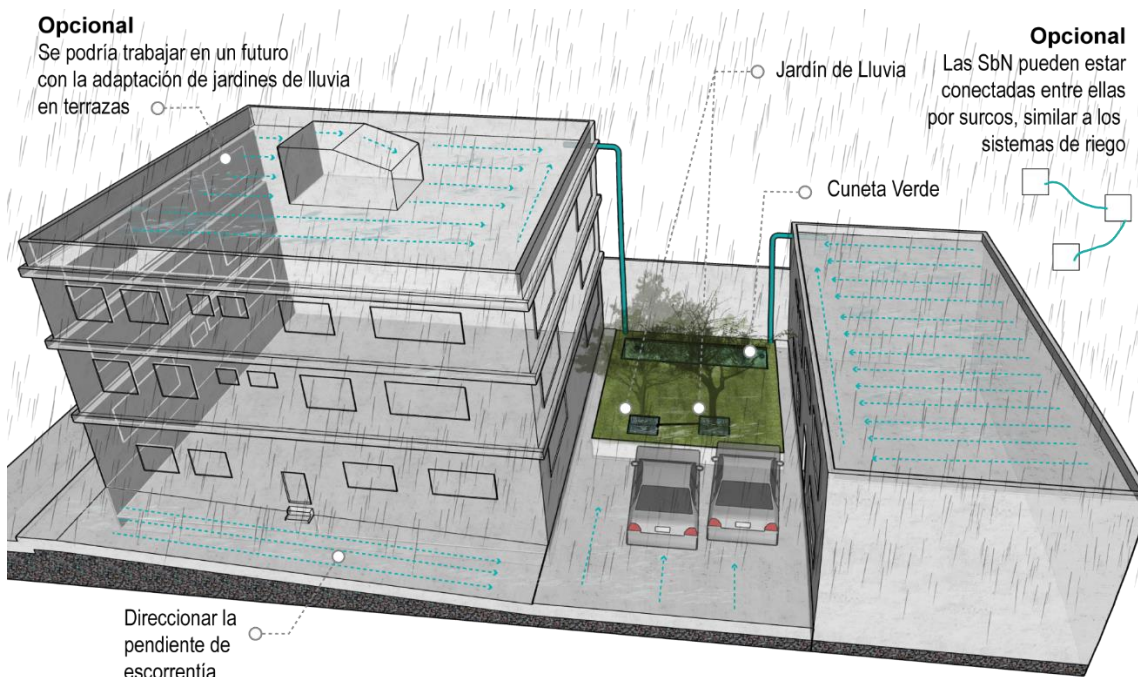
Nota: Lote adaptado para nuestra ejemplificación en la primera propuesta.

En este caso, se propone el uso de una cuneta verde y dos jardines de lluvia. Aquí, el piso duro o impermeable deberá dirigir el flujo de agua lluvia a través de las pendientes para que estas puedan ser captadas, y así mismo recolectar el agua lluvia de la superficie en terrazas, dirigiéndolas a través de tuberías, hacia la cuneta verde.

Mientras la ocupación del lote sea mayor, y el área disponible sea cada vez menor, la estrategia de cuneta verde y jardín de lluvia se convierten en la única opción, debido a que ambos pueden adaptarse en espacios reducidos.

Figura 31.

Estrategias de SbN en lote con COS PB mayor al 80 %. Elaboración: (propia). 2022.



Para calcular la cantidad de agua retenida en un episodio de lluvia extrema, en las SbNs aplicadas en este caso, estaremos utilizando los datos proporcionados por la BBC (2022), sobre el caso de la Gasca, en donde se registró una precipitación de 75mm.

Tabla 3.

Reducción de la cantidad de agua de escorrentía enviada al sistema de drenaje en el caso1.

Caso 1					
Área del lote	375 m ²	Cantidad de litros recibidos	28 125 l	Cantidad de litros enviados al sistema de drenaje	19 465 l
Precipitación en un episodio de lluvia extrema	75 mm	Cantidad de litros retenidos con las SbN	8 660 l		

Fuente: (BBC News Mundo, 2022). Elaboración: (propia).

Sumando la cantidad de agua lluvia retenida en las estrategias aplicadas en este caso, el resultado sería una reducción de más de 8 mil litros de agua lluvia que no se dirigiría hacia el sistema de alcantarillado público.

Para nuestra segunda propuesta, ejemplificamos un tipo de lote en donde el COS PB es menor al 50% del área total y se encuentra ubicado en las partes más altas del barrio. A pesar de que este caso se presenta en menor cantidad, hemos propuesto su aplicación debido a que, consideramos que las intervenciones en las zonas altas tienen una mayor eficiencia para controlar la escorrentía enviada hacia las zonas más bajas.

Figura 32.

Imagen de lotizaciones en las zonas altas del barrio San Enrique de Velasco. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (Yes Innovation). 2018.



Figura 33.

Imagen de vías de tierra en del barrio San Enrique de Velasco. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (Yes Innovation). 2018.

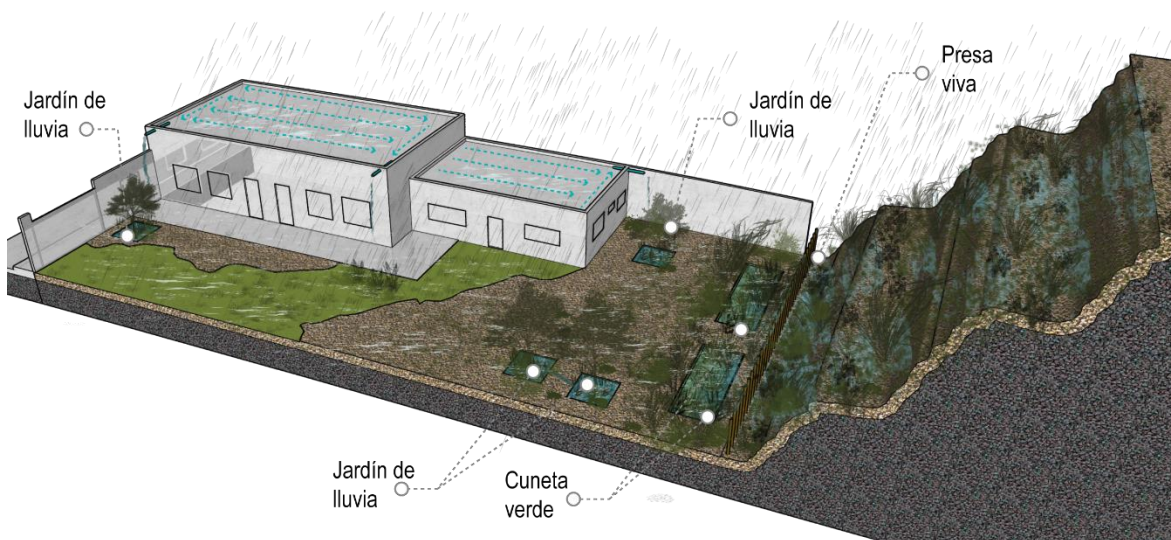


En estos casos a pesar de que hay mayor disponibilidad de suelo natural, la

erosión del suelo y las vías de acceso, todavía en tierra, perjudican la estabilidad de la ladera. Aquí hemos propuesto utilizar las tres estrategias, 2 cunetas verdes, 1 presa viva y 4 jardines de lluvia.

Figura 34.

Estrategias de SbN en lote con COS PB menor al 50 %. Elaboración: (propia).



De igual manera utilizando los datos de la BBC y sumando la cantidad de agua lluvia retenida en las estrategias aplicadas en este caso, el resultado sería más de 17 mil litros de agua lluvia menos, hacia el sistema de alcantarillado público.

Tabla 4.

Reducción de la cantidad de agua de escorrentía enviada al sistema de drenaje en el caso2.

Caso 2					
Área del lote	250 m ²	Cantidad de litros recibidos	18 750 l	Cantidad de litros enviados al sistema de drenaje	1 430 l
Precipitación en un episodio de lluvia extrema	75 mm	Cantidad de litros retenidos con las SbN	17 350 l		

Nota: Elaboración: (propia).

Con estos ejemplos estamos estimando que las estrategias de SbN funcionan a su capacidad máxima y con un manejo eficiente de las pendientes que, estarían redireccionando la escorrentía hacia el interior de estas. Queremos recalcar que la capacidad de retención también depende del mantenimiento y de la cantidad

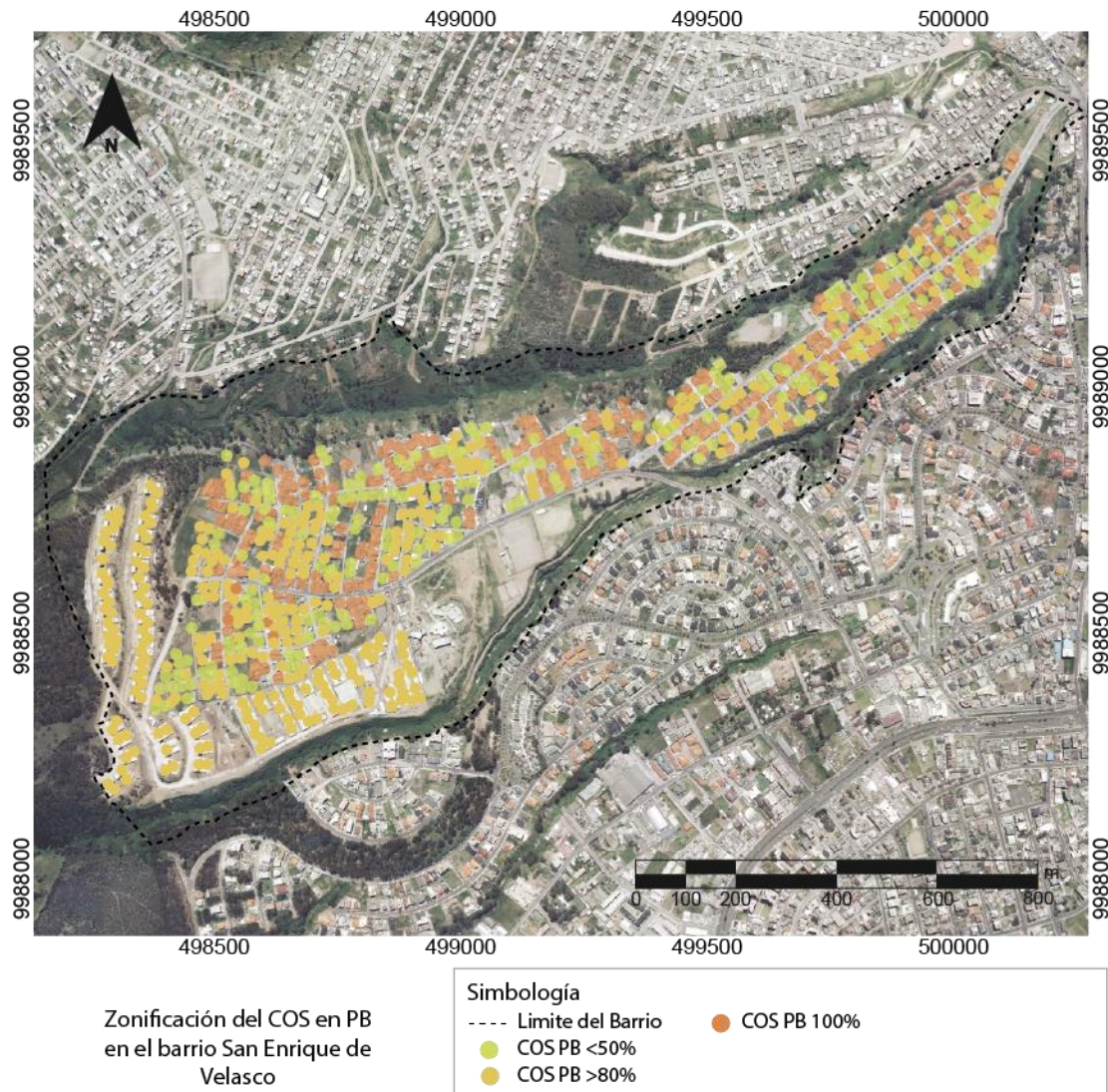
de plantas arbustivas que lleguen a crecer en su interior.

En el primer caso, con un COS PB >80% la retención de agua que podrían tener las SbNs representa el 30% del total, mientras que, en el segundo caso, con un COS PB <50% estaría representando casi el 93%, debido a que existe más disponibilidad de suelo natural.

También realizamos el siguiente ejercicio para estimar la reducción de agua lluvia enviada hacia el sistema de alcantarillado o en algunos casos, hacia las calles y vías de circulación, en el caso de que las SbN propuestas se aplicarían en todo el barrio.

Figura 35.

Mapa esquemático de zonificación de lotes. Fuente: (Yes Innovation). Elaboración: (propia). 2022.



En la **Figura 35** podemos observar una zonificación esquemática de los tipos de COS PB del barrio San Enrique de Velasco, tomando como referencia a los dos tipos de lotes que utilizamos para nuestra ejemplificación y una tipología adicional que corresponde al uso del 100% del área del lote, la cual también es recurrente en el barrio. Esta zonificación nos ayudó a estimar el porcentaje de área que representa cada tipología, con la cual pudimos realizar el cálculo detallado en la **Figura 36**.

Figura 35.

Cálculo estimado del porcentaje de reducción de aguas lluvias en el barrio. Elaboración: (propia). 2022.

Área del barrio	1 130 000 m ²				
Precipitación en un episodio de lluvia extrema	75 mm				
Cantidad de litros de agua lluvia recibidos	84 750 000				
Zonificación	Porcentaje que representa	m ²	litros de agua lluvia recibidos	Porcentaje de reducción de litros x tipo de COS	litros estimados de reducción de agua lluvia
● COS PB <50%	25%	282 500	21 187 500	93%	19 704 375
● COS PB >80%	40%	452 000	33 900 000	30%	10 170 000
● COS PB 100%	35%	395 500	29 662 500	0%	0
	100%	1 130 000	84 750 000		29 874 375

Porcentaje de reducción total

35.25 %

De la cantidad total de agua lluvia en el barrio

A pesar de que estos valores son aproximados, la idea de que estas estrategias puedan ser aplicadas por todos los residentes del barrio, lote por lote, potencializa la eficacia de las SbNs. Mientras mayor sea el uso de estas SbNs como herramientas de adaptación al CC, mayor será su capacidad de respuesta y prevención ante los eventos de lluvias intensas en el sector.

Evaluación

En el proceso de evaluación de este trabajo se contemplaron algunos pasos:

1. *Presentación de las estrategias al grupo de CLEVERCities Quito.*

Se preparó una presentación en donde se explica el proceso de investigación, el problema, la propuesta, las fichas de información que fueron elaboradas para cada una de las estrategias, junto con los ejemplos de intervención dentro de cada lote. Esta presentación se expuso al grupo de CLEVERCities Quito con la finalidad de recibir un aporte en cuanto a la propuesta de trabajar con lotes privados.

Tomando como punto de partida a nuestra propuesta de:

Aplicar SbNs como estrategias para el manejo de aguas pluviales, en lotes privados, como respuesta a los eventos de lluvias intensas producidos por los ECC; con el propósito de aumentar la capacidad de respuesta de los pobladores, ante los riesgos a los que se exponen en su situación de vulnerabilidad.

Se plantearon las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál sería un factor positivo y negativo de aplicar SbNs en lotes privados?
2. ¿Cuál sería el limitante más fuerte para poder llevar a cabo su implementación?
3. De acuerdo con el desarrollo que ha mantenido CLEVERCities Quito en el barrio San Enrique de Velasco, ¿cuál cree usted que sería la respuesta de la población ante las propuestas de SbNs en sus lotes?
4. ¿Cuál sería el siguiente paso que seguir para que las SbNs seas aplicadas desde el marco normativo?

Los comentarios obtenidos fueron los siguientes:

Pregunta 1: *¿Cuál sería un factor positivo y negativo de aplicar SbNs en lotes privados?*

El factor negativo sería el tema del mantenimiento, ya que se debería desarrollar cada estrategia de tal forma que las personas sean capaces de poder aplicarla, monitorearla y dar mantenimiento para que el sistema funcione adecuadamente. En cuanto al factor positivo, considero que de estar aplicadas las SbNs de una forma correcta se aprovecharía de mejor manera al lote privado y se podría utilizar de manera eficiente el servicio del alcantarillado público, y pensando en un futuro, podría beneficiar a la implementación de una posible planta de tratamiento de aguas. (Amoroso, 2022).

Pregunta 2: *¿Cuál sería el limitante más fuerte para poder llevar a cabo su implementación?*

Podría ser la variedad de los tipos de usos actuales en los lotes, junto con la necesidad de construir y ocupar toda el área dejando superficies duras. Hay que jerarquizar los usos y modificar la normativa legal, ya que es la única forma garantizar el cumplimiento y la supervisión antes de los permisos de habitabilidad. No hay una exigencia clara sobre la cantidad de suelo permeable e impermeable dentro de los lotes. (Salmon, 2022).

Pregunta 3: *De acuerdo con el desarrollo que ha mantenido CLEVERCities Quito en el barrio San Enrique de Velasco, ¿cuál cree usted que sería la respuesta de la población ante las propuestas de SbNs en sus lotes?*

Se generaría un poco de resistencia ya que la necesidad del uso total de todo el lote es bastante alta, aunque se podría generar aceptación siempre y cuando se ofrezca resultados positivos en la economía y en su gestión, un ejemplo sería en la reducción de los pagos del impuesto predial si es que se implementa alguna de estas mejoras dentro del lote.

Se debería entender como la SbN puede relacionarse con los aspectos sociales, económicos y medioambientales de la población y estos deben ser entendidos por la población. La respuesta es negativa si no es entendida en beneficio de los habitantes, pero puede ser positiva si es entendida como un beneficio personal y común. (Yépez, Presentación de la propuesta de la aplicación de SbNs en lotes privados en el barrio San Enrique de Velasco, 2022)

Pregunta 4: *¿Cuál sería el siguiente paso que seguir para que las SbNs seas aplicadas desde el marco normativo?*

El primero sería empatar con los planes a largo plazo que tiene la ciudad como el PACQ, ya que es la guía para todo este tipo de proyectos a través de la Secretaría del Ambiente. Las SbNs están enmarcadas en la adaptación al CC por lo que se volverán un tema mucho más importante con el paso del tiempo y sería fundamental su inclusión en el PMDOT. Todavía es un tema relativamente nuevo en la ciudad y en la municipalidad y es indispensable tener una guía de lineamientos que pueda orientar a los técnicos involucrados para poder desarrollar este tipo de proyectos de una forma técnica y económica. Esperamos que con el producto final de CLEVERCities Quito se pueda dar el siguiente paso para aplicar desde el marco normativo la implementación de las SbNs. (Bonilla, 2022).

El aporte brindado por CLEVERCities nos ubica en una postura más real sobre el contexto de las SbNs en las ciudades y sobre todo en nuestro caso de estudio. Esta evaluación nos fue útil para construir una base de evidencia entre la calidad de lo propuesto, los limitantes reales y lo aceptado.

2. Cuestionario de aceptación planteado para los moradores del barrio San Enrique de Velasco – para ejecución futura.

A pesar de que, en el alcance de este trabajo, no se planificó realizar el cuestionario de aceptación de las SbNs, para los moradores del barrio, consideramos que es importante dejar una pauta para su futuro análisis y retroalimentación, ya sea en propuestas para este barrio o para algún otro en la ciudad de Quito.

Consideramos que las encuestas o cuestionarios permiten dar un papel protagónico al grupo de personas con las cuales estamos conversando, y es una manera fácil y rápida de recolectar los resultados que genera nuestras propuestas en las personas. (CIMAS, 2009).

Se deja planteado el siguiente cuestionario, que podrá ser aplicado a los moradores, con el propósito de conocer si encuentran beneficioso el uso de SbNs en sus lotes. Esto nos ayudará a determinar si los residentes del barrio están interesados o no en el tema de las SbNs, si consideran que esto sería un aporte positivo para mejorar su calidad de vida y saber si consideran que su aplicación sería factible para ellos.

Enfocándonos en el propósito del cuestionario se plantea las siguientes preguntas, las cuales serán aplicadas a los residentes del barrio, luego de haber determinado la muestra ideal.

Tabla 5.

Cuestionarios para los habitantes del barrio San Enrique de Velasco.

CUESTIONARIO		
PREGUNTA	SI	NO
¿Le ha parecido interesante el tema presentado?		
¿Le gustaría conocer más sobre el tema?		

¿Las estrategias de SbN presentadas le parecen sencillas?		
¿Aplicaría usted alguna de estas estrategias?		
¿Cree usted que estas estrategias podrían ayudar al barrio?		

Elaboración: (propia).

Una vez procesadas las encuestas, se deberá establecer los porcentajes de respuesta positiva y negativa en base a la muestra. Esto nos ayudará a determinar qué tan abierta está la comunidad a conocer a cerca de las SbN y los temas del CC, ya que esto podría facilitar o perjudicar las propuestas de intervenciones futuras.

CONCLUSIONES

Partiendo desde la concepción de que el CC es un hecho, de que los efectos que éste ocasiona son un riesgo para las ciudades, para el medio ambiente y para todos, sabiendo que este desgaste natural perjudica el bienestar de la humanidad presente y futura; consideramos que únicamente el acceso a la información y el actuar de cada habitante puede minimizar el daño ecológico, generar adaptación y cambiar de forma positiva a su calidad de vida.

Varias iniciativas que se plantean alrededor del mundo, las cuales utilizan el medio natural como herramienta de apoyo para la restauración y conservación de los medios ecosistémicos, con el fin de responder a los desafíos que presenta el CC, son el único medio viable hacia la búsqueda de ciudades más sostenibles y resilientes. Las SbN no solo representan estrategias efectivas, también cumplen un objetivo común que tienen todas estas intervenciones, que es, integrar el medio natural con lo urbano o lo construido, propiciando una mejor calidad de vida e intentar mejorar la seguridad de los habitantes.

Identificar las SbNs que puedan ser utilizadas en el interior de los lotes privados del barrio San Enrique de Velasco, abre la posibilidad de que estas intervenciones no sean tomadas como algo opcional, sino como parte de una normativa obligatoria en el proceso de edificación. Tenemos claro que la falta de concientización sobre el CC y el acceso limitado de la información son factores que perjudican la aplicación de las SbN, es por eso por lo que, al formar parte de un proceso normativo, el uso y aplicación de estas estrategias marcaría un radio de influencia mayor que el actual, favoreciendo al funcionamiento y al desarrollo de las ciudades

Al revisar la información disponible en cuanto a SbN a nivel latinoamericano tuvimos algunos inconvenientes, ya que la información no es abiertamente compartida para un uso colectivo. Probablemente esto se deba a un celo profesional, pero de ser así el caso, ¿el compartir esta información no formaría

parte también del bien común? Es por esto por lo que en el proceso de búsqueda se decidió agregar a países que tenían información más clara y detallada sobre las intervenciones de SbNs realizadas.

Esto nos lleva a pensar que la aplicación de SbNs en otros países se desarrolla con mayor facilidad y con mayor difusión que en algunos de los países de AL.

Es verdad que para esta investigación hemos definido algunos criterios de valoración, los cuales nos permitieron filtrar las estrategias y ubicarnos en las mejor puntuadas, pero consideramos que todas las SbNs son aportes importantes y significativos en el desarrollo de las ciudades. No importa si estas estrategias se emplean en su forma tradicional o si se las ha mejorado con tecnología e infraestructura, ambas forman parte de la respuesta de la población frente a un bien común y su aplicación puede ser el detonante para buscar un equilibrio entre la naturaleza y ciudad.

Ya que estamos considerando a este trabajo como un aporte al proyecto realizado por CLEVERCities Quito, el análisis del barrio San Enrique de Velasco nos permitió conocer una parte de la realidad de las personas asentadas en sitios vulnerables, y proponer, en base a una investigación realizada, soluciones que complementen y mejoren su estilo de vida. Es por esto por lo que la validación de las SbN en lotes privados, por parte de CLEVERCities Quito, como planificadores, fue uno de los resultados y uno de los aportes más importantes, estos marcarán pautas para avanzar o reestructurar las propuestas de intervenciones futuras.

A pesar de ser un documento académico hemos desarrollado este trabajo pensando en complementar las ideas ya planteadas, esperando puedan ser aplicadas en algún momento por este o por algún otro barrio de Quito; considerando que estas estrategias tienen un valor social sumamente significativo, ya que empodera a la población y activa a la comunidad a través de la participación local en busca de un bienestar común.

Consideramos que las estrategias de SbN deben ser aplicadas en los predios privados, ya que con su uso masivo podríamos mejorar y gestionar de manera eficiente las aguas de escorrentía colectivas, pensando globalmente, pero actuando localmente.

RECOMENDACIONES

Creemos que la implementación de las SbN en la ciudad de Quito debe iniciar desde el marco normativo.

Es competencia del Gobierno Central la planificación del territorio nacional con la formulación del Plan Nacional de Desarrollo (PND), al igual que todos los niveles de gobierno tienen la responsabilidad de desarrollar un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), con el fin de controlar y ordenar la ocupación del suelo, pero es aquí en donde comenzamos a encontrar los primeros vacíos en cuanto a las acciones frente al CC.

Es verdad que dentro de la Constitución del Ecuador (2008) en el Art.414 el estado se compromete a adoptar medidas para mitigar el CC, pero, solamente se habla sobre las intenciones de disminuir y controlar las emisiones de gas de efecto invernadero, más adelante se aclara que los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), son los responsables de adoptar políticas para gestionar y desarrollar los planes y programas a través de la conformación del PDOT.

Con esto, la responsabilidad de desarrollar e implementar políticas públicas para la implementación de estrategias que se enfrenten a los ECC, recae sobre los GADs y deja de ser parte del Gobierno Central.

A través de la LOOTUGS (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial Uso y Gestión del Suelo), se intenta formular principios y normas generales que rijan el desarrollo de los PDOT a cargo de los GADs. En el primer punto, acerca de los principios rectores, se habla sobre la sustentabilidad, y el manejo eficiente del territorio, el cual permita garantizar una buena calidad de vida a la población actual y futura, pero de igual manera estas directrices forman parte de una guía de seguimiento con conceptualizaciones mínimas para la generación de los planes a todas las escalas.

El papel que cumple los Gobiernos Autónomos descentralizados dentro del Ordenamiento Territorial es fundamental, al recaer sobre ellos la responsabilidad de desarrollar diferentes planes de acción para enfrentar al CC, son los únicos que pueden comenzar a cambiar la dinámica de la ocupación y construcción informal y del crecimiento descontrolado en las ciudades.

Es por esto, por lo que, a través de la conformación del PUGS se podría llegar a diferentes alcances en cuanto a la planificación, configurando una especie de rompecabezas, en donde cada plan desarrollado por los GADs encajaría uno con otro para intentar cubrir todas las necesidades de la población dentro del territorio nacional y organizar su crecimiento de forma equilibrada.

Ahora queremos centrarnos en la importancia del PUGS (2021) y en los estándares urbanísticos que lo componen en la escala de edificación.

Dentro de los estándares de edificabilidad para las zonas de clasificación urbanas se detallan factores de sostenibilidad que deberán ser obligatorios dependiendo de la escala de intervención. Cabe recalcar que estos estándares terminan siendo opcionales, debido a que son calificados mediante una matriz de ecoeficiencia, en la cual mientras mayores estándares se cumpla, se otorgará mayor aprovechamiento constructivo del predio. Es decir, mientras más estándares aplicamos en un proyecto podemos acceder a una mayor área de construcción en incremento de pisos.

Es por eso, por lo que, el planteamiento del uso de SbN como estrategias y herramientas que se adaptan al CC, deberían formar parte de los estándares de edificabilidad mínimos para que puedan ser aplicados con obligatoriedad por todos.

Las SbN no pueden estar solamente en la planeación de los usos de suelo en las categorías de protección ecológica o de recuperación, estas no pueden funcionar si no están dentro de los estándares urbanísticos y en la normativa técnica, porque cuando hay un estándar hay una obligación normativa y una reflexión sobre la edificabilidad, el tipo de edificabilidad, así como el tipo de tratamiento de suelo; y es por esto por lo que las SbN debería estar en esa capa. En el caso de Quito, la morfología predispone a la ciudad a una situación de vulnerabilidad y riesgos, haciendo necesario que los estándares no sean tomados como criterios de reflexión, sino que sean tomados como herramientas técnicas de territorio en donde sea obligatorio edificar considerando el contexto natural. (Yépez, 2022).

Dentro de los estándares urbanísticos debería existir la categoría de laderas, ya que su complejidad topográfica es distinta y de igual forma necesita una normativa técnica acorde a las características de su topografía.

De igual manera consideramos que el proyecto de la Ordenanza de Infraestructura Verde-Azul, el cual aún no entra en vigor, debería tener un rigor mucho más fuerte en los predios privados, ya que son los que existen con mayor disponibilidad en la ciudad. La corresponsabilidad ciudadana dependerá de la capacidad de difusión de sobre los beneficios de las SbN como herramienta de adaptación a los ECC y de la implementación de lineamientos y normas técnicas aplicadas desde la edificación para todos.

Mientras las SbN sean tomadas como un catálogo de soluciones optativas, y no como una aplicación reglamentaria, el camino en busca de una ciudad sostenible, resiliente y segura es cada vez más incierto.

BIBLIOGRAFÍA

- Abellán, A. (2014, abril 25). SuD Sostenible. Retrieved from Tipos de cunetas verdes: <http://sudsostenible.com/tipos-de-cunetas-verdes/>
- Agricultores. Red de especialistas en agricultura. (2017, agosto 4). Retrieved from Técnicas de conservación de suelos y agua: Zanjas de infiltración: <https://agriculturers.com/tecnicas-de-conservacion-de-suelos-y-agua-zanjas-de-infiltracion/>
- Alenza García, J. (2019). Vulnerabilidad Ambiental y Vulnerabilidad Climática. Revista Catalana de Dret Ambiental.
- Amoroso, D. (2022, diciembre 7). Presentación de la propuesta de la aplicación de SbNs en lotes privados en el barrio San Enrique de Velasco. (I. Flores, Interviewer)
- Aouinti, N. (2022, mayo 18). Prepare Center.org. Retrieved from Manejo Sostenible de la tierra para proteger a las comunidades de Honduras de los deslizamientos de tierra: <https://preparecenter.org/story/sustainable-land-management-approaches-have-protected-communities-in-honduras-from-landslides/>
- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la Republica del Ecuador.
- Asamblea Nacional. (2016). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo.
- ASC, C. (2010, Junio 20). Modelo de las 9 cuestiones. Retrieved from Blogia - Desarrollo Comunitario: <https://cristinaasc.blogia.com/temas/desarrollo-comunitario/>
- Ayuntamiento de Madrid. (2018). Guía Básica de Diseño de Sistemas de gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Verdes y otros Espacios Libres. Madrid: Ayuntamiento de Madrid.
- BBC News Mundo. (2022, febrero 1). Aluvión en Ecuador: mueren al menos 24 personas en Quito tras intensas lluvias. BBC News Mundo.
- Beltrán G, O. A. (2005). Revisión sistemática de la literatura. Revista Colombiana de Gastroenterología, 60-69.

- Bermeo Álvarez, S. A., Andrango, L., & Cruz, M. (2022). Catástrofes en Ecuador: ¿desastre natural o secuelas del crecimiento urbano? Quito: Repositorio UCE.
- Bonilla, D. (2022, diciembre 7). Presentación de la propuesta de la aplicación de SbNs en lotes privados en el barrio San Enrique de Velasco. (I. Flores, Interviewer)
- Cadena Iñiguez, P., Rendón Medel, R., Aguilar Ávila, J., Salinas Cruz, E., De la Cruz Morales, F., & Sangerman Jarquín, D. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1603-1617.
- CIMAS. (2009). *Metodologías participativas. Manual*. Madrid: Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible.
- Clever Cities. (2020). Retrieved from <https://clevercities.eu/quito/>
- CLEVER Cities. (2021). *Evaluation Guide: Evaluating the impact of co-design for Nature-Based Solutions*. Social Finance for CLEVER Cities.
- Comité Pro-Mejoras del barrio San Enrique de Velasco. (s.f.). *Reseña Histórica del Barrio San Enrique de Velasco*. Quito.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2022). *Proyecto de Ordenanza Distrital Metropolitana. Ordenanza de Infraestructura Verde-Azul*. Quito.
- Distrito Metropolitano de Quito. (2018). *Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- EPA. (2022, Octubre 13). United States Environmental Protection Agency. Retrieved from <https://www.epa.gov/climate-adaptation/climate-adaptation-plans>
- European Commission. (2021). *Evaluating the Impact of Nature-Based Solutions: A Handbook for Practitioner*. Luxembourg: European Union.
- FEMA. (2021). *Building Community Resilience With Nature-Based-Solutions. A Guide for Local Communities*. Estados Unidos: RiskMap.
- Figueroa Arango, C. (2020). *Guía para la integración de las soluciones*

basadas en la naturaleza en la planificación urbana. Primera aproximación para Colombia. Berlín: Alexander von Humboldt Stiftung, Ecologic Institute, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (2004). Proyecto UE-Cuencas. Guía sobre Prácticas de Conservación de Suelos. La Lima, Cortés, Honduras: FHIA.

García de Durango, Á. (2014, mayo 20). Fundación AQUAE. Retrieved from Urgencia Climática: <https://www.fundacionaquae.org/el-cambio-climatico-y-la-falta-de-informacion/>

Gifreu Font, J. (2018). Ciudades adaptativas y resilientes ante el cambio climático: Estrategias locales para contribuir a la sostenibilidad urbana. Revista Aragonesa de Administración Pública, 102-158.

Gómez Salazar, A., & Cuvi, N. (19 de Octubre de 2016). Asentamientos informales y medio ambiente en Quito. AREAS, 101-119.

Harari, N., Gavilano, A., & Liniger, H. (2017). Where people and their land are safer: A Compendium of Good Practices in Disaster Risk Reduction. Switzerland: Bern and Lucerne, Switzerland: Centre for Development and Environment (CDE), University of Bern, and Swiss NGO Disaster Risk Reduction (DRR) Platform, with Bern Open Publishing.

Instituto de la Ciudad. (2021). Plan de Uso y Gestión del Suelo 2021-2033 del Distrito Metropolitano de Quito. Experiencia Técnica y Mecanismos de Participación. Quito.

IPCC. (2014). Cambio Climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Ginebra: Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, .

IPCC. (2015). Cambio Climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas, resumen técnico y preguntas frecuentes. Suiza: Thomas F. Stoker, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Melinda M.B. Tignor, Simon K. Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex, Pauline M. Midgley.

Juan Pablo II, P. (1991). Carta encíclica Centesimus annus.

- Lampis, A. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición. Cuadernos de Geografía, 17-33.
- Larraín, P., & Simpson Housley, P. (1994). Percepción y prevención de catástrofes naturales en Chile. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Masa, G. (2021, Noviembre 10). Entrevista a la Unidad de Riesgos y Seguridad. (I. Flores, Interviewer)
- MINAE-SINAC-GIZ. (2021). Cuneta verde. Guía y catálogo de soluciones basadas en la naturaleza.
- MINAE-SINAC-GIZ. (2021). Jardín de Lluvia. Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Quito.
- Morgenstern , N. (2018). Toward landslide risk assessment in practice. Landslide risk assessment, 15-23.
- Morgenstern, N. R. (2018). Toward landslide risk assessment in practice. In Landslide risk assessment (pp. 15-23). Routledge.
- Moscoso Rosero, R. (2013). Dinámicas Socio-Espaciales Urbanas. Una exploración desde las lotizaciones irregulares de Quito, negociantes de la pobreza. Quito: Cuadernos de Vivienda y Urbanismo.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2021). Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito. Quito.
- Oliva González, A. O., & Gallardo Amaya, R. J. (2018). Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México. Tecnura, 22(55).
- PNUMA. (2021). Soluciones basadas en la Naturaleza para ciudades de América Latina y el Caribe - Guía Metodológica. Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe.

- Quito Distrito Metropolitano de Quito. Secretaria de Ambiente. (2009). 10 Acciones de Quito Frente al Cambio Climático. uito.
- Rey Mellado, R., Del Pozo Sánchez, C., & Franchini Alonso, M. (2021). Soluciones basadas en la naturaleza: estrategias urbanas para la adaptación al cambio climático. *Hábitat y Sociedad*, 243-262.
- Road, S. f. (n.d.). Cuneta con dique. Tipos de cunetas verdes. SuD Sostenible, Scotland.
- Rueda-Palenzuela, S. (2019). El Urbanismo Ecosistémico. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 723-752.
- Salmon, N. (2022, diciembre 7). Presentación de la propuesta de la aplicación de SbNs en lotes privados en el barrio San Enrique de Velasco. (I. Flores, Interviewer)
- Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito y C40. (2020). Análisis de Riesgos Climáticos. Plan de Acción Climática. Distrito Metropolitano de Quito. Quito: Distrito Metropolitano de Quito.
- Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito y C40. (2020). Plan de Acción de Cambio Climático de Quito 2020. DMQ Neutralidad Climática. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Secretaría Técnica Planifica Ecuador. (2020). Examen Nacional Voluntario Ecuador 2020. Quito: 2020.
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2013, Enero). Gestión de Riesgos. Retrieved from Modelo Integral de Gestión de Riesgos: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/situacion-actual/>
- UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. (2020). Estandar Global de la UICN para Soluciones Basadas en la Naturaleza. Un marco sencillo para la verificación, el diseño y la extensión de SbN. Suiza: UICN.
- Velarde Herz, F. (2017). El espacio público en la ciudad popular: la vida entre laderas. *Bulletin de l'Institut Francais d'Etudes Andines*, 471-488.
- Yacuzzi, E. (2005). El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación. Serie Documentos de

Trabajo, 31.

Yépez, G. (2022, noviembre 11). Entrevista a Yes Innovación. (I. Flores, Interviewer)

Yépez, G. (2022, diciembre 7). Presentación de la propuesta de la aplicación de SbNs en lotes privados en el barrio San Enrique de Velasco. (I. Flores, Interviewer)

Zucchetti, A., Hartmann, N., Alcántara, T., Gonzáles, P., Cánepa, M., & Gutierrez, C. (2020). Infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático. Prácticas inspiradoras en ciudades de Perú, Chile y Argentina. Plataforma MiCiudad, Red AdaptChile y ClikHub.

Anexos

Anexos 1: Tabla de referentes de SbN en Latinoamérica y otros países enfocados a mitigar los efectos ocasionados por lluvias intensas.

PAÍSES DE AL								
No.	País	Ubicación	Proyecto	Amenaza	Solución	Enlace de Búsqueda	Resultado	Autor
1	Argentina	Buenos Aires	Barrera Verde en la Escuela Primaria Común No.3	Contaminación	Barrera Verde Sostenible	http://bit.ly/3gZC7tv	Mejoramiento del aire.	Unidad de Proyectos especiales
		Santa Fe	Uniendo soluciones estructurales y no estructurales para enfrentar las inundaciones	Ciudad asentada sobre valles de inundación, daños y pérdidas humanas	Cintas verdes en aceras, retardadores pluviales,	https://bit.ly/3UpTVfQ	Aumento en el poder de absorción del agua lluvia, disminución en los eventos de inundación.	ClikHub
		Buenos Aires	Aumento de superficies verdes y disminución de las inundaciones	Aumento de temperaturas y de precipitación	Introducción de suelos permeables, taludes de césped, extensión de parques, terrazas verdes, bulevares retardadores de excedentes de agua	https://bit.ly/3UpTVfQ	Disminuir el efecto de isla de calor, aumentar el poder de absorción del agua lluvia, disminuir las inundaciones.	
2	Chile	Región del Bío Bío	La Ruta del Agua	Riesgo de inundación, escasez hídrica y degradación ambiental.	Identificación prioritaria de intervención y recuperación por parte de la comunidad, implementación de humedales,	https://bit.ly/3UpTVfQ	Mantener los reservorios de agua dulce en el casco urbano.	ClikHub
3	Colombia	Medellín	Proyecto Soluciones basadas en la naturaleza	Altos niveles de escorrentía	Controlar los procesos erosivos en sitios priorizados del valle de Aburrá, mediante soluciones amigables con el ambiente como trinchos, cunetas, obras de drenaje.	http://bit.ly/3NCypT7	Fortalecimiento social y mitigación de los riesgos en escenarios de riesgo.	Corporación Parque Arví - Municipalidad
			Miradas Quebradas - Valle de Aburrá	La desconexión y descuido entre la relación del relieve y el sistema hídrico.	Quebradas como ejes estructurantes del paisaje - corredores naturales y corredores de biodiversidad	Libro: Naturaleza Urbana - plataforma de experiencias	Utilizar a las quebradas como estructurantes del paisaje en la planificación urbana, mayor valoración del componente natural.	URBAM - Instituto Humboldt

			Medellín Green Corridors	Temperaturas altas, islas de calor urbano	Reducir las temperaturas a través de parques y corredores urbanos,	http://bit.ly/3DHkXIT	Reducción del impacto de las islas de calor	Municipalidad
4	Costa Rica	Colón	Parque Urbano del Río Pacacua	Contaminación del agua de río	Biojardines para el tratamiento de aguas, diques y lagunas	http://bit.ly/3E7z77N	Limpieza paulatina de los ríos urbanos de Colón.	Municipalidad de Mora y el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos MIVAH.
		Curridabat	Jardín de lluvia	Incremento en las precipitaciones	Jardín de lluvia para la disminución del caudal del curso de agua, reducir la escorrentía y la erosión.	https://bit.ly/3FUJcWZ	Moderación de fenómenos extremos en el área.	Biodiver_City
		Heredia	Cuneta verde en Rutas Naturales	Altos niveles de escorrentía	Cunetas verdes para reducir, y almacenar el caudal del agua lluvia	https://bit.ly/3t4zMAh	Reducción de la velocidad y el volumen del caudal pico de la escorrentía.	
		Guanacaste	Siembra y Cosecha de agua	Eventos extremos de escasez de agua	Reservorios o Cochas de recolección de agua	https://bit.ly/3WAKzQp	Incrementar la disponibilidad de agua,	Euroclima
5	Ecuador	Quito	Modelo de crecimiento urbano sostenible en el barrio San Enrique de Velasco	Altos niveles de degradación ambiental	Sistemas de drenaje Urbano Sostenible	https://bit.ly/3E52IOR	Acción participativa de la comunidad en técnicas de recolección temporal de agua.	CLEVERCities
6	Honduras	Olancho	Enfoques de manejo sostenible de la tierra	Altos niveles de deforestación, degradación y erosión del suelo, aumento de riesgo de deslizamientos.	Gestión sostenible de la tierra a través de drenajes de fajas y estabilización de taludes	http://bit.ly/3NcQzPp	Reducción sostenible del riesgo de deslizamientos de tierra y contribuciones a la seguridad alimentaria, mejora de la salud y empoderamiento de la comunidad.	Cruz Roja y Media Luna Roja
	Perú	Ayacucho	Siembra y Cosecha de agua	Eventos extremos de escasez de agua	Reservorios - Infraestructura verde	https://bit.ly/3WAKzQp	Incrementar la disponibilidad de agua,	Asociación Bartolomé Aripaylla
			Arborización Urbana y Periurbana de Huamanga	Alta radiación solar, precipitaciones intensas y escasez de agua	Plan de arborización, recuperación de áreas verdes, arborización en laderas con arbustos	https://bit.ly/3UpTVfQ	Recuperación de 2,000 m2 de áreas degradadas.	
		Independencia	Cinturón Verde de Independencia	Poblado asentado sobre zona de alto riesgo	Cinturón verde, con un sistema de riesgo a través de la captación del recurso hídrico	https://bit.ly/3UpTVfQ	Sistema de riego que permite mantener las plantaciones.	ClikHub
		Jauja	Jauja Verde	Incremento de episodios de sequías y de lluvias excesivas	Recolección de aguas lluvias en un tanque de almacenamiento	https://bit.ly/3UpTVfQ	Flujo constante de agua para la población.	

No.	País	Ubicación	Proyecto	Amenaza	Solución	Enlace de Búsqueda	Resultado	Autor
8	Venezuela	Casiquiare - Río Negro	Desarrollo de medidas basadas en la naturaleza para minimizar el efecto de las inundaciones y recuperación de ecosistemas terrestres en la cuenca del Casiquiare	Degradación de suelos	Medidas basadas en la naturaleza como foco de protección sobre los efectos de la degradación de suelos en los eventos hidroclimáticos extremos.	https://bit.ly/3FRbmSI	Restauración del suelo, impulso de las potencialidades productivas.	OTCA
OTROS PAÍSES								
1	Turquía	Esmirna	Zanjas con hierba y Estanques Retenedores de Agua	Controlar el agua de las lluvias excesivas en aguas superficiales	Zanjas Verdes y estanques retenedores de Agua	http://bit.ly/3UvRKHC	Atenuar el volumen de escorrentía de aguas superficiales y mejorar la calidad del agua.	Urban GreenUp
	España	Valladolid	Jardines de lluvia	Altos niveles de escorrentía	Cuenca poco profunda de bioretención	http://bit.ly/3FOTvHy	Recolecta, almacena y filtra la escorrentía de agua.	Urban GreenUp
			Pavimentos Verdes		Pavimentos de estacionamiento ecológico	http://bit.ly/3fAAJqS	Mayor infiltración de agua.	
			Parque Inundable	Inundaciones	Parque Inundable como retenedor de agua	http://bit.ly/3t0shdR	Controlar el caudal y disminuir los picos altos recolectando el agua y liberándola de forma controlada una vez que el riesgo ha pasado.	
		Madrid	Cubierta Supermercado Mercadona	Inundaciones en eventos de fuertes lluvias	Cubierta verde para recolección de aguas lluvias	https://bit.ly/3UwX6IQ	Recolección de las aguas lluvias.	Mercadona S.A.
			Zanjas de Infiltración en la Atalayuela	Inundaciones	Pozos y Zanjas de Infiltración	https://bit.ly/3UwX6IQ	Almacenamiento temporal de escorrentía.	Ayuntamiento de Madrid
			Dren filtrante en Madrid Río	Altos niveles de escorrentía	Dren filtrante para filtración de escorrentía	https://bit.ly/3UwX6IQ	Filtración de escorrentía hacia una capa interior de almacenamiento temporal.	
			Aparcamiento de hormigón Poroso en el Estadio del Atlético de Madrid	Inundaciones en eventos de fuertes lluvias	Pavimentos Permeables	https://bit.ly/3UwX6IQ	Filtración de escorrentía hacia una capa interior de almacenamiento temporal.	

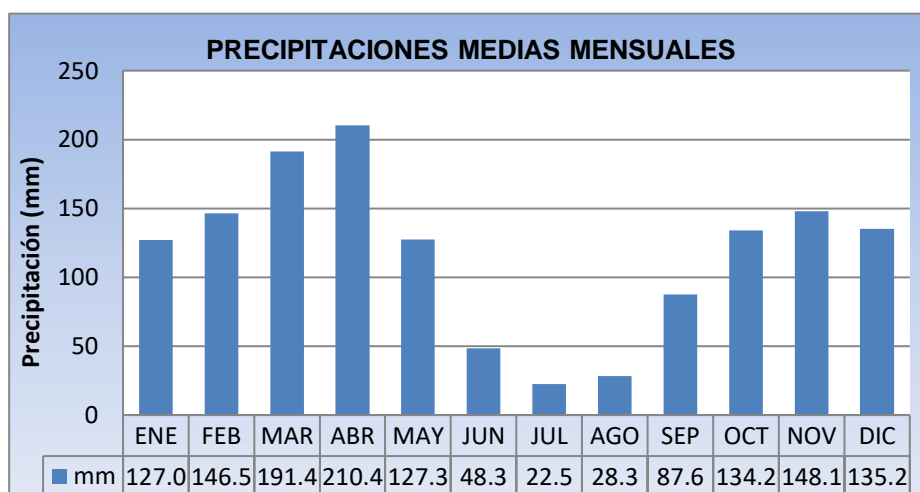
			Jardín de lluvia en la C	Altos niveles de escorrentía	Parterres Inundables	https://bit.ly/3UwX6lQ	Almacenamiento temporal de escorrentía.	
		Alicante	Parque Inundable El Marjal	Inundaciones en eventos de fuertes lluvias	Parque Inundable como retenedor de agua	https://bit.ly/3fl6HaL	Disminución de los eventos de inundación.	Ayuntamiento de Alicante/Agua de Alicante
		Valencia	Cuneta vegetada en la Ronda Norte de Xátiva	Altos niveles de escorrentía	Cunetas Vegetales como captación y transporte de escorrentía	https://bit.ly/3UwX6lQ	Captación, tratamiento y transporte de escorrentía, evitando la erosión del cauce.	Green Blue management
			Aljibe en el Colegio Público Gozalbes Vera		Aljibes - Infraestructura verde	https://bit.ly/3UwX6lQ	Recolección del agua lluvia y reducción en el consumo de agua.	
		Barcelona	Alcorque estructural en el barrio de Bon Pastor	Altos niveles de escorrentía	Alcorques estructurales o de infiltración	https://bit.ly/3UwX6lQ	Retenedor temporal de escorrentía.	Instituto Municipal de Urbanismo
Inglaterra	Liverpool	Inundaciones	Espuma		Siembra / Cultivos con zanjas retenedoras de agua	http://bit.ly/3TabvUd	Gestionar los volúmenes de escorrentía y caudales.	Urban GreenUp
			Silvicultura de Captación Urbana		Árboles Urbanos, preservación de bosques y vegetación natural	http://bit.ly/3t0xYZI	Aumentar el uso de árboles en los sistemas de drenajes de aguas.	
			Drenaje Duro - Prevención de Inundaciones		Construcción de presas para controlar la cantidad de descarga de agua y liberarla de manera controlada	http://bit.ly/3UmUfME	Reducción del riesgo de inundación pluvial en zonas urbanas y mejoramiento de la calidad del agua.	
			Pavimentos de Drenaje Duro		Pavimentos Verdes o Porosos	http://bit.ly/3NLuHqk	Mayor infiltración de lluvia y agua de la superficie. Reducción de la escorrentía y el estancamiento del agua.	

Los proyectos subrayados son proyectos que tienen características adaptables a zonas en pendientes y que han sido desarrolladas para contrarrestar los efectos ocasionados por lluvias intensas,

Anexos 2: Matriz reflexiva de valoración de los proyectos seleccionados.

Proyectos	Aspectos de Valoración					Valor Total
	Intervención de la Comunidad	Fácil Aplicación	Protección Contra Inundaciones	Económicamente viable	Resultados Positivos	
Uniendo soluciones estructurales y no estructurales para enfrentar las inundaciones	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■□□	●○○	7
Aumento de superficies verdes y disminución de las inundaciones	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■□□	●○○	6
Proyecto Soluciones basadas en la naturaleza	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■■□	●○○	10
Jardín de Lluvia	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■■□	●○○	9
Cuneta verde en Rutas Naturales	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■■□	●○○	11
Enfoques de manejo sostenible de la tierra	▲▲▲	◆◆◆	●●●	■■□	●●○	14
Zanjas con hierba y Estanques Retenedores de Agua	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■■□	●●○	11
Zanjas de Infiltración en la Atalayuela	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■□□	●○○	6
Dren filtrante en Madrid Río	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■□□	●○○	6
Aparcamiento de Hormigón Poroso en el Estadio del Atlético de Madrid	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■□□	●○○	5
Jardín de lluvia en la C	▲▲▲	◆◆◆	●●○	■■□	●○○	8
Cuneta vegetada en la Ronda Norte de Xátiva	▲▲▲	◆◆◆	●●●	■■□	●○○	10
Aljibe en el Colegio Público Gozalbes Vera	▲▲▲	◆◆◆	●●○	□□□	●○○	4
Alcorque estructural en el barrio de Bon Pastor	▲▲▲	◆◆◆	●●○	□□□	●○○	4
Espuma	▲▲▲	◆◆◆	●●●	■□□	●●○	8
Silvicultura de Captación Urbana	▲▲▲	◆◆◆	●●●	■■□	●○○	10

Anexos 3: Precipitaciones medias mensuales de la estación M357 proporcionadas por el ARCA.



Anexos 4: Estándares de sostenibilidad urbanos.

ESTÁNDAR	ESCALA PEQUEÑA		ESCALA MEDIA		ESCALA GRANDE		ESCALA EXTRA GRANDE		
	E.M.	P	E.M.	P	E.M.	P	E.M.	P	
	Agua								
1	Zanjas de Infiltración	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
2	Porcentaje de área permeable de recarga al subsuelo	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
3	Porcentaje de agua lluvia retenida	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Reutilización de agua lluvia	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Eficiencia y buenas prácticas en el consumo de agua	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	Reutilización y tratamiento de aguas grises y negras	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Energía									
7	Eficiencia en el consumo de energía	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	Generación de energía in-situ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	Espacios para comercio y servicios en planta a nivel de acera	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	Diversidad de Usos	-	-	-	✓	-	✓	-	✓
11	Estacionamiento de bicicletas	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	Reducción del número de estacionamientos	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
Aportes Paisajísticos, ambientales y tecnológicos									
13	Materiales sostenibles	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
14	Estructura	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	Gestión integral de residuos	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	Planes de Mantenimiento	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-
17	Cobertura vegetal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	Aporte a los espacios públicos de recreación	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
Diseño Bioclimático y Confort Ambiental									
19	Reflectancia y absortancia	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
20	Confort térmico	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
21	Confort lumínico	-	-	-	✓	-	✓	-	✓

Anexos 5: Presentación del trabajo de titulación al grupo de CLEVERCities Quito.

