



Los lectores pueden reproducir este documento de investigación siempre que se cite la fuente de la siguiente manera:

**Borja, B Pedro, J. (2022). Diseño de un edificio multifamiliar de uso mixto, con la aplicación de sistemas sostenibles de eficiencia hídrica en el sector de San Patricio, Quito 2021. - Pichincha, Quito. Universidad tecnológica Indoamérica.**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA, ARTES Y DISEÑO  
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR  
DE USO MIXTO, CON LA APLICACIÓN DE SISTEMAS SOSTENIBLES  
DE EFICIENCIA HIDRICA EN EL SECTOR DE SAN PATRICIO, QUITO 2021**

Trabajo de previo a la obtención del título de Arquitecto

Autor(a)

Pedro Joaquín Borja Balseca

Tutor(a)

Arq: Marcelo Villacis Ormaza

QUITO – ECUADOR

2022

## **AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, BORJA BALSECA PEDRO JOAQUÍN, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre "DISEÑO DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE USO MIXTO, CON LA APLICACIÓN DE SISTEMAS SOSTENIBLES DE EFICIENCIA HIDRICA EN EL SECTOR DE SAN PATRICIO, QUITO 2021" - como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Insitucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 15 días del mes de Diciembre de 2021, firmo conforme:



.....  
BORJA BALSECA PEDRO JOAQUÍN  
C.I. 1722371497

Dirección: Quito, Ecuador, Matriz, Sabanilla.

Correo Electrónico: borjapedro@indoamerica.edu.ec

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito 12 de Diciembre de 2021.



.....  
PEDRO JOAQUÍN BORJA BALSECA  
C.I. 1722371497

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “DISEÑO DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE USO MIXTO, CON LA APLICACIÓN DE SISTEMAS SOSTENIBLES DE EFICIENCIA HIDRICA EN EL SECTOR DE SAN PATRICIO, QUITO 2021” presentado por PEDRO JOAQUÍN BORJA BALSECA para optar por el Título de Arquitecto., CERTIFICO Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe

Quito , 15 de Diciembre de 2021.

.....  
VILLACIS ORMAZA RAUL MARCELO  
C.I. 1312200106

## APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DISEÑO DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE USO MIXTO, CON LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE EFICIENCIA HIDRICA EN EL SECTOR DE SAN PATRICIO, QUITO 2021" previo a la obtención del Título de Arquitecto , reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de integración curricular.

Quito, 15 de Diciembre de 2021.

.....  
Arq. Zumarraga Salgado María Daniela  
C.I. 1716076854

.....  
Arq. Bernal Turiño Frank Ylihe  
C.I. 1756895171

.....  
Arq. Villacis Ormaza Raul Marcelo  
C.I. 1312200106

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi madre María Rosa, mi padre Mauricio, mi abuelo Gusti, mi abuela Gaya, mi tía Mylai y Maju, pilares fundamentales en mi vida, maestros del tiempo y esencia, resaltando siempre con amor el haber acompañado mis procesos, tiempos y sobre todo espacios, hoy son parte fundamental del gran salto a la vida profesional, pero siempre son parte de mí y de lo que soy.

## **AGRADECIMIENTO**

Primordialmente un agradecimiento a la vida por permitirme el privilegio de estudiar, el privilegio de elegir y amar lo que hago. Un agradecimiento eterno a mis abuelos Gaya y Gusti por financiar económicamente mi educación, a mi madre por su paciencia, inteligencia y ayuda, a Myli y Maju por la compañía en gestión de actividades, al profe Marcelo por inculcar sabiduría que permanecerá en el tiempo y permitirá hacer del mundo un lugar más verde y justo.

## RESUMEN EJECUTIVO

El calentamiento global y los patrones sociales de consumo desmesurado, han generado una crisis ambiental que afecta directamente a las ciudades y su forma de habitarlas, siendo la arquitectura una pieza fundamental de la conformación urbana, esta se ve en la necesidad de migrar hacia procesos sostenibles. Este trabajo busca responder a la problemática medioambiental del agua demostrando como la implementación de sistemas de eficiencia hídrica en el diseño arquitectónico repercuten en el impacto ambiental positivo de la edificación y su entorno. Para ello, se diseñó un proyecto base y posteriormente se realizó la comparación cuantitativa entre el modelo inicial y el mismo proyecto luego de la aplicación de estrategias de eficiencia hídrica, utilizando los sistemas de evaluación proporcionados por dos organizaciones certificadoras de estándares internacionales de sostenibilidad como son Living Building Challenge y EDGE. Se propone llegar a un proyecto que más allá de ser poco lesivo para el ambiente, a través de la sostenibilidad, transite hacia una propuesta de intervención regenerativa, de manera que el edificio sea hídricamente autosuficiente e incluso genere y comparta un excedente del recurso. Las estrategias sostenibles implementadas son tanto pasivas como activas, enfocadas en la reducción del consumo y la gestión eficiente de los procesos de recolección, potabilización, utilización, tratamiento de aguas grises, reutilización, tratamiento de aguas negras, tratamiento de aguas residuales.

### **DESCRIPTORES:**

Eficiencia hídrica, certificaciones de sostenibilidad, arquitectura regenerativa, Net Zero Building



## **ABSTRACT**

This work pursues responding to the environmental problem of water, by demonstrating how the implementation of water efficiency systems in architectural design impacted on the positive environmental impact of the building and its environment. Therefore, a base project was designed and subsequently a quantitative comparison was made between the initial model and the same project after the application of water efficiency strategies, using the evaluation systems provided by two certifying organizations of international sustainability standards such as Living Building Challenge and EDGE.

## **KEYWORDS:**

Water efficiency, sustainability certifications, regenerative architecture, Net Zero Building.



# INDICE CONTENIDOS

## CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

### 1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Problema General

1.1.2. Problema desde lo específico

1.1.3 Justificación

### 1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

1.2.2 Objetivos Específicos

### 1.3 Fundamentación Teórica

1.3.1 Abances de impacto ambiental positivo

1.3.2 Eficiencia hídrica

1.3.3 Net Zero Building

1.3.4 Programas de certificación de impacto ambiental positivo y sostenibilidad

1.3.5 Estrategias activas y pasivas

1.3.6 Estrategias de eficiencia hídrica.

1.3.6.1 Recolección de agua de lluvia en cubiertas y fachadas

1.3.6.2 Instalación de planta de tratamiento potabilizadora

1.3.6.3 Uso de equipos sanitarios eficientes

1.3.6.4 Uso de aireadores de grifería

1.3.6.5 Uso de cabezales de ducha eficientes

1.3.6.6 Uso de electrodomésticos eficientes

1.3.6.7 Recirculación de aguas grises con tratamiento.

1.3.6.8 Uso de biodigestor  
de doble etapa para  
tratamiento de aguas negras

1.3.6.9 Depuración de aguas residuales en un humedal artificial

1.3.6.10 Uso de canal de riego

## **CAPÍTULO 2 DIAGNÓSTICO**

### **2.1. Información general**

2.1.1 Línea de investigación

2.2 Introducción a la Metodología

2.3. Análisis de referentes

### **2.4. Análisis de sitio**

2.4.1. Aproximación de escalas urbanas

2.4.2 San Patricio (escala micro)

2.4.3. Proyecto urbano arquitectónico

## **CAPÍTULO 3 PROYECTO**

### **3.1 Edificación elegida**

### **3.2 Cálculos de demanda hídrica**

3.2.1. Cálculo de capacidad de carga de

3.2.2. Cálculo del consumo de agua

Aplicación de estrategias pasivas y activas

3.4 Resultados de la aplicación de las estrategias activas y pasivas

3.5 Resultados generales

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

# CAPITULO 1

## ANTECEDENTES

## Conocimiento previo

### 1.1 Planteamiento del problema.

#### 1.1.1-Problema General

Efectos del cambio climático, contaminación del agua, escasez y su impacto directo con el tratamiento y gestión responsable del agua.

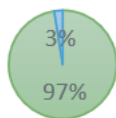
#### 1.1.2- Problema desde lo específico

El aumento significativo de la demanda de energía y recursos naturales en el mundo ha conducido a amplios debates, encuentros, planes y posturas sobre la necesidad urgente de un cambio sistemático en el manejo y distribución de recursos a nivel global. Según Newman (2009) las grandes ciudades concentran el consumo de 2/3 de la energía y recursos mundiales, a la vez que las bases de datos de Hábitat y el Banco Mundial estiman que para el 2050 la población urbana podría ubicarse entre un 64% y 70% de la población mundial, existiendo una presión importante sobre los recursos. La demanda del agua dulce no es la excepción a la problemática, por su inherencia al crecimiento poblacional

y al aumento de los patrones de consumo del ser humano relacionados a la economía y acumulación del capital (Delgado, 2015). El estimado de la disponibilidad de agua mundial en promedio anual es de 1 386 billones de hectómetros cúbicos (hm<sup>3</sup>) de la cual 2.5% es decir 35 billones (hm<sup>3</sup>) son agua dulce y de esta el 70% no está disponible por encontrarse en glaciares, nieve, hielo y solamente 0.14 billones (hm<sup>3</sup>) se encuentra en lagos, ríos, aire, humedales y plantas (Sistema Nacional de información del Agua [SINA], 2021, p. 1). Hablamos entonces de que el agua es un recurso limitado.

Figura 1.1  
Gráfico de agua disponible en el mundo

## Agua disponible



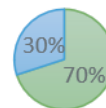
■ Salada ■ Dulce

Fuentes: Elaboración propia con datos del Sistema Nacional de información del agua [app], 2021.p.1

Por otra parte, García (2010) señala que el desarrollo de la sociedad actual ha provocado que los recursos hídricos se encuentren parcial o totalmente contaminados en algunas zonas y por lo tanto existe necesidad de crear nuevos métodos de depuración y limpieza de la misma. La contaminación de las aguas tiene origen natural u origen antrópico, este último relacionado a la actividad del ser humano considerándose el más lesivo. Dentro de las principales causas de contaminación antrópica encontramos: vertidos de aguas residuales urbanas, vertidos de explotación agraria (contaminación por fertilizantes y químicos utilizados en la agroindustria

Figura 1.2  
Gráfico de agua dulce disponible en el mundo

## Agua Dulce Disponible



■ No disponible ■ Disponible

Fuentes: Elaboración propia con datos del Sistema Nacional de información del agua [app], 2021.p.1

y ganadería), vertidos industriales de residuos químicos y contaminación por metales pesados de la minería y residuos petrolíferos. Mientras tanto, la ONU en la resolución A/RES7647292 del 2010, reconoce que: “El derecho al agua potable y saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos” sin embargo, en contraste, el Banco Mundial (2020) señala que 2200 millones de personas en el mundo no tienen acceso al agua potable, 4200 millones no cuentan con saneamientos seguros y 3000 millones carecen de instalaciones para lavarse las manos, por lo tanto es un derecho que se encuentra restringido.

En cuanto a la accesibilidad en esta región, según lo dicho por Pochat, (2018) en el Foro Mundial del Agua, Latinoamérica goza de una disponibilidad hídrica equivalente al 28% de los recursos hídricos renovables del mundo. Como fuentes hídricas principales encontramos al Río Amazonas, Río de la Plata, el Acuífero Guaraní y el Lago Titicaca. A pesar de ser uno de los territorios con mayor cantidad de agua en relación a su población, existen deficiencias en la provisión de sistemas de agua y saneamientos seguros (Fernández 2018), para constatar esta cifra Rozas (2011) indica que 40,3 millones de personas en América Latina y el Caribe no tienen acceso a servicios de agua potable y 52 millones de personas se abastecen con sistemas que representan un daño significativo a la salud.

Latinoamérica tiene como característica demográfica el desplazamiento rural hacia las ciudades, lo cual permite evidenciar que el proceso urbano latinoamericano no es la excepción al crecimiento poblacional

urbano mundial y por lo tanto la acumulación y demanda de recursos energéticos e hídricos se encuentra relacionado a los procesos de urbanización. Fernández (2018) indica también que en Latinoamérica el 75% del agua se destina para el sector agropecuario seguido por el uso doméstico e industrial coincidiendo con la estadística de consumo de agua mundial.

La contaminación ambiental en Latinoamérica es consustancial a las actividades económicas que se realizan en sus territorios, dentro de las principales encontramos a la agricultura y ganadería, la extracción petrolera, la extracción minera, industria maderera, industria inmobiliaria e infraestructura. Todas estas actividades están relacionadas al modelo económico neoliberal capitalista, el cual Svampa (2012) critica por tener una idea de desarrollo con poca viabilidad ambiental por patrones de consumo insostenibles.



Ecuador corresponde a la realidad latinoamericana, excepto en que tiene la gran ventaja de disponer de 22 500 m<sup>3</sup>/hab/año lo cual supera en 1000 m<sup>3</sup>/hab/año a lo recomendado por la OMS, señala Baque (2016). Sin embargo, INEC (2019) muestra que el 72.1% de la población del Ecuador realiza una mala práctica de consumo y ahorro de agua, mientras el 30% no tiene acceso a agua segura. Así mismo, García (2010) señala que las actividades económicas del Ecuador están estrictamente relacionadas al problema de contaminación de su agua, la industria -petrolera y minera- ha sido protagonista de grandes desastres climáticos relacionados a la contaminación de fuentes hídricas; de igual manera la agricultura y sus desechos sigue siendo parte del problema al ser la principal actividad consumidora de agua con malas prácticas de uso. La población en las ciudades va en aumento junto con la necesidad y demanda de agua, Quito no es la excepción, según EPMAPS (2011) se proyecta que para el año 2050

contará con una población de 4,227,304 lo que provoca la búsqueda inmediata de satisfacer la demanda de agua a largo plazo mediante la modernización de los sistemas hídricos actuales. Actualmente el Distrito Metropolitano de Quito cuenta con una capacidad instalada de producción de agua potable de 9,467 L/S mientras que la demanda se encuentra en 9,040 L/S lo que indica que la capacidad de oferta supera a la demanda, pero esto será por poco tiempo.

Las principales actividades de utilización de agua en el DMQ están relacionadas a: riego, uso hidroeléctrico, uso doméstico de agua potable, uso industrial y comercial. Las principales amenazas en la gestión y utilización del agua son: la expansión urbana, sobreexplotación de fuentes hídricas cercanas, desemboque de aguas negras en ríos de la ciudad, poca infraestructura en tratamiento de aguas servidas, desechos industriales en las fuentes hídricas y los malos hábitos por parte del usuario pues, EPMAPS (2011) constata que

en Quito cada ciudadano consume alrededor de 180 a 200 litros de agua en sus actividades diarias, superando en 100% la media recomendada por la OMS de 100 litros por habitante.

### **1.1.3- Justificación**

La pieza arquitectónica es parte fundamental del conjunto urbano, al ser la ciudad el punto más conflictivo del cambio climático, el elemento arquitectónico es protagonista y debería tener el deber de manejar los efectos climáticos en su entorno. Rosales (2016) señala que arquitectos y constructores son responsables del equilibrio del ámbito natural; el quehacer arquitectónico debe tener sus pilares en la ética y los valores de preservación ambiental. En este sentido, la arquitectura está estrictamente relacionada al uso del agua, desde el proceso constructivo hasta la proyección del uso del recurso a largo plazo dentro de las construcciones, es por esto que existe una relación fundamental entre la arquitectura y gestionar de una forma consciente, sensible y sostenible el recurso hídrico para mitigar los efectos del cambio climático

en las ciudades modernas. En este sentido, realizar un cambio en la forma en la que se habita, gestiona y construye las ciudades es uno de los caminos para lograr resultados positivos en cuanto a lo climático y sus efectos en el mundo.

En la actualidad son fundamentales las organizaciones dedicadas a la preservación, cuidado de los recursos y mitigación de los efectos del cambio climático a través de la construcción y arquitectura existiendo certificaciones como Living Building Challenge y EDGE que posibilitan y señalan estrategias de arquitectura que reduce la huella de carbono y sus efectos negativos en el entorno. El papel de este proyecto de investigación es demostrar la posibilidad de generar estrategias viables para un buen manejo y gestión del agua, apegándose a estos sistemas de certificación en gestión hídrica, reduciendo así la problemática relacionada a la mala práctica y utilización de agua en la arquitectura e incluso proponiendo una visión de la arquitectura como solución a los problemas ambientales.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Aplicar estrategias de eficiencia hídrica y tratamiento de aguas residuales en el diseño de un edificio de uso mixto.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Definir la demanda hídrica de un edificio bajo términos de sostenibilidad y desarrollo positivo.
- Demostrar la reducción energética y eficiencia en los sistemas de agua mediante la comparación cuantitativa entre el proyecto base y los resultados de las estrategias hídricas aplicadas.

## 1.3 Fundamentación teórica

### 1.3.1 Alcances de impacto ambiental positivo.

Todo el trabajo se enmarca, teóricamente, en la búsqueda del impacto ambiental positivo de la arquitectura, concebido dentro de una escala progresiva de buenas prácticas ambientales en el proceso arquitectónico, que van de lo menos lesivo al ambiente a la posibilidad de efectuar un desarrollo ambiental, siendo la categoría más avanzada aquellas prácticas que posibilitan la regeneración del ambiente.

Según La Roche (2005), podemos identificar varios niveles de relación entre impacto ambiental y proyectos constructivos:

- 1.Práctica convencional sin cuidado ambiental.
- 2.Construcción reconciliatoria, incorpora elementos naturales
- 3.Construcción verde, toma en cuenta algunos aspectos para no contaminar.
- 4.Construcción sostenible, trata de causar el menor impacto.

5.*Construcción restaurativa, repara daños ambientales.*

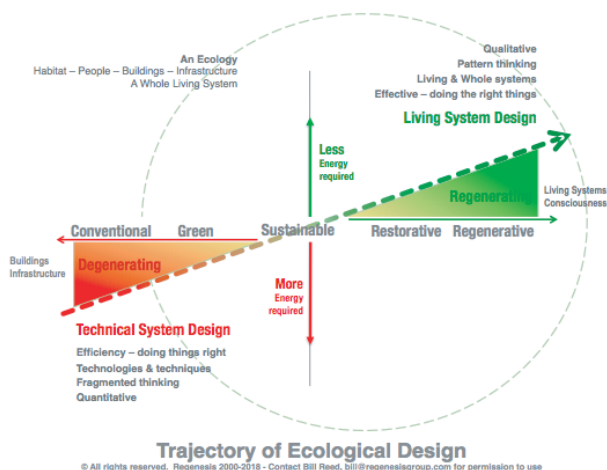
6.*Construcción regenerativa, puede renovar los sistemas ambientales deteriorados, creando un entorno mejor que el inicial. El proyecto busca ubicarse en el sexto estándar que implica llegar al más alto nivel de desarrollo ambiental positivo.*

*Para Bill Reed (2007) el teórico más reconocido sobre las prácticas regenerativas en la arquitectura:*

*“La sostenibilidad, tal como se practica actualmente en el entorno construido, es principalmente un ejercicio de eficiencia. En otras palabras, el uso de los sistemas de calificación ambiental y otros mecanismos permite reducir los daños causados por el uso excesivo de recursos. Sin embargo, en lugar de hacer menos daño al medio ambiente, es necesario aprender cómo se puede participar con el medio ambiente utilizando la salud de los sistemas ecológicos como base para el*

Reed propone un cambio de mentalidad que implica dejar de pensar en fragmentos y pensar en un todo, en un modelo de sistemas interrelacionados y vivos, considera que ese pensamiento es el salto cultural significativo que la sociedad de consumo necesita hacer, siendo que el proceso de diseño comienza intentando comprender cómo funcionan los sistemas de vida en cada lugar único. El potencial del diseño y el papel de los diseñadores es ir más allá de sustentar el medio ambiente a uno que puede regenerar su salud, así como la nuestra.

Figura 1.3  
Trayectoria del diseño ecológico según regeneris



Fuentes: Regeneris y Reeds, B (2016). [Trayectoria of Ecological Design]. Recuperado el 19 de diciembre de 2021, <https://medium.com/@ethansoloviev/regenerative-agriculture-continuum-4346f78dde3e>

Reed propone un cambio de mentalidad que implica dejar de pensar en fragmentos y pensar en un todo, en un modelo de sistemas interrelacionados y vivos, considera que ese pensamiento es el salto cultural significativo que la sociedad de consumo necesita hacer, siendo que el proceso de diseño comienza intentando comprender cómo funcionan los sistemas de vida en cada lugar único. El potencial del diseño y el papel de los diseñadores es ir más allá de sustentar el medio ambiente a uno que puede regenerar su salud, así como la nuestra.

### **1.3.2 Eficiencia hídrica**

Hace referencia a la optimización del uso del agua; así como al buen manejo de métodos enfocados en el impacto ambiental positivo de este recurso. Considera tener un plan de gestión basado en la estimación de la demanda presente y futura; pretende reducir la demanda del suministro de agua potable, así como también reducir los efectos negativos del cambio climático ligados al recurso como la escasez, contaminación y deterioro de calidad.

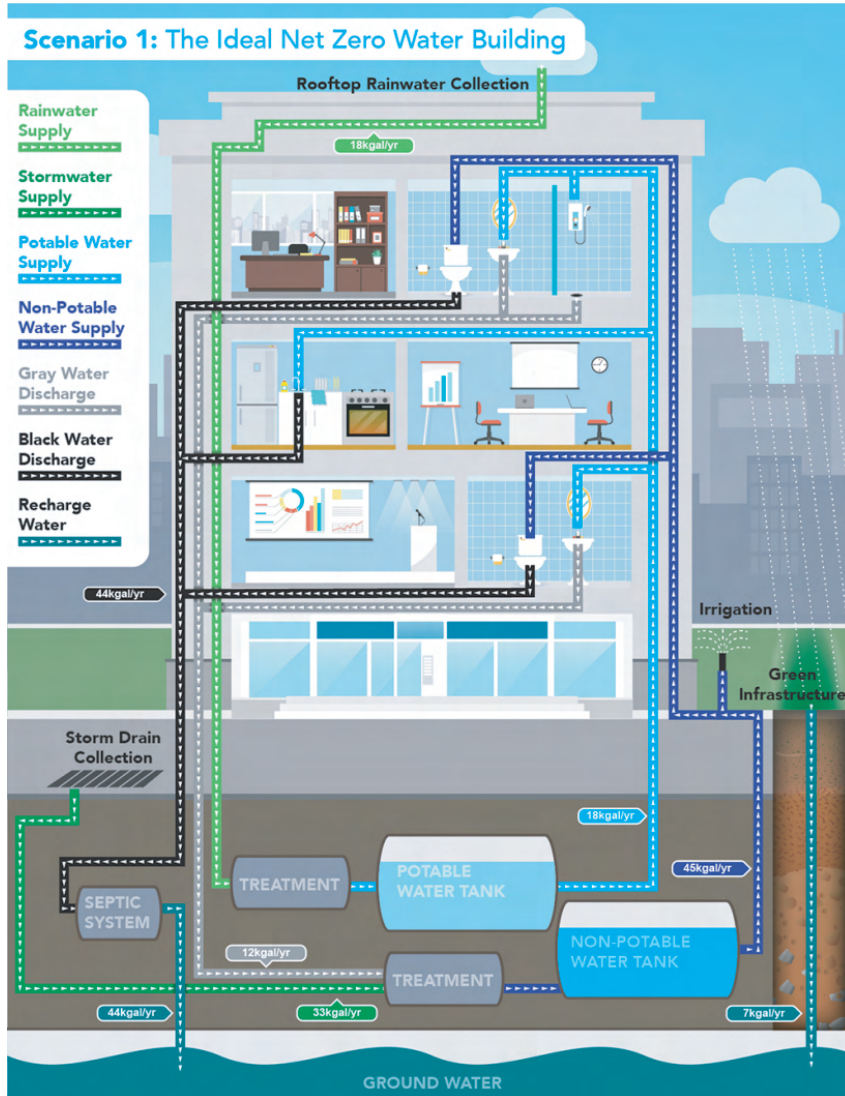
“La crisis global en que está envuelto este vital elemento, se convertirá en uno de los problemas más importante del siglo XXI, en los próximos 20 años el promedio mundial de agua por habitante disminuirá un tercio, agravando la situación en que se encuentran muchos países que ya tienen serias dificultades para un acceso equitativo y un abastecimiento adecuado.” (Manzano, 2013, p.2)

Se considera que un edificio es de energía cero (Zero Energy Buildings - ZEB) cuando su demanda energética se ha reducido tanto

### **1.3.3 Net Zero Building**

que puede ser abastecida en casi su totalidad o en su totalidad por fuentes renovables y tienen un consumo muy bajo o nulo de la energía proveniente de la red externa. Enfocado al recurso hídrico Net Zero plantea la reducción del consumo de agua y resolución de la gestión de desechos mitigando su huella de carbono, algunos siendo autónomos, inclusive podrían producir un excedente de energía, ésta puede volcarse a la red de distribución externa o almacenarse en baterías. Es decir, su balance energético es neutro. Según la entidad Energy Efficiency & Renewable Energy del gobierno de los Estados Unidos, un edificio net zero wáter building o desconectado de la red pública, está diseñado para minimizar el consumo de agua, maximizar los fuentes de agua locales y alternativas a la red municipal, minimizar o tratar la descarga de aguas residuales y devolver el agua al entorno y ciclo natural, se plantea un equilibrio entre la cantidad de agua receptada en el lugar, con la demanda de consumo.

Figura 1.4  
El edificio desconectado de la red pública ideal.



Fuentes: Energy Efficiency y Renewable Energy (EERE). [The Ideal Net Zero Water Building]. Recuperado el 19 de diciembre de 2021, <https://www.energy.gov/eere/femp/scenario-1-ideal-net-zero-water-building>

### 1.3.4 Programas de certificación de impacto ambiental positivo y sostenibilidad

El método comparativo para evaluar la eficiencia de los sistemas y estrategias hídricas aplicadas a al proyecto arquitectónico, toma en cuenta los indicadores desarrollados por los siguientes sistemas de certificación:

1. EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) el cual certifica la construcción sostenible de edificios residenciales y comerciales. Posibilita evaluar los costos para incorporar opciones de ahorro en energía y agua. EDGE fue creado por la Corporación Financiera Internacional (IFC), del Banco Mundial. Certifica a través de un software (EDGE APP) que permite visualizar las medidas prácticas de ahorro de energía y agua que pueden mejorar el rendimiento del edificio y determina su factibilidad económica.

Figura 1.5  
Edge Logo



Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE). LOGO.

Living Building Challenge es el estándar más riguroso del mundo para edificios sostenibles. Yendo más allá que otras certificaciones, los edificios vivos buscan obtener un nivel de energía Net-Zero o Net-Positive, están libres de productos químicos tóxicos y reducen su huella energética muchas veces por debajo de los edificios convencionales. El sistema Living Building Challenge está organizado en siete pétalos o bien áreas de rendimiento: Lugar, Agua, Energía, Salud y Felicidad, Materiales, Equidad y Belleza. Los edificios con la certificación Living Building Challenge se caracterizan por:

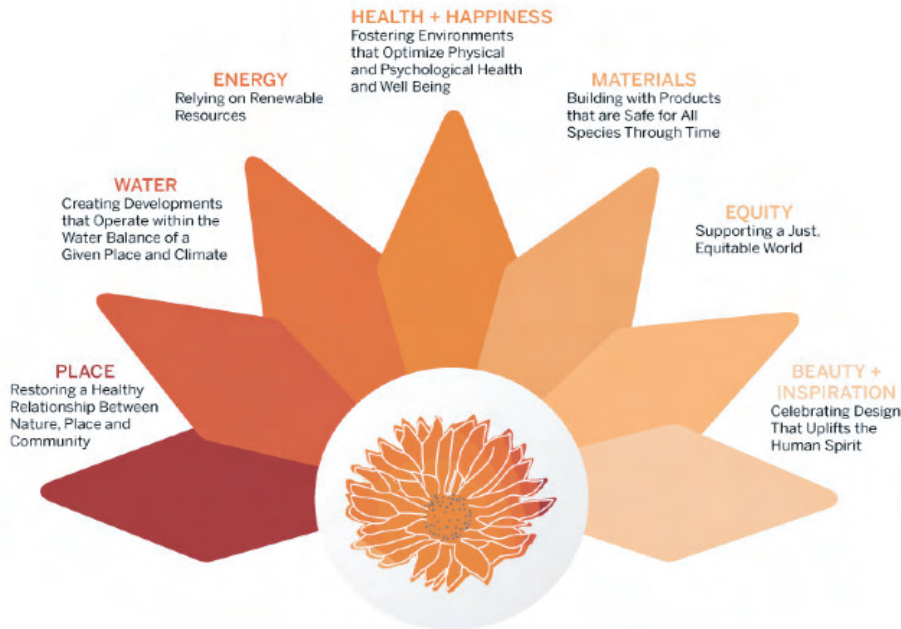
1. Ser edificios regenerativos que conectan a los ocupantes con la luz, el aire, la comida, la naturaleza y la comunidad.
2. Ser autosuficientes y permanecer dentro de los límites de recursos de su sitio. Crear un impacto positivo en los sistemas humanos y naturales que interactúan con ellos.



3. Obtener energía neta cero o neta positiva.
4. Estar libres de productos químicos tóxicos.
5. Reducir su huella energética muchas veces por debajo de la estructura comercial genérica.
5. Tener diagnóstico del proyecto Living Building Challenge.

Parker (2020) explica que la certificación Pétalo de agua tiene la intención de reconfigurar la forma en que las personas usan el agua en el entorno construido, prevé un futuro en el que los edificios sean una instalación de agua neta cero y utilicen el 100% de agua pluvial para las necesidades internas.

Figura 1.5  
Petalos de Living Building Challenge.



Fuentes: Living Building Challenge LBC (2014). [Living Building Challenge petals]. Recuperado el 19 de diciembre de 2021, <https://stanleycenter.org/publications/living-building-challenge-accepted/>

### **1.3.5 Estrategias activas y pasivas**

Martínez, Vera y Meseguer (2016) proponen que las estrategias pasivas, son aquellas que, una vez analizadas las características del lugar, se utilizan para lograr el objetivo de una edificación con un consumo eficiente.

Por lo tanto, se puede deducir que dichas estrategias utilizan las características del lugar, adecuando el edificio al entorno de un modo integral, por ejemplo: optimizar la orientación, el factor de forma, zonificación interior de los espacios que los organice de acuerdo con sus necesidades de confort.

Estrategias activas son aquellas que emplean equipamiento, instalaciones y aunque pudieran significar consumo de energía, se puede manejar el origen y la eficiencia de la instalación en la demanda de dicha energía.

Al respecto Martínez, Vera y Meseguer (2016), también afirman que las estrategias activas son aquellas que aprovechando la tecnología posibilitan un ahorro de energía o emisiones apoyándose en energías alternativas o en la optimización de los recursos.

### **1.3.6 Estrategias de eficiencia Hídrica**

Las estrategias empleadas para optimizar el recurso hídrico en el proyecto son:

#### **1.3.6.1 Recolección de agua de lluvia en cubiertas y fachadas**

La principal fuente de agua en este proyecto será el agua lluvia, la captación de esta agua se hará a través de las fachadas y los techos por sus buenas características de calidad, normalmente mejor que el agua captada en otras estructuras. Los techos, por su condición impermeable, producen un volumen de escorrentía cercano al volumen de lluvia. El hecho de que estén en posición elevada e inclinada facilita la captación y almacenamiento del agua: canaletas colocadas en la parte inferior del plano inclinado recogen la escorrentía del techo y, por una tubería, la conducen hacia la estructura de almacenamiento, generalmente estanques o cisternas, de donde el agua es retirada para su utilización (FAO, 2007).

Se necesitan las siguientes especificaciones técnicas para los componentes del sistema de recolección de agua lluvia:

Techo impermeable, liso, uniforme y elevado para que tenga un coeficiente superior a 80% de escorrentía, debe mantenerse limpio y libre de hojas u otros elementos.

Canaletas adecuadas al volumen de escorrentía en cuanto a su dimensión, con pendiente uniforme hacia el tubo de conducción con estructura suficiente para soportar el peso del agua lluvia, sin impedimentos y que el tamaño de su boca tome en cuenta el caudal máximo según el estudio del clima. El mantenimiento tiene que evitar la pérdida de agua por mala posición y en relación al flujo de agua en precipitaciones intensas, así como de formaciones y taponamiento por sedimentos.

Se debe contar con un acople canaleta-tubo de conducción con filtro. El sistema debe tomar en cuenta la acumulación de detritos traídos por el viento, las deposiciones de aves, etc. Sobre todo, luego de la primera lluvia después de un periodo seco y garan

tizar que la primera escorrentía sea filtrada por la estructura antes de pasar a fluir hacia el almacenamiento.

### **1.3.6.2 Instalación de planta de tratamiento potabilizadora.**

Como una estrategia activa se escoge el uso de una planta potabilizadora que tiene los siguientes procesos:

1. Proceso de microfiltración en tanque, mediante una membrana microporosa que retiene materia en un fluido. El tamaño del poro de la membrana oscila de 0,1 a 1 micras o micrones. Los filtros micrométricos pueden utilizar presión atmosférica o recipientes con cierto grado de presión. Estos interceptan y remueven del agua materia orgánica, sólidos en suspensión, pequeños coloides, bacterias y turbiedad.

2. Proceso de desinfección por radiación ultravioleta. La luz UV es aquella cuya longitud de onda es menor que la luz visible pero mayor a la de los rayos X, varía entre los 400 y 100nm (nanómetros). El uso de la luz UV para desinfección de agua no es nuevo, desde 1877 ya se tenía conocimiento de sus propiedades germicidas. La radiación UV

tiene 3 zonas de longitud de onda: UV-A, UV-B y UV-C, siendo esta última la que tiene capacidad desinfectante. El proceso de desinfección por radiación ultravioleta se lleva a cabo mediante una lámpara UV dentro de la planta potabilizadora.

3. Proceso de filtración de carbono activado, comúnmente utilizado en el tratamiento de agua, se elige porque los gránulos de carbón activado contenidos en varios filtros en línea, absorben de manera eficiente los productos químicos orgánicos y sintéticos contaminantes. Además, los gránulos utilizados en la filtración se pueden reactivar a través de la oxidación térmica, lo que permite su reutilización varias veces. Este proceso reemplaza al de cloración que es residual e incluye un dosificador de carbonato de sodio para amortiguar el PH y prevenir la erosión.

### **1.3.6.3 Uso de equipos sanitarios eficientes.**

Otra estrategia es la implementación de un sistema de equipos sanitarios al vacío, se diferencia del sistema de tubería de drenaje

por gravedad convencional porque las bombas de vacío transportan el agua residual a medida que se retira el aire y estas no necesitan caída por su propio peso, permitiendo la máxima flexibilidad en el diseño y la construcción. Las tuberías serán de polietileno de alta densidad en lugar de tuberías PVC con efecto contaminante, sin necesidad de bomba de elevación ni múltiples puntos de recogida subterránea.

No se dan bloqueos, ni sedimentación debido a la alta velocidad del agua en la tubería de vacío, en caso de ruptura la fuga es de aire y no de aguas residuales y los dispositivos, como las interfaces no necesitan ventilación.

El sistema cuenta con los siguientes elementos:

- 1.Desagües de ducha y lavamanos de vacío.
- 2.Urinario de vacío con consumo 0.0.
- Inodoro de vacío con doble descarga.
- 3.Unidad interface de vacío de aguas grises.
- 4.Unidad de recogida de vacío.

Los inodoros de vacío aspiran 60 litros de aire por descarga, haciéndolos más higiénicos que los inodoros tradicionales, ofrecen hasta un 90% de ahorro en el agua de lavado en comparación con un inodoro estándar, utilizan sólo 1,2 litros por descarga y los urinarios de vacío sólo 0.0 litros por descarga en comparación, un inodoro tradicional de doble lavado utiliza de 4 a 9 litros por descarga.

#### **1.3.6.4 Uso de aireadores de grifería**

Es también una estrategia de eficiencia de equipos, por lo tanto, activa, se trata del uso de un pequeño dispositivo que va en la boca de la grifería tanto de baños como de cocina y ayuda a que el agua fluya suave, espumosa y sin salpicaduras. Ocurre por un fenómeno físico conocido como Efecto Venturi que hace que el flujo sea abundante y eficiente, lo que aumenta el ahorro de agua. Este efecto se da porque el paso de aire influye en la presión y aumenta la velocidad de paso del agua. Los aireadores con adición de con una rejilla además de

mejorar el paso del agua, sirven para atrapar residuos e impurezas.

#### **1.3.6.5 Uso de cabezales de ducha eficientes**

En esta estrategia activa los cabezales de ducha cuentan con un botón denominado ecológico en el mango para el ahorro de agua, deslizándolo, se puede reducir el caudal de agua hasta en un 40%. asegurando un chorro completo sin tener que gastar agua innecesariamente. Integran también un chorro restrictor en el cabezal, permitiendo reducir gradualmente el volumen de agua usado mientras se cambia de tipo de chorro. El concepto incluye que al utilizar menos agua se ahorra energía a la vez porque se necesita menos energía para calentarla.

#### **1.3.6.6 Uso de electrodomésticos eficientes**

Se considera una estrategia activa el uso de lavadoras de ropa en seco y lavavajillas eficientes. Las lavadoras en seco usan un sistema de oxígeno activo como desinfectante, el programa de la máquina

lo genera a partir del aire presente en un circuito cerrado y se mezcla con 20ml de agua, previamente nebulizada, que actúa como vehículo para conducirlo al tambor, donde es inyectado sobre la ropa. Una vez acabado el ciclo de lavado, el oxígeno activo transporta las bacterias hasta un filtro de carbón activo donde se eliminan y vuelve a convertirse en oxígeno, iniciándose del proceso nuevamente.

El lavavajillas eficiente es aquel cuyo índice de eficiencia energética y de consumo de agua es considerado bajo, sin embargo, en este estudio se lo incorpora como una estrategia de disminución de consumo de agua porque está comprobado que el aparato utiliza menos cantidad del líquido que el lavado convencional a mano.

### **1.3.6.7 Recirculación de aguas grises y su tratamiento.**

Para la recirculación de aguas grises se plantea la estrategia pasiva de filtros percoladores por goteo, conocidos como lechos bacterianos.

Utiliza capas de filtrado de biomasa inmovilizada en un lecho fijo de áridos, rocas que generan un manto microbiológico sobre el cual se dispersa el agua residual y que limpia la materia descomponiéndola. Luego de que el agua pase por este proceso seguirá siendo necesaria una desinfección para una recirculación, por lo que se suma en una estructura modular un filtro ultravioleta para la eliminación microbiológica definitiva en el agua resultante. Tiene capacidad para procesar 5 l/s para 2200 personas.

### **1.3.6.8 Uso de biodigestor de doble etapa para tratamiento de aguas negras**

Este sistema sustituye el uso de fosas sépticas, no requiere de luz eléctrica y funciona a nivel subterráneo sin contaminar los mantos freáticos. El equipo está construido de polipropileno que es un material no contaminante requerido por las certificadoras internacionales ambientales; el biodigestor realiza un proceso en dos etapas, en la primera fase se separa la sedimentación y los sólidos van al fondo donde

sucedan reacciones anaerobias y anóxicas y los fangos son digeridos, en una segunda etapa el agua pretratada pasa al proceso de biofiltración para eliminar contaminantes y luego puede ser ya descargada al medio ambiente.

### **1.3.6.9 Depuración de aguas residuales en humedal artificial.**

Esta estrategia la depuración de aguas residuales tiene lugar al hacerlas circular a través de zonas húmedas artificiales de vegetación en las que tienen lugar procesos naturales físicos químicos y biológicos que van reduciendo los contaminantes presentes. Las aguas a tratar circulan a través de un sustrato filtrante y de vegetación. El sustrato tiene la finalidad de servir de soporte a la vegetación y de permitir la fijación de la población microbiana. Las plantas emergentes acuáticas proporcionan superficie a las películas bacterianas y facilitan la filtración y la absorción de los constituyentes del agua residual, contribuyen a la oxigenación del sustrato, a la eliminación de contaminantes y controlan el crecimiento de algas, al limitar

la penetración de la luz solar. Además, la vegetación contribuye notablemente a la integración paisajística de estos dispositivos de tratamiento en la pieza arquitectónica. La vegetación que se emplea en este tipo de humedales es la misma que coloniza los humedales naturales, plantas acuáticas emergentes (carrizos, juncos, aneas, entre otros.) halófitos que se desarrollan en aguas poco profundas arraigadas al subsuelo y cuyos tallos y hojas emergen fuera del agua pudiendo alcanzar alturas de hasta 2.3m. Los humedales artificiales se clasifican en dos tipos, en función de la forma de circulación de agua: superficial o subterránea. Usaremos como estrategia el de entrada superficial en la que el agua circula por encima del sustrato.

### **1.3.6.10 Uso de canal de riego**

Una estrategia importante es tener en cuenta todas las fuentes de agua no perteneciente a la red pública. En este caso se considera importante contar con el canal de riego del sector que puede ser rehabilitado. Se trata de una vía fluvial creada con fines de agricultura; la propuesta

consiste en analizar la forma de obtener del caudal el agua para la edificación en caso de necesitarse por falta de precipitación, pero sobre todo de contemplar la posibilidad de verter en este canal el agua extra resultante de la aplicación del programa de eficiencia en la edificación, como contribución a la comunidad.



# CAPITULO 2

## DIAGNÓSTICO

## 2.1 Información general

### 2.1.1 Línea de investigación

#### Propuesta Innovadora

Línea técnica 2: Diseño, técnica y sostenibilidad (DITES)

Se plantea como área de investigación la aplicación de sistemas ligados al entendimiento y mejoramiento del diseño, mediante técnicas de sostenibilidad que impulsarán el desarrollo positivo de la propuesta arquitectónica y su entorno. El proyecto de grado y formativo académico se lo desarrolla en el periodo B21 y A22, respectivamente.

### 2.2 Introducción a la metodología

Mediante la comparación cuantitativa de estándares sostenibles y regenerativos proporcionados por programas de certificación como EDGE y Living Building Challenge, este documento busca demostrar la eficacia de los sistemas y estrategias hídricas aplicadas a la edificación de vivienda multifamiliar de uso mixto.

Para entender el proceso metodológico se ha determinado las siguientes denominaciones que se utilizarán para definir las etapas del producto final: previa, cálculo, aplicación, estandarización, comparación, determinación.

#### **Etapla previa:**

La etapa previa corresponde en este documento al capítulo antecedente, que contiene el análisis teórico, bibliográfico y de conocimiento o estado del arte.

#### **Etapla1: cálculo**

La etapa de cálculo es el primer paso del proceso metodológico, mediante datos estadísticos y cálculos porcentuales se recopilará, tabulará y analizará el consumo y demanda hídrica de la edificación base, así como también se analizará datos referentes existentes sobre porcentajes de carga hídrica.

#### **Etapla 2: aplicación**

Mediante el dibujo de detalles constructivos, software, datos estadísticos y tablas de contenido, se demostrará la aplicación de sistemas hídricos sostenibles y regenerativos,

su función y ubicación en el proyecto arquitectónico. En esta etapa se analizará estudios de caso y se comparará y describirá sistemas hídricos que puedan ser aplicables en el entorno de la edificación.

### **Etapa 3: estandarización**

En esta fase, utilizando programas de certificación como EDGE Y Living Building Challenge se mostrará como el proyecto alcanza, supera o no satisface los estándares señalados de arquitectura regenerativa y sostenibilidad.

### **Etapa 4: comparación**

Una vez obtenidos los datos cuantitativos de la aplicación de sistemas sostenibles, la edificación base y los estándares de los programas de certificación, se procederá a comparar los datos conseguidos mediante tabulación y gráficos técnicos. La comparación se realizará entre la edificación base (sin la aplicación de sistemas de eficiencia) y la edificación con la aplicación de sistemas de eficiencia.

### **Etapa 5: determinación**

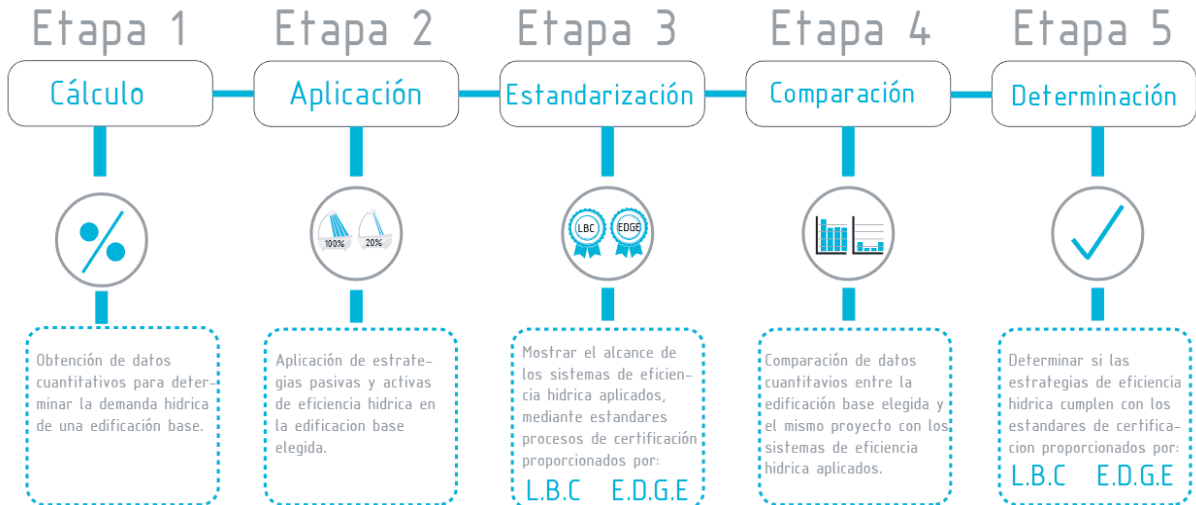
En esta fase se procederá a demostrar si existe reducción energética y eficiencia hídrica mediante la conclusión de los datos analizados en la fase de comparación, en esta fase se llegará a la deducción de la funcionalidad o no de los sistemas y como estos generan o no un impacto positivo en el entorno de implantación.

El proyecto de vivienda multifamiliar de uso mixto, nace del diseño e implementación de estrategias urbanas relacionadas con el “Plan parcial Cumbayá” trabajado por los estudiantes de 7mo nivel de diseño urbano en el año 2020.

Figura 2.1  
Sistematización gráfica de la metodología aplicada

## Etapa Previa

Análisis Bibliográfico  
Estudios de caso  
Referencias teóricas



Fuentes: Elaboración propia

## 2.3 Análisis de Referentes

Se consideran referentes en este estudio a las siguientes piezas arquitectónicas:

- Zhome: a NetZero Energy community. Seleccionado por su tipo de edificación multifamiliar y por ser totalmente desconectado de las redes públicas. Tiene implementado como sistema de eficiencia hídrica la recolección de aguas lluvia, tratamiento de aguas negras y uso de equipos eficientes. País: Estados Unidos. Arquitecto principal: Mark Bueher.

Figura 2.2  
Zhome net zero



Fuentes: Living Building Challenge LBC (2016). [water petal projects]. Recuperado el 19 de diciembre de 2021, <https://stanleycenter.org/publications/living-building-challenge-accepted/>

- Silver Star Apartments. Seleccionado por su tipo de edificación, unidades de vivienda y por sus sistemas de eficiencia hídrica: recolección de agua de lluvia, recirculación de aguas grises, tratamiento de aguas negras. Es un proyecto social, también con certificación Net0 energética. País: Estados Unidos.

Figura 2.3  
Silver Star Apartments



Fuentes: Living Building Challenge LBC (2016). [water petal projects]. Recuperado el 19 de diciembre de 2021, <https://stanleycenter.org/publications/living-building-challenge-accepted/>

- Desert Rain. Seleccionado por el tipo de edificación, vivienda y por la aplicación de las siguientes estrategias de eficiencia hídrica: recolección de agua lluvia, recirculación de aguas grises, 100% de procesamiento de agua sobrante, tratamiento de aguas negras. País: Estados Unidos. Arquitecto principal: Al Tozer

Figura 2.4  
Desert rain



Fuentes: Living Building Challenge LBC (2016). [water petal projects]. Recuperado el 19 de diciembre de 2021, <https://stanleycenter.org/publications/living-building-challenge-accepted/>

## 2.4 Análisis de sitio

De manera resumida, el proyecto Plan parcial Cumbayá, en el que se encuadra el diseño arquitectónico de este documento, busca la descentralización de Cumbayá integrando nuevos centros urbanos mediante conexiones transversales, longitudinales y corredores verdes, también se busca la implementación de equipamientos, GPUS y cambios de uso de suelo que ayuden a reducir las problemáticas urbanas existentes y futuras.

El Plan parcial Cumbayá se enfoca en 3 aspectos fundamentales:

- Social
- Ambiental
- Físico

Todos los aspectos tienen una finalidad común, buscar una ciudad compacta, descentralizada, que cubra la necesidad de los habitantes, potenciar económicamente el sector mediante propuestas innovadoras, y, generar una huella ambiental positiva enfocada en mitigar los efectos del cambio climático.

Una vez definidas las problemáticas sociales, ambientales y físicas del sector, se procedió a determinar cuál era el nodo con mayor necesidad de intervención a una escala menor, es aquí donde se define a San Patricio, Lumbisí, como el lugar para implementar los procesos seleccionados en el Plan parcial Cumbayá.

A continuación se procederá a explicar las diversas intervenciones y productos gráficos explicativos que fueron implementados en el diseño del plan parcial Cumbayá, los procesos serán mostrados con los siguientes colores respectivamente:

1. Social 

2. Ambiental 

3. Físico 

se anexará a este documento el análisis técnico del plan parcial cumbayá (*anexo: plan parcial Cumbayá*)

1 Consolidación del espacio verde existente del complejo deportivo de la empresa eléctrica, cambiando su uso privado a público.

2 Centro multiusos- Punto seguro en caso de desastres naturales

- Equipamiento de seguridad " Centro de vigilancia y monitoreo.

- Equipamiento de salud "Centro de especialidades.

- Polideportivo.

- Renovación Parque del Reservoirio de Cumbaya.

3 Renovación del espacio industrial "Fabrica DELTEX" para la consolidación - conservación natural del parque y ruta El Chaquiñan, teniendo una conexión con la quebrada San Pedro.

4 Consolidación del Casco Histórico mediante la peatonización de las vías principales, liberación de la planta baja como uso de suelo mixto.

Conservación de las edificaciones patrimoniales.

Estandarización de la publicidad visual.

Soterramiento de los cables.

- Parqueadero Periférico.

- Circuito de transporte gratuito desde el parqueadero hasta el Centro Histórico.

5 Rehabilitación y tratamiento de fachadas de la Av. Francisco de Orellana e Interoceánica.  
Lienzo Urbano interactivo.

7 -Renovación parque "Ferrocarril"

-Conexión Boulevard "El Ferrocarril"

- -Integración UPC, Cuerpo de Bomberos Cumbaya.

-Implementación de vegetación endémica.

-Renovación Colegio Nacional Cumbaya

8 -Conexión con el parque "Ferrocarril"

-Tratamiento y permeabilización de muros.

9 -Vivienda de Integración social, para los pobladores reubicados.

-Bloque de Parqueaderos Periféricos.

10 -Reubicación de los parqueaderos al bloque periférico.

-Renovación zona de parqueos para complementar el Boulevard comercial.

- Integración corredor verde quebrada Machangara.

- Permeabilización y Tratamiento de muros.

- Soterramiento de cables.

-Equipamiento público de salud zonal.

11 ● Rehabilitación del parque de "Los Conquistadores"

- Implementación de vegetación endémica.

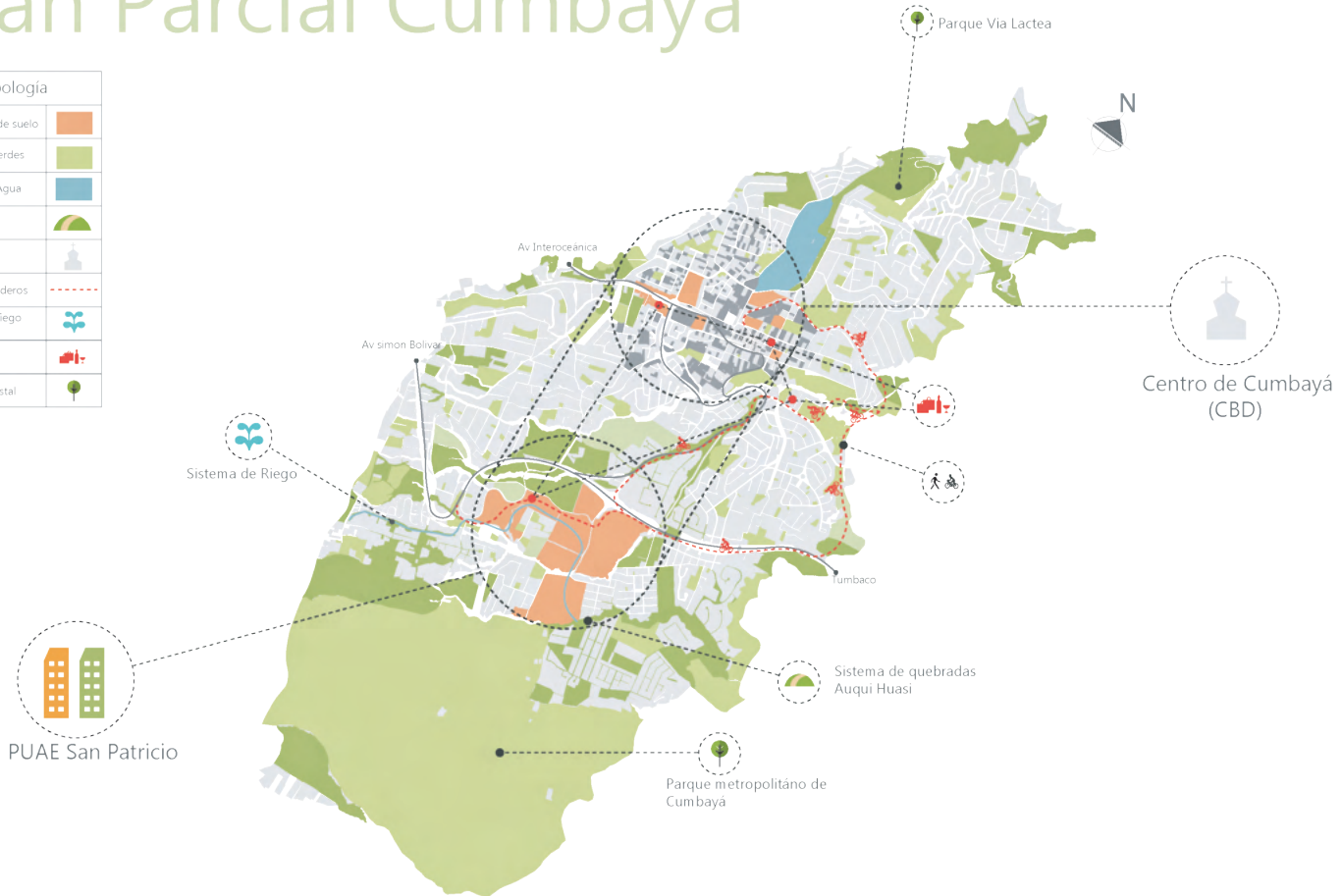
12 -Reubicación moradores quebrada Machangara.

- Continuidad del parque los Conquistadores y corredor verde.

plan Parcial cumbayá

# Plan Parcial Cumbayá

Simbología	
Cambio uso de suelo	
Red Áreas Verdes	
Cuerpos de Agua	
Quebradas	
C.B.D	
Ciclovia senderos	
Sistema de Riego Lumbisi	
Comercio	
Parque Forestal	



  
PUAE San Patricio

Quito-Ecuador  
Fuentes: Elaboración propia

Parroquia Cumbayá

0 400 800 1200  
ESC: 1-----16000



- 13 -Paseo histórico cultural ambiental, Cervecería Nacional y el Chaquiñan.  
-Integración Scala Shopping.  
● Integración con el parque ecológico la primavera.
- 14 -Centro cultural y de convenciones Cumbaya.  
● Integración quebrada San Pedro.
- 15 Escuelas y colegios públicos (General-Agropecuario).
- 16 -Vivienda de integración social.  
-Plantas bajas libres de uso comercial.  
-Descentralización CBD.
- 17 18 -Conservación Natural parque huerto y Humedal Lumbisí.  
-Implementación de árboles frutales y medicinales.
- 19 -Universidad pública de enfoque ambiental, agropecuario y comercio sostenible.  
  
-Conservación Natural parque Nacional Cumbaya.
- 20 -Determinación uso de suelo educativo.  
-Delimitación uso de suelo agrícola.
- 21 -Parque sendero Ilalo.
- 22 -Rehabilitación de la quebrada San Pedro y conexión con el vivero Cununyacu.
- 23 - Ciudad hospital.  
-Hospital público de enfermedades catastróficas.

- 24 -Vivienda colectiva de alta densidad.
- 25 -Parque forestal San Juan.  
-Implementación de vegetación endémica y senderos ecológicos.
- 26 -Vacío urbano conservación natural humedal.
- 27 -Parque forestal la primavera.  
-Corredor verde la Primavera.  
-Hábitad Rana Marsupial.

La intervención que se propone en las quebradas esta regida a la conservación natural de las mismas y a la renovación de ciertos espacios que pueden ser accesibles a las personas, por lo cual proponemos la limpieza integral de las quebradas a intervenir en ciertas secciones establecer recorridos ecológicos que se integren con las conexiones verdes ambientales, el crear una franja de protección de por medio de vegetación endémica arbustiva o por secciones cultivos comunales y en las partes con mayor pendiente el integrar vegetación de porte alto para evitar riesgos de deslizamientos.

Las conexiones internas ambientales se verán sujetas a intervenciones puntuales debido a que la morfología de las calles varía entonces se propone intervenir con cierta grado de variedad en cuanto a que se permita arborizar, mejorar espacios de ciclovia, en cuanto a la contaminación visual se propone el soterramiento de los cables de luz permitiendo tener estas nuevas rutas más homogéneamente y en cuanto a la contaminación se propone el arborizar ciertas zonas ya que funciona como barrera y filtro de partículas y gases contaminantes debido al follaje de los árboles, estas rutas también nos permitirán tener rutas de evacuación oportunas en caso de que exista algún riesgo natural ya que se conectan con espacios abiertos llamados puntos seguros.

- ←→ -Mejoramiento de pabimentación de vías arteriales (Av. Interoceánica-Av. Ruta Viva-Av. Oswaldo Guayasamin)
- ←→ -Ensanchamiento de acera con implementación de vegetación endémica. (Av. Interoceánica-Av. Ruta Viva-Av. Oswaldo Guayasamin)
- ←→ -Mejoramiento de pabimentación de vías colectoras
- ←→ Nueva línea de transporte público Sistemas bimodales permiten almacenar energía del tramo eléctrico que luego se emplea en el resto del

Figura 2.6  
Proceso conceptual de entendimiento del lugar



Fuentes: Elaboración propia

## 2.4.1 Aproximación de escalas urbanas

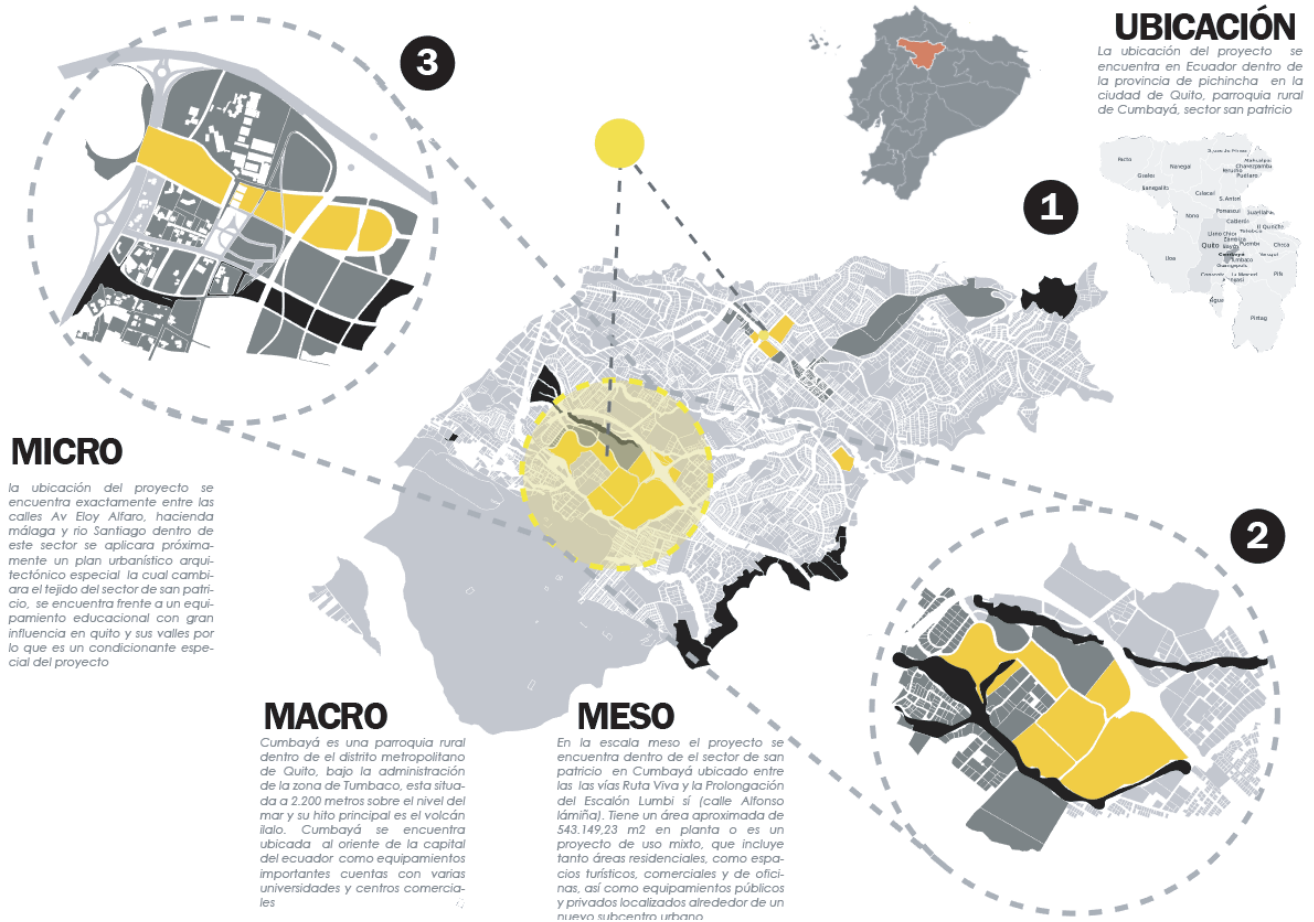
Para el entendimiento y análisis del sector elegido, se propuso trabajar en tres diferentes escalas de aproximación:

- Macro. La escala macro viene estrictamente relacionada con el Plan parcial Cumbayá en su nivel parroquial, en esta se analiza el sector desde sus limitaciones políticas.

- Meso. En la escala intermedia se pretende analizar Lumbisí y sus limitaciones políticas, para el Plan parcial Cumbayá y su implementación.

- Micro. Es la escala más cercana al elemento arquitectónico, en esta aproximación se estudiará el entorno inmediato al terreno de implantación y se determinará sus problemáticas y potencialidades. Se detallará San Patricio y sus limitaciones políticas.

Figura 2.7  
Gráfico de escalas urbanas



Fuentes: Elaboración propia

### **2.4.2 San Patricio (meso)**

San Patricio es un barrio de Cumbayá, ubicado al sur junto a Lumbisí, maneja una trama discontinua y un parcelado variado, donde predomina el uso residencial urbano enfocado en las urbanizaciones privadas y desarrollo inmobiliario, consecuente a esto, existen grandes vacios urbanos que se transformaran en nuevas urbanizaciones y procesos de vivienda.

Se puede evidenciar en el sector un sistema vial completo y de muy buen estado gracias a la construcción de la ruta viva como gran proyecto urbano que busca unificar, de forma transversal, al Distrito Metropolitano de Quito, el transporte público es deficiente ya que la mayoría de los habitantes del sector cuenta con un medio de transporte propio. Existe una población estimada de 32.000 mil habitantes, donde predominan mujeres. A pesar de su limitada extensión geográfica el sector cuenta con diversas manifestaciones culturales como son las fiestas tradicionales

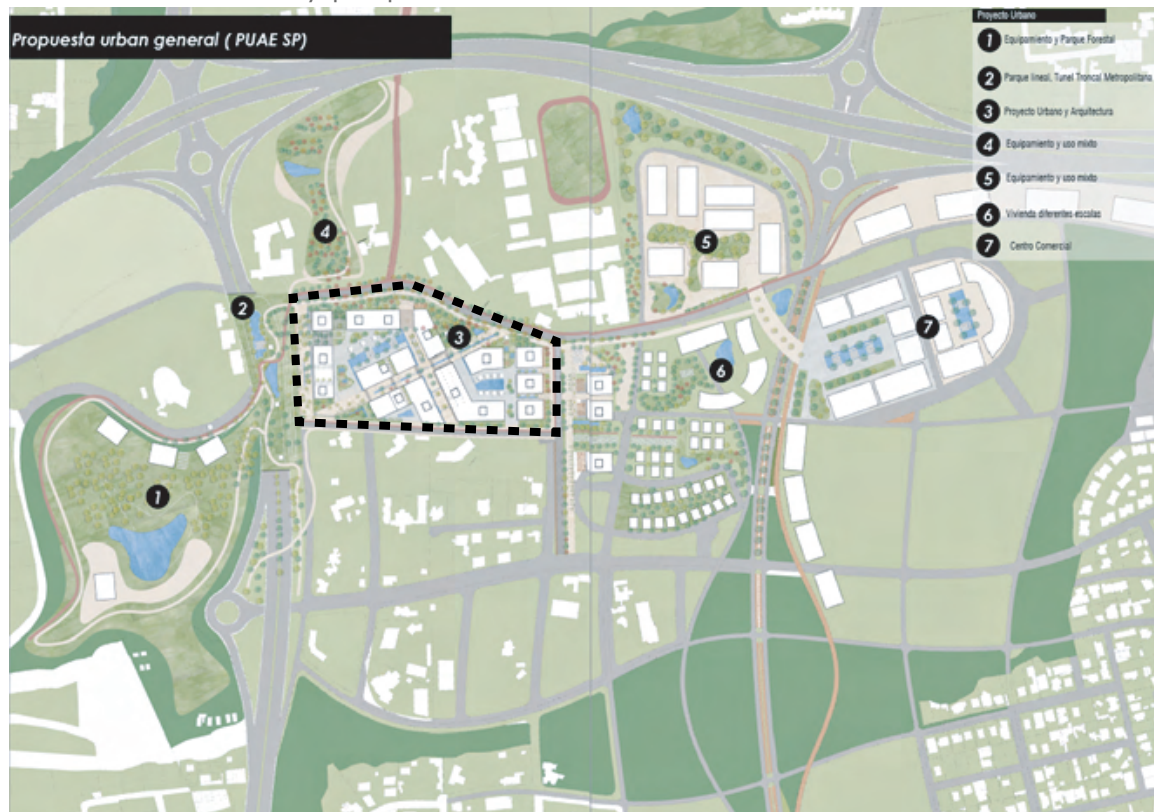
del sector, el sector cuenta con diversas manifestaciones culturales como son las fiestas tradicionales de Lumbisí

### **2.4.3 Proyecto urbano Arquitectónico**

Una vez analizado el sector, se procedió al diseño de una propuesta urbana general, en la cual se define una implantación basada en las necesidades existentes del sector y la búsqueda de satisfacción de su demanda de vivienda, comercio y oficina; adaptándose a modelos urbanos planteados por entidades de planificación territorial (PUAE, San Patricio).

En esta propuesta se determinó la zonificación y utilización del suelo para posteriormente trabajar en la escala arquitectónica el proyecto residencial, el terreno número 3 (gráfico 2.8) fue el escogido y se estableció su implantación y zonificación. Se eligió a la volumetría y edificación número 2 (grafico 2.9) como la destinada al proceso de diseño y escala arquitectónica.

Figura 2.8  
PUAE San Patricio y propuesta urbana



Fuentes: Elaboración propia

Figura 2.9  
Propuesta Urbano- Arquitectónica



Fuentes: Elaboración propia

# CAPITULO 3

## PROYECTO



### 3.1 Edificación Elegida

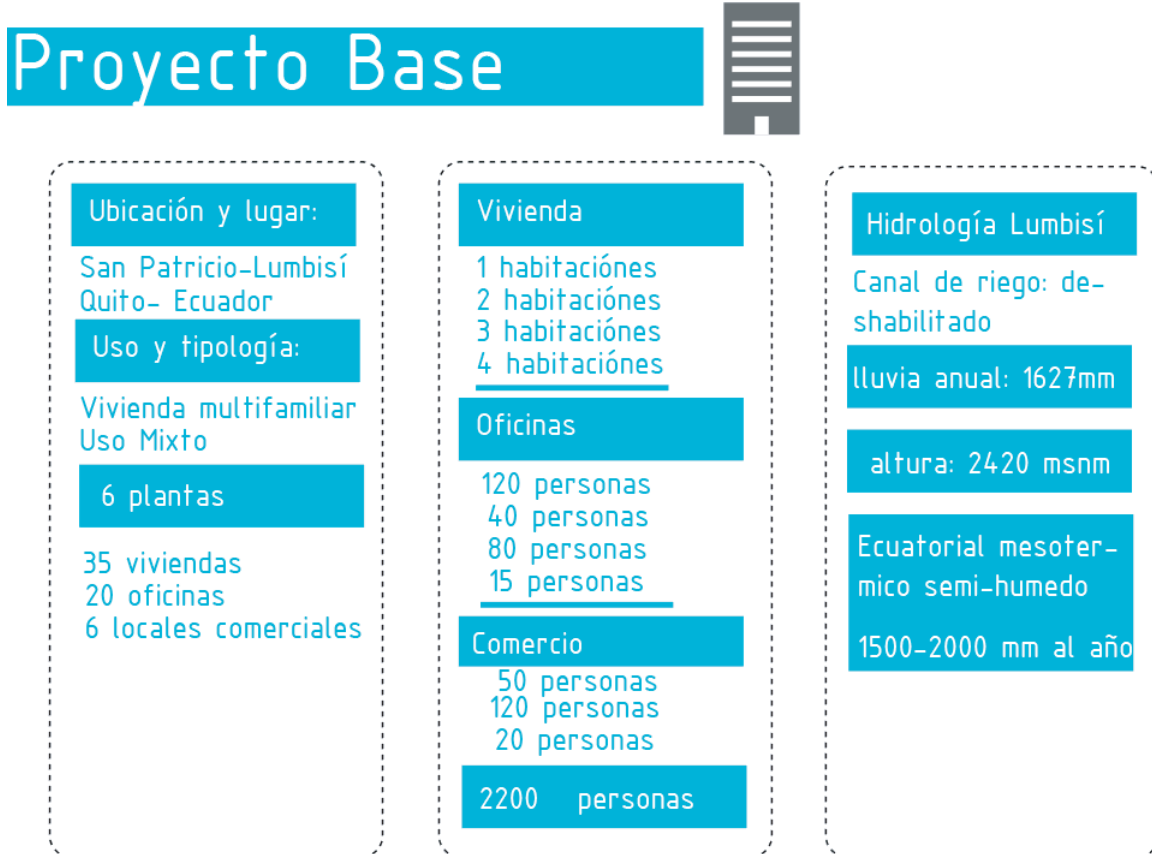
En la etapa de elección de la edificación en la cual se aplicarán las estrategias de eficiencia hídrica, se ha decidido seleccionar al proyecto arquitectónico “Edificio de vivienda multifamiliar de uso mixto Lumbisí” desarrollado por Pedro Borja autor de este documento en 8vo nivel de diseño. El proyecto fue elegido por su ubicación, tipología de uso y nivel técnico- arquitectónico de desarrollo.

Ubicado en Lumbisí-Quito.Ecuador el proyecto se encuentra a 2420 msnm y se desarrolla en un piso climático Ecuatorial mesotérmico semi-humedo y se estima un total de entre 1500 y 2000 milímetros de lluvia anual, ideal para desarrollar un proyecto que involucre la captación de agua lluvia, catalogado como vivienda

multifamiliar de uso mixto, el proyecto involucra arquitectura residencial, comercial y oficina. El proyecto maneja un total de 6 pisos, divididos en 3 bloques de edificaciones, en el cual la planta baja es de uso comercial, la primera planta alta oficinas, y el bloque numero 3 completamente enfocado en oficinas. Se estima una población flotante y continua de 2200 personas y una división en vivienda de 1 a 4 habitaciones

se propone una gran interacción arquitectu- ra- espacio público adaptando la tipología de uso con la interacción de actividades del usuario, rompiendo así con las barreras físicas y sociales existentes y repetitivas en el entorno en el que se desenvuelve, el proyecto busca integrar a la naturaleza no solamente como conceptos de diseño si no también como sistemas técnicos, constructivos.

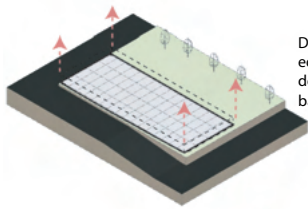
Figura 3.1  
Datos del proyecto base



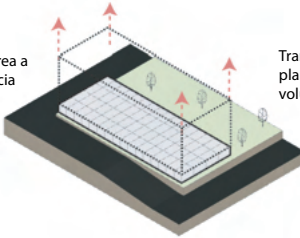
Fuentes: Elaboración propia

Programa arquitectónico anexo al documento. (anexo: Programa )

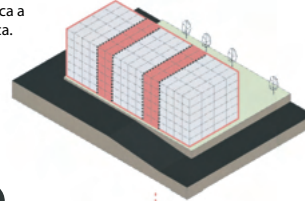
# Diagramas generativos



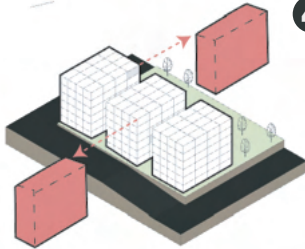
**1**  
Definición de Área a edificar, existencia de talud como barrera urbana.



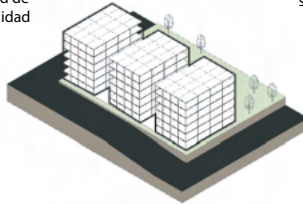
**2**  
Transformación planimétrica a volumétrica.



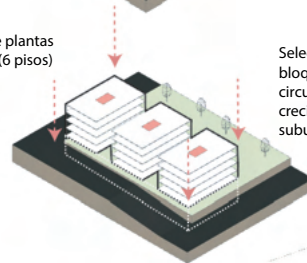
**3**  
Rompimiento volumétrico y elección de bloques.



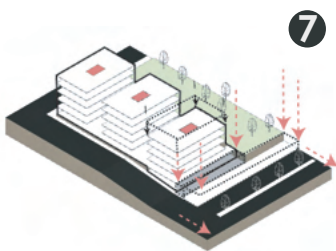
**4** proceso de extracción volumétrica, búsqueda de permeabilidad



**5**  
División de plantas según IRM (6 pisos)



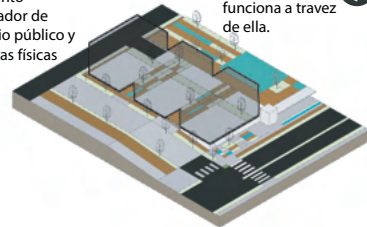
**6**  
Selección de bloques de circulación y crecimiento de subsuelos



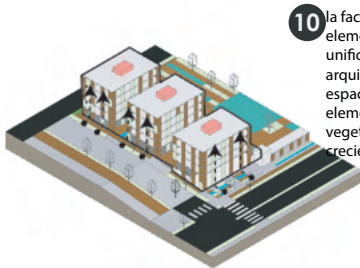
**7** Mediante el uso del subsuelo se rompe el talud y la barrera urbana



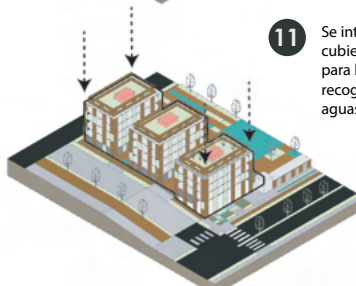
**8** El proyecto arquitectónico es el elemento unificador de espacio público y barreras físicas



**9** El espacio público se inserta en la edificación y funciona a través de ella.



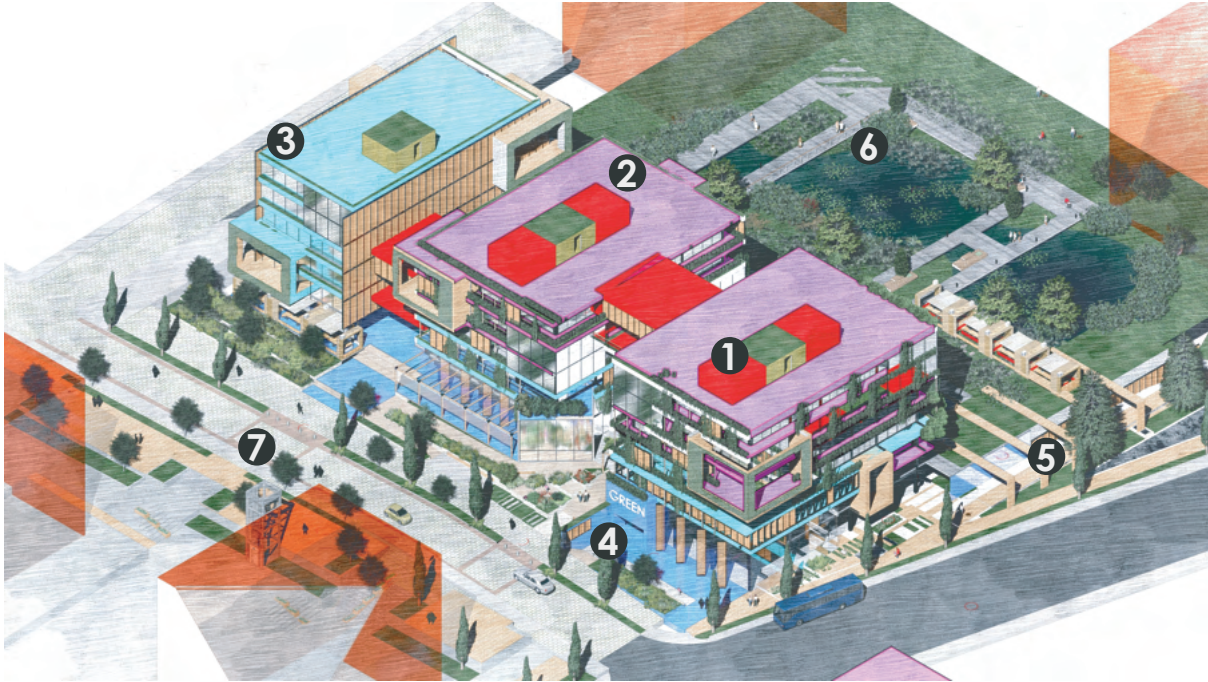
**10** la fachada es el elemento unificador entre arquitectura y espacio público (elementos vegetales crecientes)



**11** Se integran cubiertas accesibles para la utilización y recogimiento de aguas lluvias.

## Zonificación

Figura 3.2  
Datos del proyecto base



Fuentes: Elaboración propia

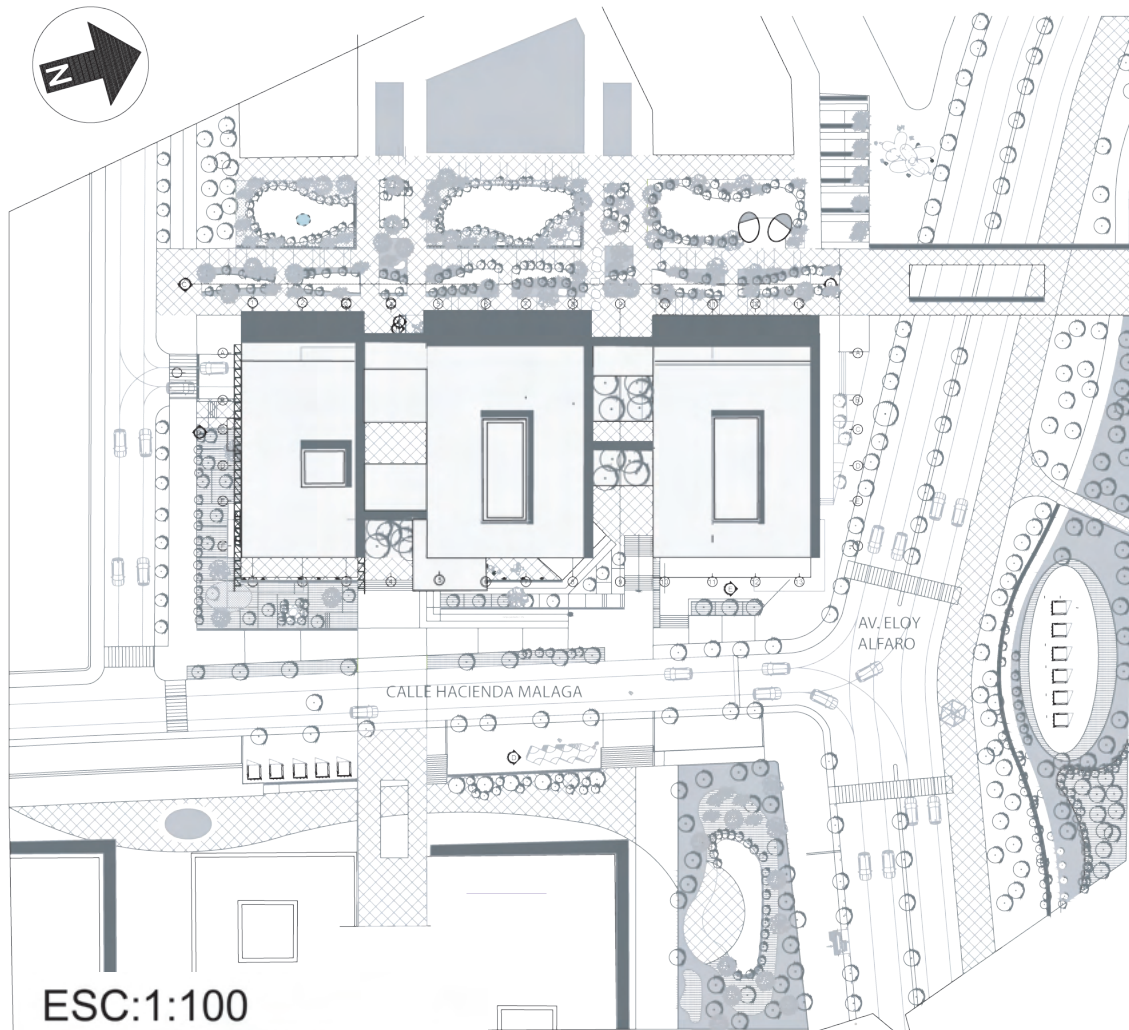


- 1 Torre 1 residencial (mixto)
- 2 Torre 2 residencial (mixto)
- 3 Torre 3 ( oficinas)
- 4 Minimarket "GREEN"
- 5 Paseo comercial
- 6 Humedal artificial
- 7 Zona compartida vehicular-peatonal

# CAPITULO 3

## Planos Técnicos

# Implantación

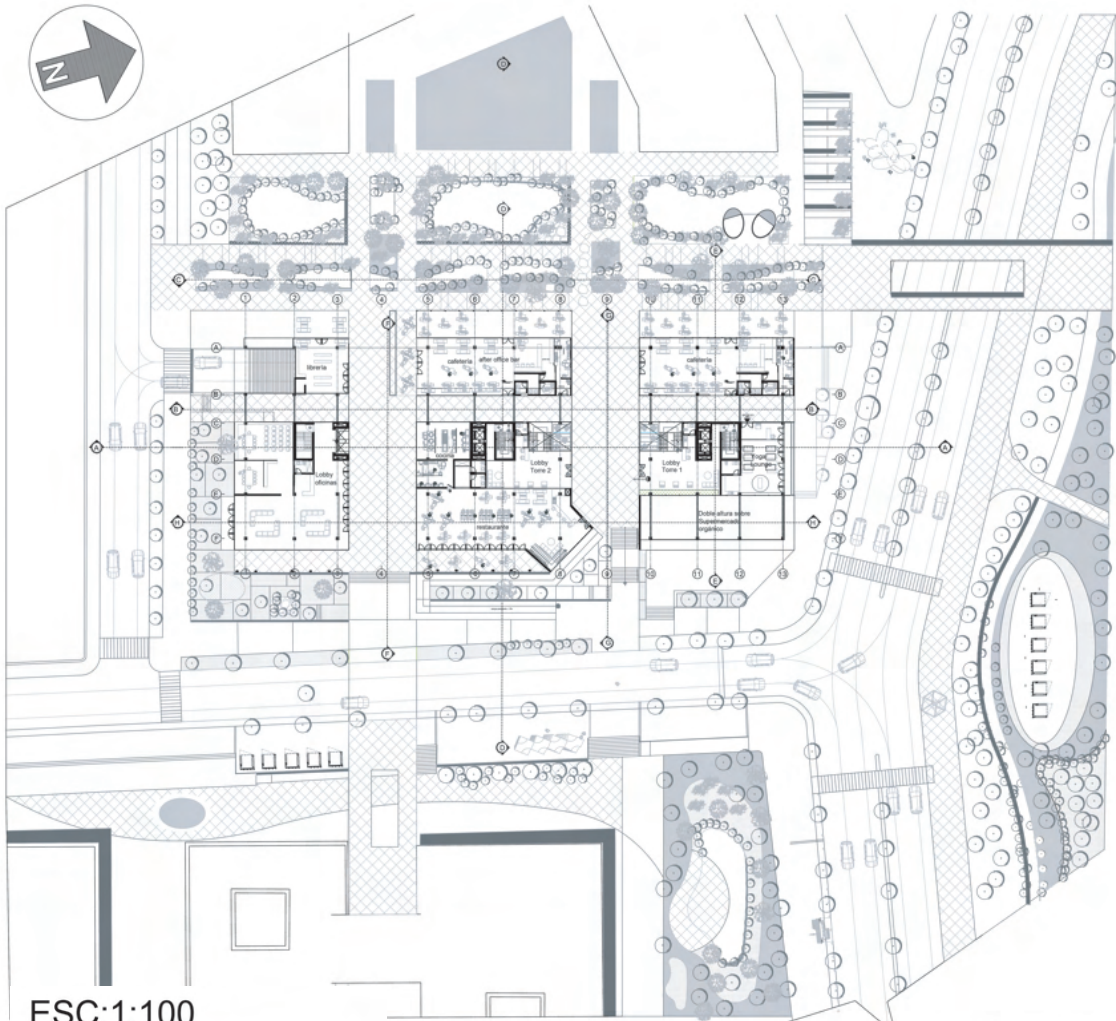


ESC:1:100



Implantación

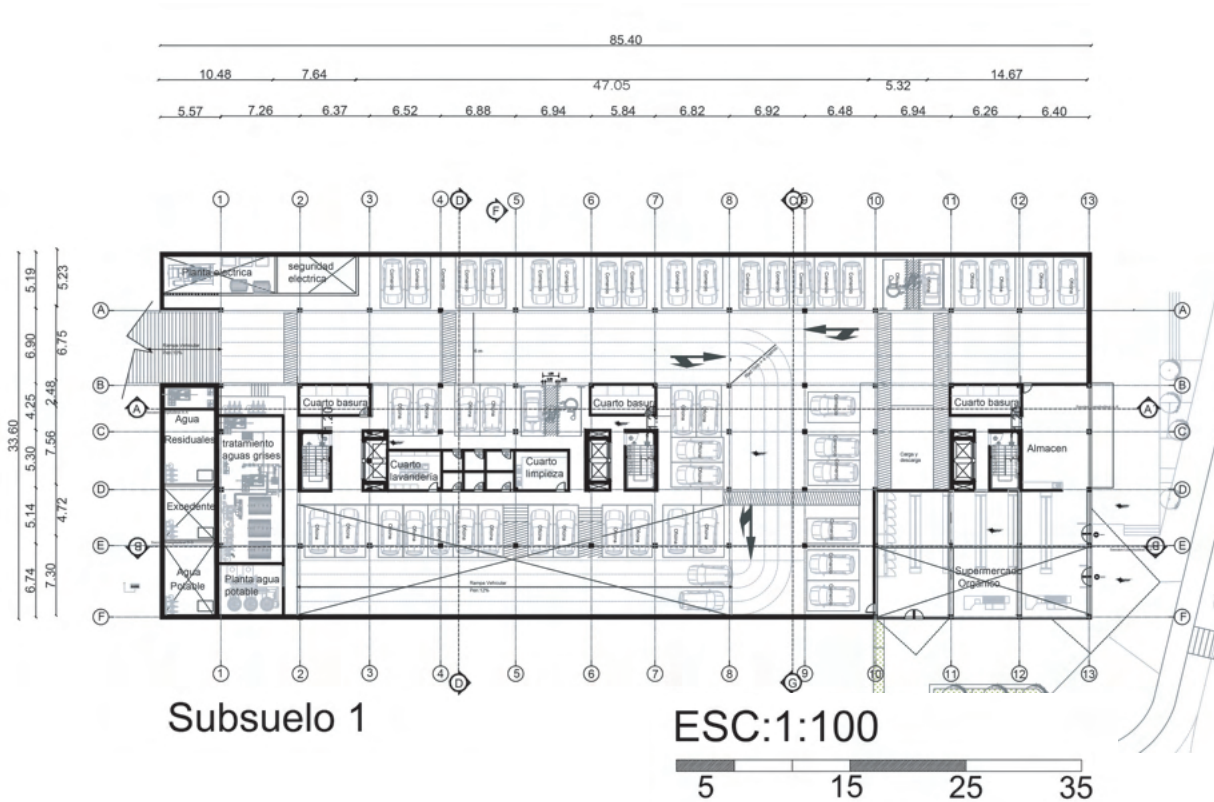
# Planta baja general



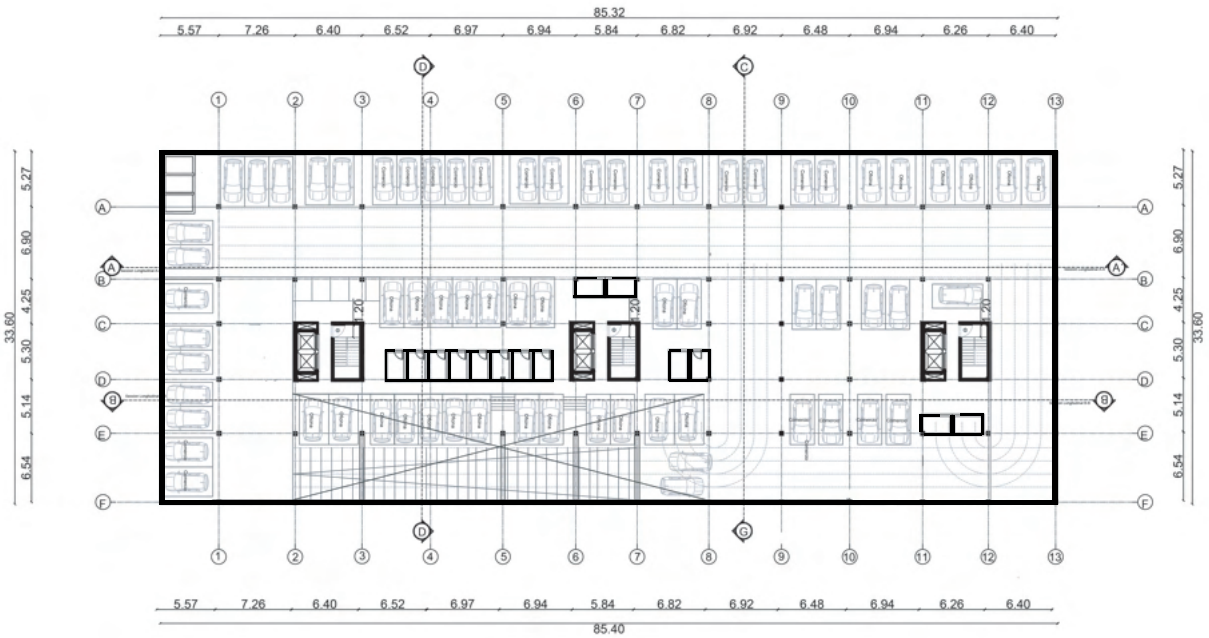
ESC:1:100

5 15 25 35

Implantación





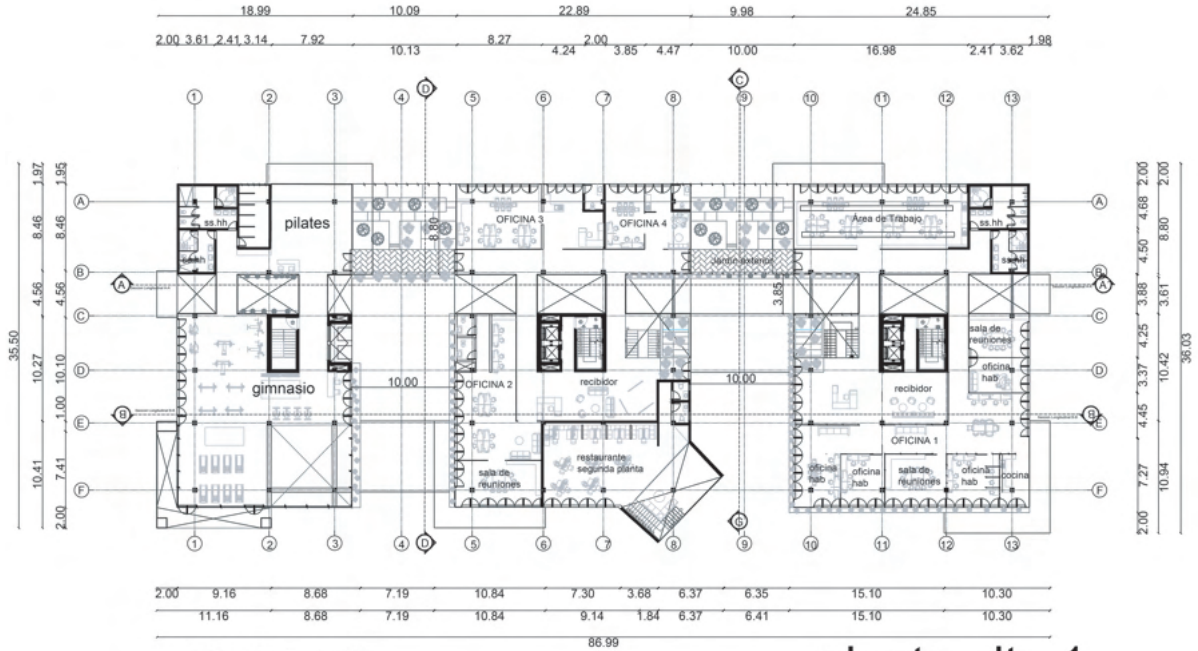


SUBSUELO 2 Y 3

ESC:1:100



# Planta alta 1



ESC:1:100



planta alta 1

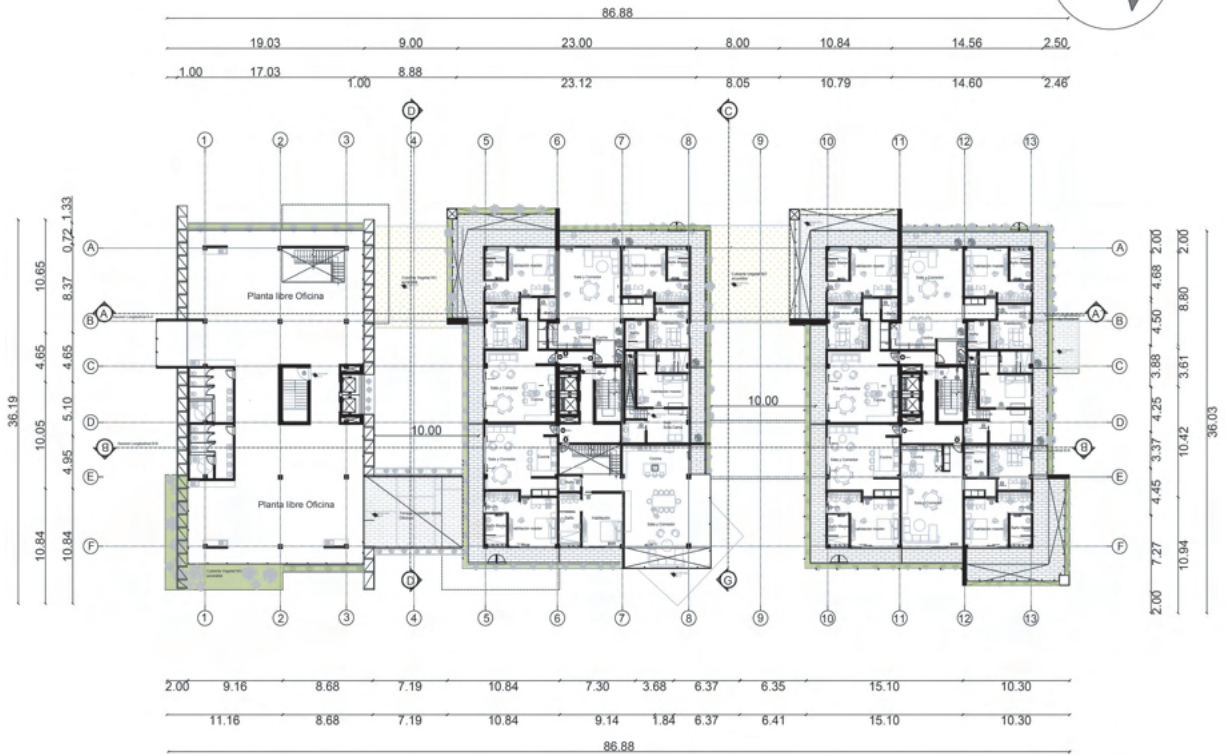
# Planta alta 2



planta alta 2



# Planta alta 3

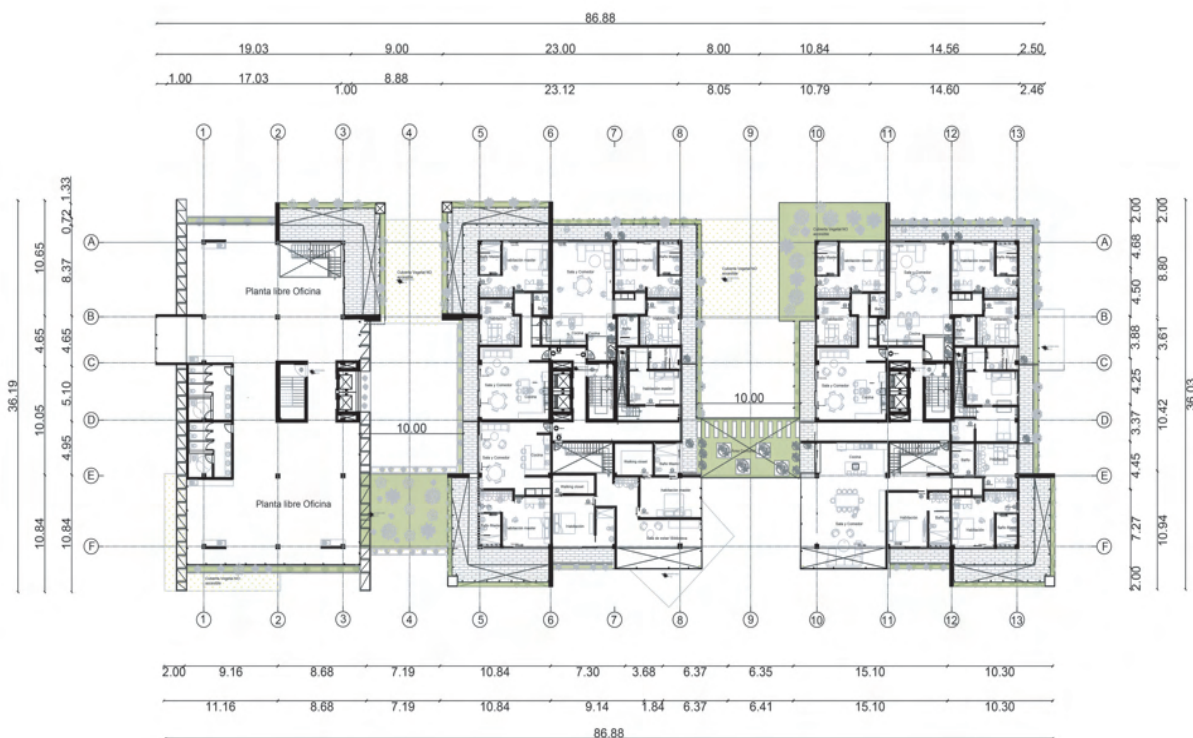


ESC:1:100

planta alta 3



# Planta alta 4

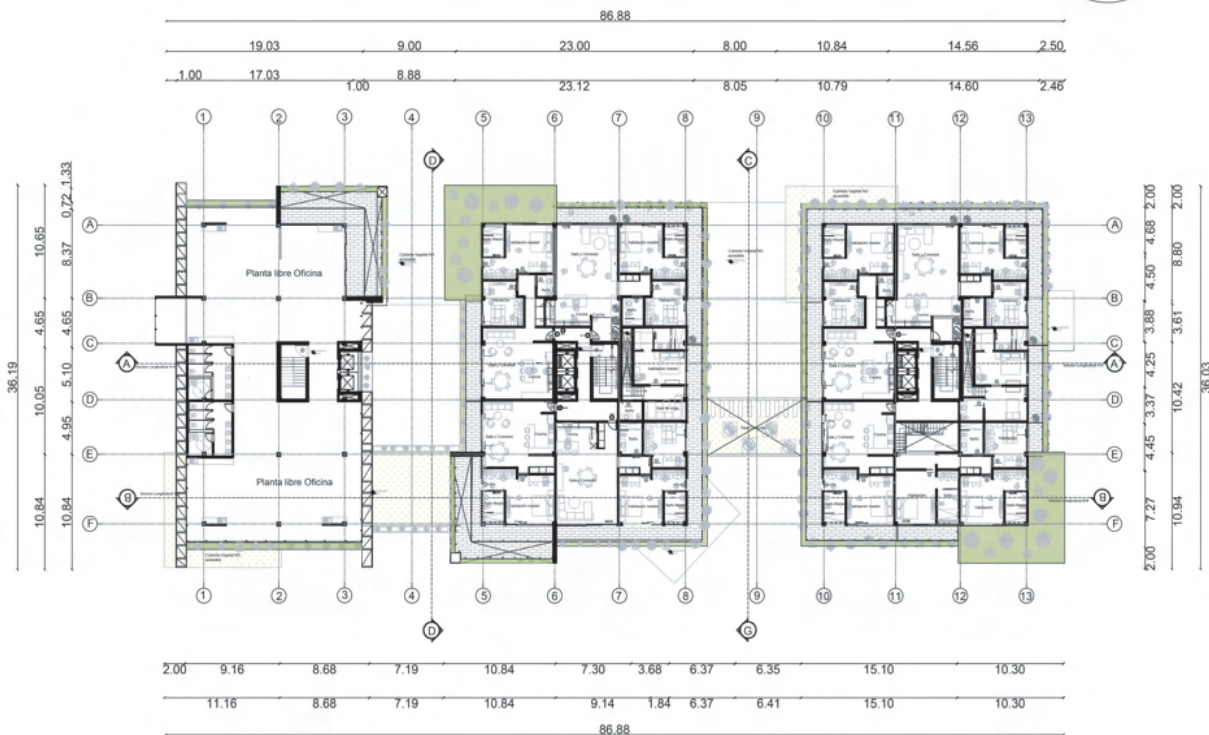


ESC:1:100

planta alta 4



# Planta alta 5

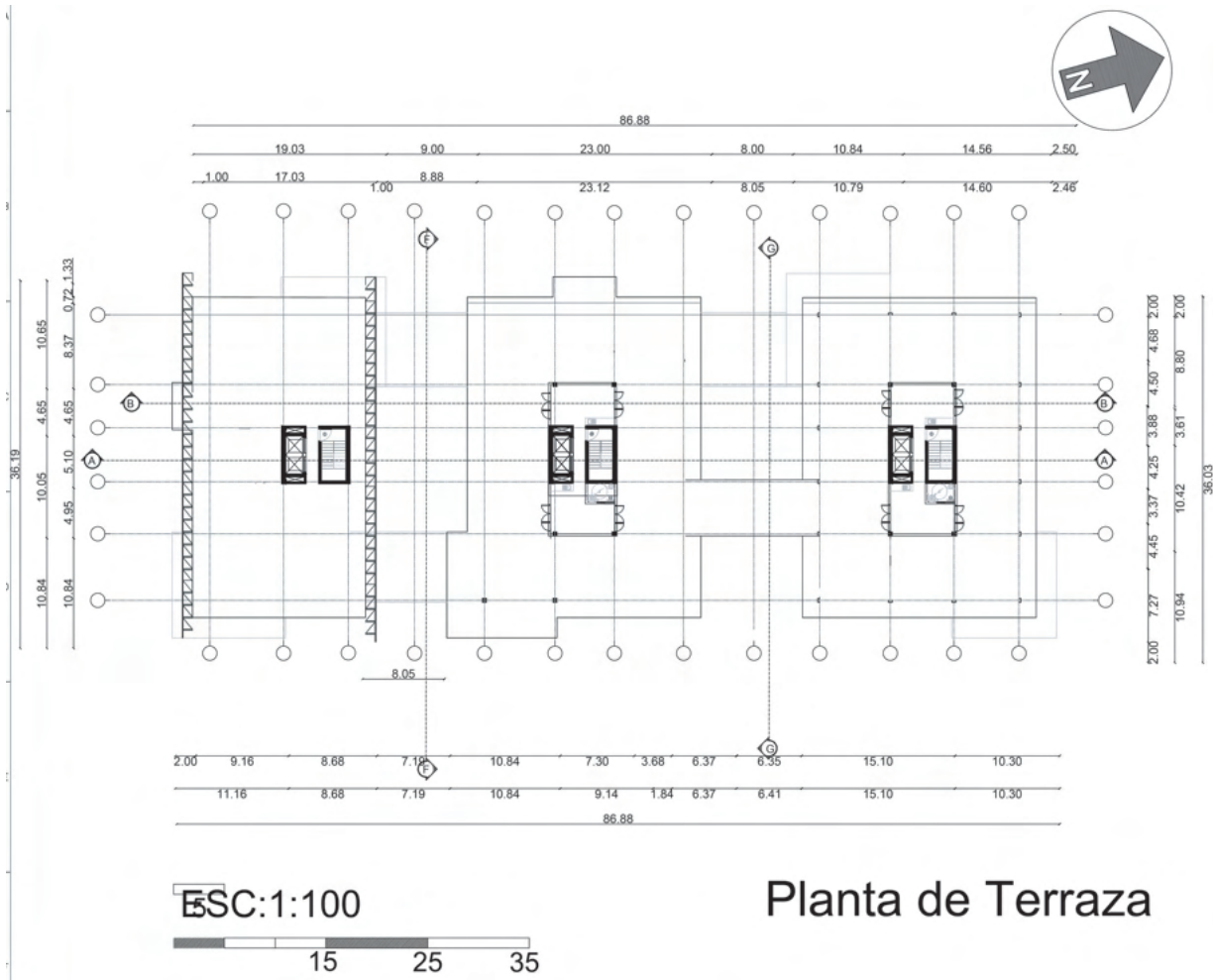


ESC:1:100

planta alta 5



# Planta terrazas



**Fachadas**



Fachada Este

ESC:1:100



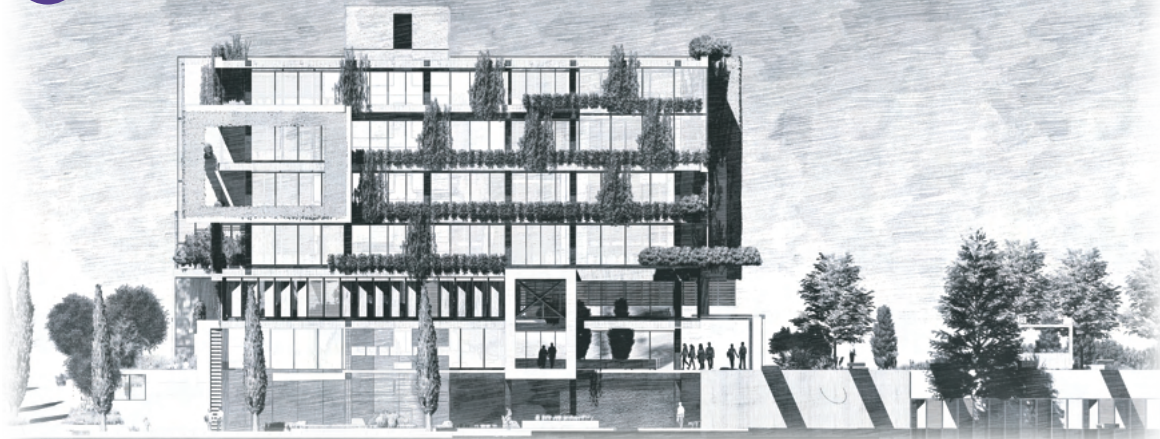
Fachada Oeste

ESC:1:100

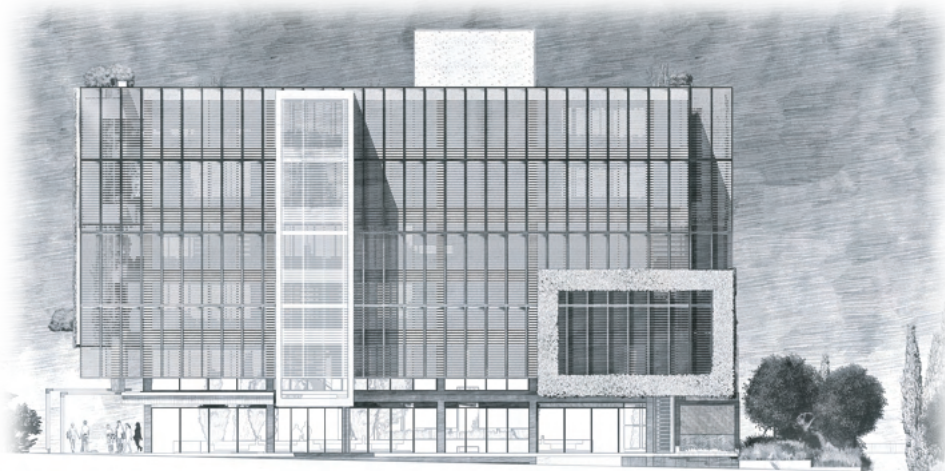




 Fachadas



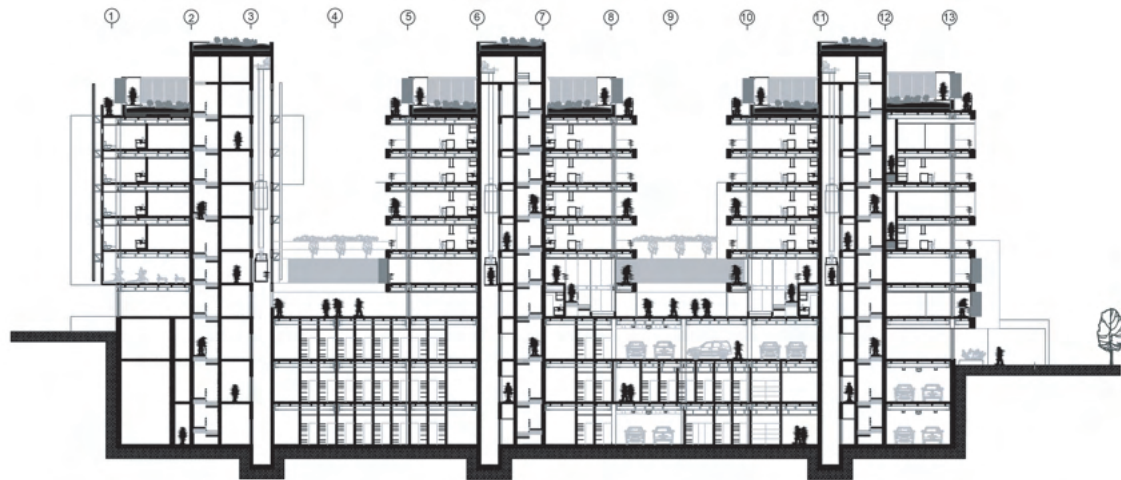
ESC:1:100



ESC:1:100



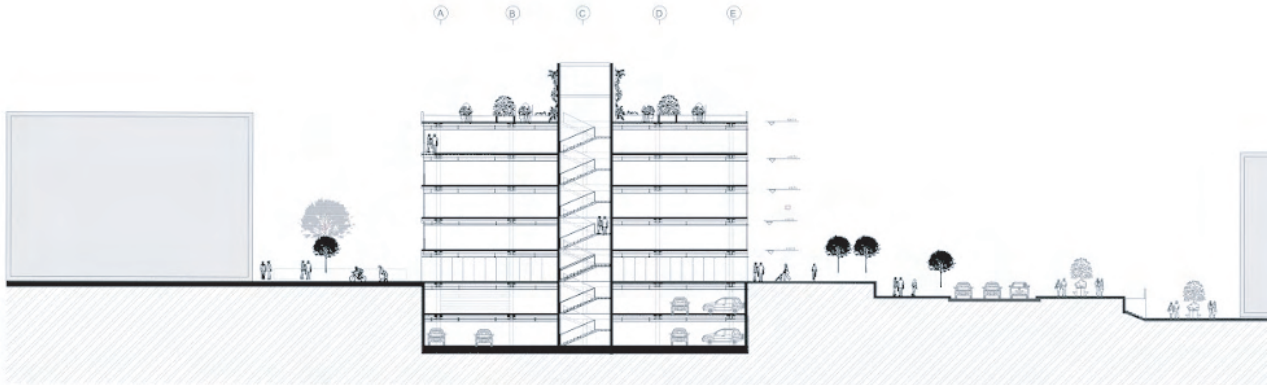
Secciones



ESC:1:100  
35 25 15 5

Sección A-A

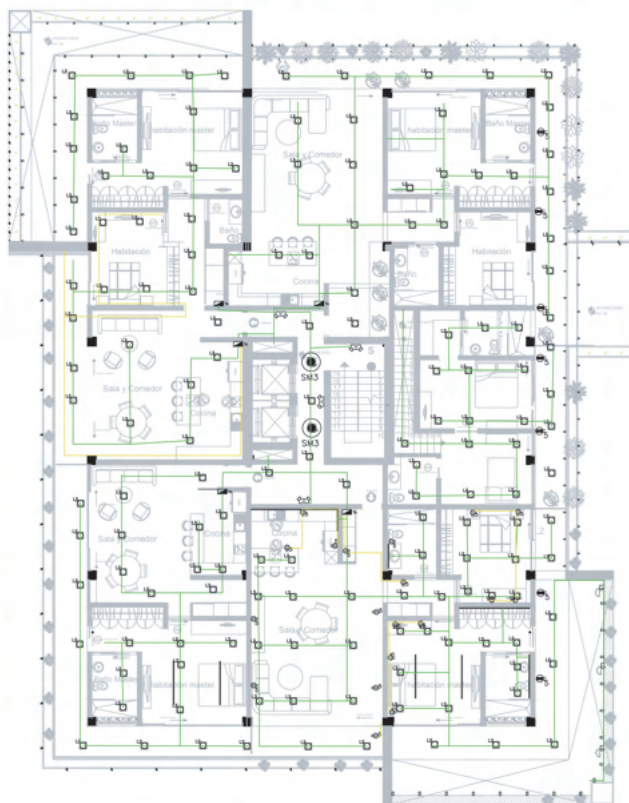
 Secciones



Seccion Longitudinal B-B

Esc 1:100

# Redes eléctricas: iluminación



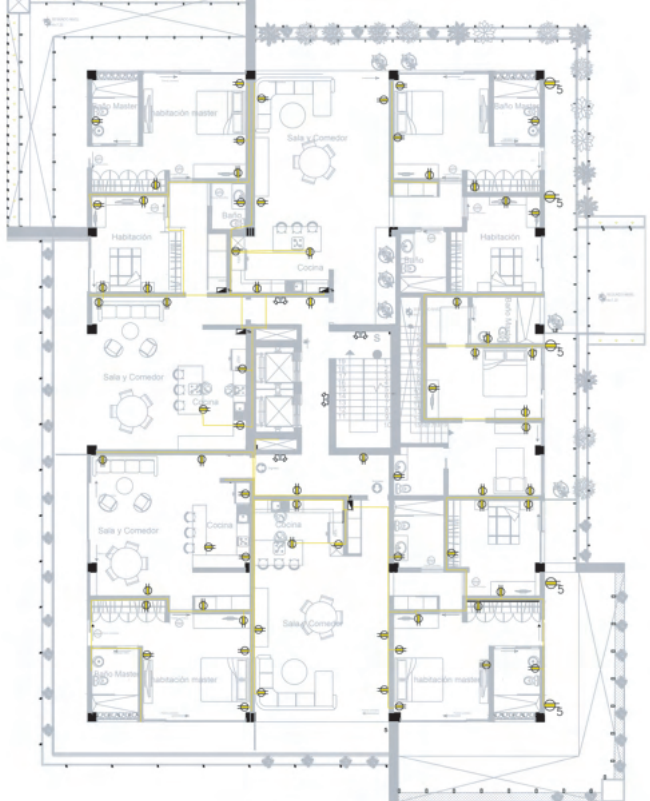
## SISTEMA ELÉCTRICO PLANTA TIPO 3 TORRE 1

ESC:1:100



SIMBOLOGÍA	
	L1. LUMINARIA DECORATIVA, CERRADA, HERMÉTICA, IP67, 18 W, TIPO BALDA PARA MONTAJE EMPOTRADO EN EL PISO, CUERPO DE MATERIAL INÉRTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO, CON MARCO ACABADO CON ACERO INOXIDABLE, VIDRIO TEMPLADO PARA PROTECCIÓN, DE 12 mm DE ESPESOR, DE ALTA RESISTENCIA MECÁNICA, CAPAZ DE SOPORTAR 3 000 kg, CON LAMPARAS LED MONOCROMÁTICAS, BLANCO NEUTRO 4 000 K, DE 20 W, 22 V, ANGLULO DE APERTURA 30°, COLOR ACERO INOXIDABLE PULIDO, COMPLETA.
	L2. LUMINARIA DECORATIVA, TIPO PLAFÓN PARA MONTAJE SOBRE PUESTO A LOSA, CUERPO METÁLICO CON LAMPARAS LED DE 10 W, 22 V, 180 LM, COMPLETA CON ACCESORIOS DE MONTAJE, BLANCO NEUTRO 4 000 K, ANGLULO DE APERTURA 30°, COLOR ACERO INOXIDABLE PULIDO, COMPLETA IP 65, H 59 DE 140 mm (Inch=16,000 - 188 - 4000 - 1000 - 80000000 - 100000000).
	L3. LUMINARIA TIPO CERRADA, HERMÉTICA, A PRESIÓN DE HUMEDAD, PARA MONTAJE SOBRE PUESTO A LOSA, CUERPO METÁLICO PINTADO DE COLORES BLANCO, CON DIFUSOR PRISMÁTICO, DESMONTABLE CON GANCHOS O SERRANAS, CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 30 W, 120 V, CON DALI AUTO-ELECTRÓNICO COMPATIBLE CON SENSOR DE MOVIMIENTO, Y FACTOR DE POTENCIA CORREGIDO, COMPLETA CON ACCESORIOS PARA INSTALACIÓN.
	L4. LUMINARIA TIPO AFLUJO DECORATIVO CERRADO, PARA USO EXTERIOR, MONTAJE ADOSADO A PARED, CUERPO METÁLICO PINTADO DE COLORES BLANCO, CON DIFUSOR DE CRISTAL TRANSLÚCIDO TRANSPARENTE DE ALTA PUREZA, ANTIVANDALICO, CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE 30 W, 120 V, COMPATIBLE PARA OPERACION CON SENSOR DE MOVIMIENTO, FACTOR DE POTENCIA CORREGIDO, COMPLETA CON ACCESORIOS PARA INSTALACIÓN.
	L5. LUMINARIA TIPO AFLUJO DECORATIVO CERRADO, PARA USO EXTERIOR, MONTAJE EMPOTRADO EN LA PARED, CUERPO METÁLICO ACABADO EN ACERO INOXIDABLE, CON DIFUSOR DE CRISTAL TRANSLÚCIDO TRANSPARENTE DE ALTA PUREZA, ANTIVANDALICO, CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE 30 W, 120 V, COMPATIBLE PARA OPERACION CON SENSOR DE MOVIMIENTO, FACTOR DE POTENCIA CORREGIDO, COMPLETA CON ACCESORIOS PARA INSTALACIÓN.
	SENSOR DE MOVIMIENTO INFRARROJO PARA CONTROL DE LUMINARIAS CON INTERRUPTOR INCORPORADO 120 V, 1 000 W, COMPATIBLE CON BALASTOS ELECTRONICOS PARA CONEXION DIRECTA A LA CARGA, DE OPERACION AUTOMÁTICA, ANGLULO 120° HORIZONTAL Y 90° VERTICALES CON CALIBRACION DE 30 mm a 3 000 mm, ALCANCE MÁXIMO 8 m, MONTAJE HORIZONTAL, SOBRE PUESTO A LA LOSA.
	SENSOR DE MOVIMIENTO INFRARROJO PARA CONTROL DE LUMINARIAS CON INTERRUPTOR INCORPORADO 120 V, 1 000 W, COMPATIBLE CON BALASTOS ELECTRONICOS PARA CONEXION DIRECTA A LA CARGA, DE OPERACION AUTOMÁTICA, ANGLULO 120° HORIZONTAL Y 90° VERTICALES CON CALIBRACION DE 30 mm a 3 000 mm, ALCANCE MÁXIMO 8 m, MONTAJE VERTICAL, SOBRE PUESTO A LA PARED, ALTURA DE MONTAJE 3 300 mm (20 ft).
	SALIDA PARA TOMACORRIENTES ALIMENTADOS POR CIRCUITOS DE VOLTAJE REGULADO Y ALIMENTADOS POR CIRCUITOS DE LA RED PUBLICA 230 V, 120 V, MONTAJE SOBRE MESA DE TRABAJO.
	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE DOBLE, POLARIZADO, DE USO GENERAL, 120 V, CON PANA DE INCAJUELA ALIMENTADO POR EL CIRCUITO N.º 5, ALTURA DE MONTAJE 2 60 mm SOBRE EL NIVEL DEL PISO TERMINADO.
	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE DOBLE, POLARIZADO, DE USO GENERAL, A PRESIÓN DE HUMEDAD, 120 V, CON PANA DE INCAJUELA ALIMENTADO POR EL CIRCUITO N.º 6.
	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE DOBLE, POLARIZADO, DE USO GENERAL, 120 V, CON PANA DE INCAJUELA ALIMENTADO POR EL CIRCUITO N.º 6, ALTURA DE MONTAJE 2 10 mm SOBRE EL NIVEL DEL PLANO DE TRABAJO.
	SALIDA ESPECIAL: SE INDICA POTENCIA, VOLTAJE Y NUMERO DE FASES.
	TUBERIA DE PVC DE 1/2" CON 2 CONDUCTORES N.º 12 AMB PARA FASES Y NEUTRO Y 1 N.º 14 AMB PARA TIERRA DE UN CIRCUITO DE TOMACORRIENTE.
	TUBERIA DE PVC DE 1/2" CON 2 CONDUCTORES N.º 12 AMB PARA FASE Y NEUTRO Y N.º 14 PARA TIERRA, DE UN CIRCUITO DE ILUMINACION.
	DIAMETRO DE TUBERIA PVC CON CONDUCTORES N.º 12 39 mm (1 1/2" x EN 1/2"), 8 EN 3/4", 10 EN 1"
	LAMPARA DE EMERGENCIA BIFAZ 2x15 W REDUCIBLE AUTOMÁTAMENTE A 100% A 15 MIN, ALTURA DE MONTAJE 2 10 mm, SE INDICA TOMACORRIENTE ADJUNTO.
	LUMINARIA TIPO L2 DEL CIRCUITO 1 CONTROLADA POR EL DISPOSITIVO 6.
	INDICADOR TIPO CENTRO DE CARGA.
	AFLUJO LED, ADHESIVO.

# Redes eléctricas: tomacorrientes



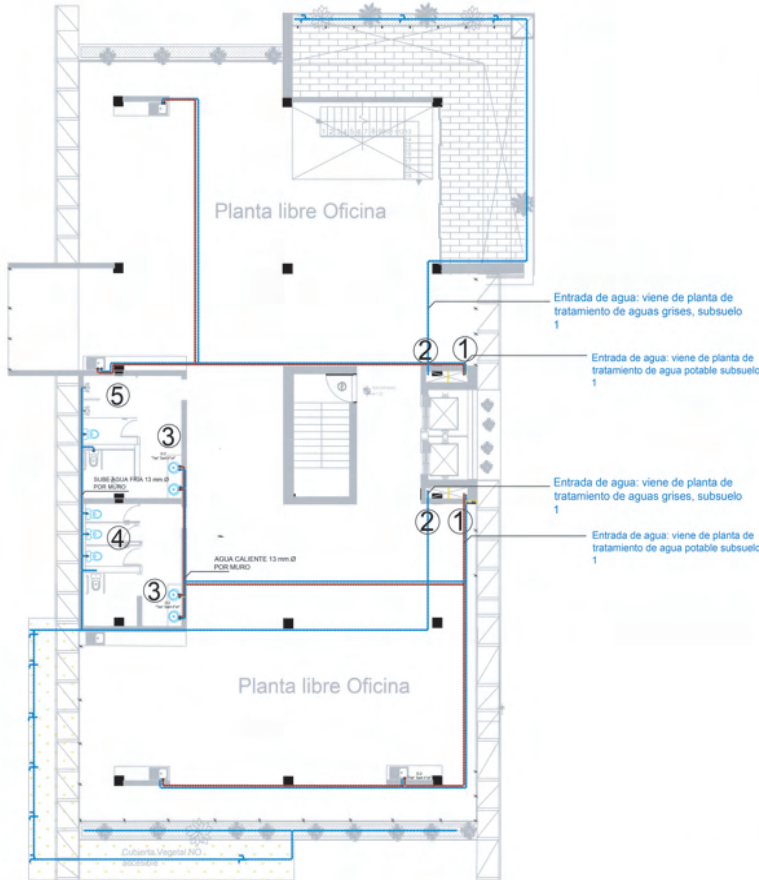
## SISTEMA ELÉCTRICO PLANTA TIPO 3 TORRE 1

ESC:1:100



SIMBOLOGÍA	
	L1 LAMPARAS DECORATIVAS, CERRADA, HERMETICA, IPET. M 12, TIPO BALIZA, PARA MONTAJE EMPOTRADO EN EL PISO, CUERPO DE MATERIA, INTERIOR REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO, CON MARRCO ACABADO CON ACERO INOXIDABLE, VIDRIO TEMPLADO PARA PROTECCION DE 12 mm DE ESPESOR, DE ALTA RESISTENCIA MECANICA, CAPAZ DE SOPORTAR 2.000 Kg., CON LAMPARAS LED MONOCROMATICAS, BLANCO NEUTRO 4.000K., 3.8 W., 25V., ANGULO DE APERTURA 30°, COLOR ACERO INOXIDABLE PULIDO, COMPLETA.
	L2 LAMPARAS DECORATIVAS, TIPO PARRILLA, PARA MONTAJE SOBRE PUESTO A LOSA. CUERPO METALICO CON LAMPARAS LED DE 30 W. 120 V. 40 Hz. 1.800 LM. COMPLETA CON ACCESORIOS DE MONTAJE. BLANCO NEUTRO 4.000K., ANGULO DE APERTURA 30°, COLOR ACERO INOXIDABLE PULIDO, COMPLETA. IP ET M 08 DE 1.00 (300-Dimmable) 1.600lm. 1000. 8000K. 8000. 3000 (2000lm) 1.600lm.
	L3 LAMPARAS TIPO CERRADA, HERMETICA, A PRESION DE HUMEDAD, PARA MONTAJE SOBRE PUESTO A LOSA. CUERPO METALICO PINTADO DE COLOR BLANCO, CON DIFUSOR DE CRISTAL TRANSLUCIDO, DESMONTABLE CON GANCHOS O RESINAS, CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 30 W. 120 V. T5, CON BALASTO ELECTRONICO COMPATIBLE CON SENSORES DE MOVIMIENTO, Y FACTOR DE POTENCIA CORREGIDO. COMPLETA CON ACCESORIOS PARA INSTALACION.
	L4 LAMPARAS TIPO APLIQUE DECORATIVO CERRADO, PARA USO EXTERIOR, MONTAJE ADOSADO A PARED, CUERPO METALICO PINTADO DE COLOR BLANCO, CON DIFUSOR DE CRISTAL TRANSLUCIDO TRANSPARENTE DE ALTA PUREZA, ANTIHUMEDAD, CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE 9 W. 120 V., COMPATIBLE PARA OPERACION CON SENSORES DE MOVIMIENTO, FACTOR DE POTENCIA CORREGIDO. COMPLETA CON ACCESORIOS PARA INSTALACION.
	L5 LAMPARAS TIPO APLIQUE DECORATIVO CERRADO, PARA USO EXTERIOR, MONTAJE EMPOTRADO EN LA PARED, CUERPO METALICO ADOSADO EN ACERO INOXIDABLE, CON DIFUSOR DE CRISTAL TRANSLUCIDO TRANSPARENTE DE ALTA PUREZA, ANTIHUMEDAD, CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE 9 W. 120 V., COMPATIBLE PARA OPERACION CON SENSORES DE MOVIMIENTO, FACTOR DE POTENCIA CORREGIDO. COMPLETA CON ACCESORIOS PARA INSTALACION.
	SENSOR DE MOVIMIENTO INFRARROJO PARA CONTROL DE LAMPARAS CON INTERRUPTOR INCORPORADO 120 V., 1.000 W. COMPATIBLE CON BALASTOS ELECTRONICOS, PARA CONEXION DIRECTA A LA CARGA DE OPERACION AUTOMATICA, RANGO 120° HORIZONTALES Y 0° VERTICALES CON CALIBRACION DE 30 cm a 30 m. ALCANCE MAXIMO 8 m. MONTAJE HORIZONTAL, SOBRE PUESTO A LA LOSA.
	SENSOR DE MOVIMIENTO INFRARROJO PARA CONTROL DE LAMPARAS CON INTERRUPTOR INCORPORADO 120 V., 1.000 W. COMPATIBLE CON BALASTOS ELECTRONICOS, PARA CONEXION DIRECTA A LA CARGA DE OPERACION AUTOMATICA, RANGO 120° HORIZONTALES Y 0° VERTICALES CON CALIBRACION DE 30 cm a 30 m. ALCANCE MAXIMO 8 m. MONTAJE VERTICAL, SOBRE PUESTO A LA PARED, ALTURA DE MONTAJE: 2.30m/0.20m.
	SALIDAS PARA TOMACORRIENTES ALIMENTADOS POR CIRCUITOS DE VOLTAJE REGULADO Y ALIMENTADOS POR CIRCUITOS DE LA RED PUBLICA 200 W., 120 V. MONTAJE, SOBRE MESAS DE TRABAJO.
	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE DOBLE, POLARIZADO, DE USO GENERAL, 15 A., 120 V. CON TAPA DE BAGUETA, ALIMENTADO POR EL CIRCUITO No. 8 ALTURA DE MONTAJE: 0.40 m SOBRE EL NIVEL DEL PISO TERMINADO.
	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE DOBLE, POLARIZADO, DE USO GENERAL, A PRESION DE HUMEDAD, 15 A., 120 V. CON TAPA DE BAGUETA, ALIMENTADO POR EL CIRCUITO No. 9.
	ALTURA DE MONTAJE: 0.40 m SOBRE EL NIVEL DEL PISO TERMINADO.
	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE DOBLE, POLARIZADO, DE USO GENERAL, 15 A., 120 V. CON TAPA DE BAGUETA, ALIMENTADO POR EL CIRCUITO No. 8 ALTURA DE MONTAJE: 0.15 m SOBRE EL NIVEL DEL PLANO DE TRABAJO.
	SALIDA ESPECIAL. SE INDICA POTENCIA, VOLTAJE Y NUMERO DE FASES.
	TUBERIA DE PVC DE 1/2" CON 2 CONDUCTORES No.12 AWG THHN PARA FASE Y NEUTRO Y 1 No. 14 AWG THHN PARA TIERRA DE UN CIRCUITO DE TOMACORRIENTES.
	TUBERIA DE PVC DE 1/2" CON 2 CONDUCTORES No.12 AWG THHN PARA FASE Y NEUTRO Y No.14 PARA TIERRA, DE UN CIRCUITO DE ILUMINACION.
	DIAMETRO DE TUBERIAS PVC CON CONDUCTORES No.12 THHN : HADA : 4 EN 1/2", 6 EN 3/4", 10 EN 1"
	LAMPARA DE EMERGENCIA BIFOCAL 2x15 W. REDUCIBLE AUTOMATICAMENTE AUTONOMA. > 15 MIN. ALTURA DE MONTAJE : 2.10 m. SE INSTALA TOMACORRIENTE ADJUNTO.
	LAMPARAS TIPO L2 DEL CIRCUITO 1 CONTROLADA POR EL DEPOSITO 8.
	TABLETO TIPO CENTRO DE CARGA.
	APLIQUE LED. ADHESIVO.

# Redes hidrosanitarias



SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA AGUA FRÍA
	TUBERÍA AGUA CALIENTE
B.A.F.	BAJA / SUBE COLUMNA DE AGUA FRÍA
B.A.F.	BAJA / SUBE COLUMNA DE AGUA CALIENTE
	MEDIDOR
	sistema de riego exterior

Existen dos tipologías de entrada de agua a las plantas arquitectónicas:

1. Agua potable para consumo humano la cual será la encargada de abastecer la demanda de agua para ingerir, preparación de alimentos y aseo personal.
2. Recirculación de aguas grises tratadas. Se encarga del llenado de inodoros, urinarios e irrigación de jardines.

## Detalle grifería sanitario ③



## Detalle Urinario al vacío ④



## Detalle Urinario al vacío ⑤

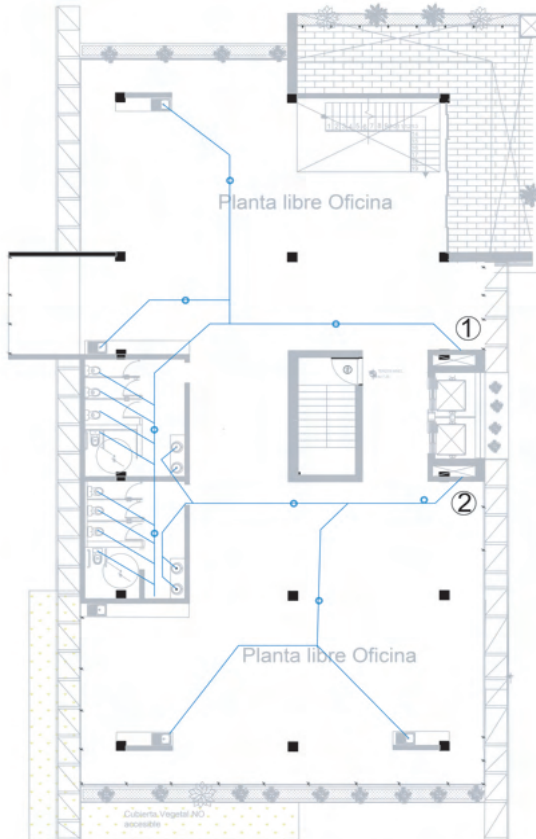


ESC:1:100



PLANTA TIPO 3 TORRE 3  
SISTEMAS  
HIDROSANITARIOS

# Redes hidrosanitarias



SIMBOLOGIA			
—	TUBERIAS DE POLIETILENO	∟	CODO 45°
⊖	BAJANTE AGUAS SERVIDAS	∟	YEE 45°
○	VENTILACIÓN	∩	SIFON
⊕	PUNTO DE DESAGUE	⊥	TEE
⊠	CAJA DE REVISION	⊥	CODO
○	REJILLA	↓	TAPON

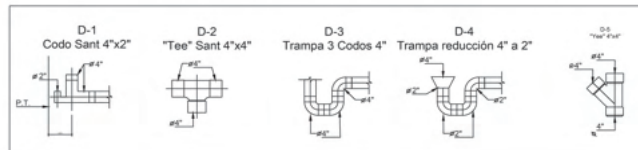
Existen dos tipologías de bajantes de agua para sus diferentes tratados y posterior utilización.

1. Aguas jabonosas, con pocos o nulos desechos biológicos, la cual será enviada a la planta de tratamiento de aguas grises para su futura reutilización en los sistemas sanitarios y de riego. ①

2. Aguas negras que serán enviadas al biodigestor para su posterior utilización como bio gas y su infiltración en el sistema natural. ②

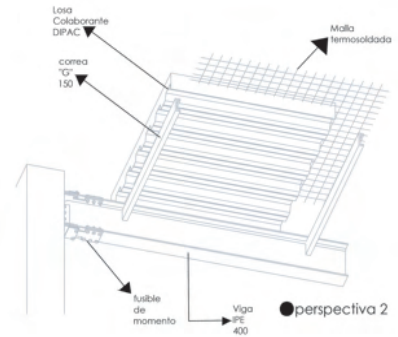
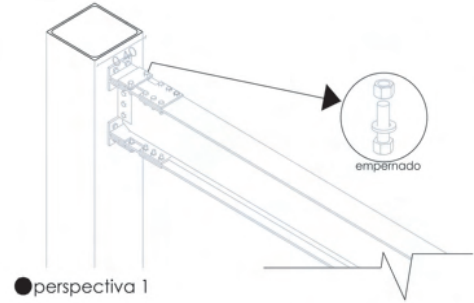
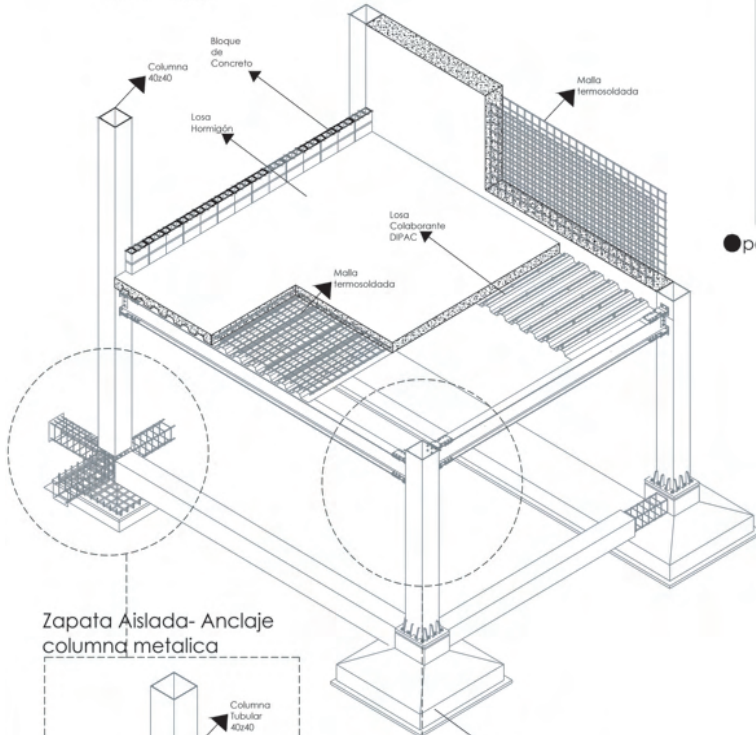
## PLANTA TIPO 3 TORRE 3 SISTEMAS HIDROSANITARIOS

ESC:1:100

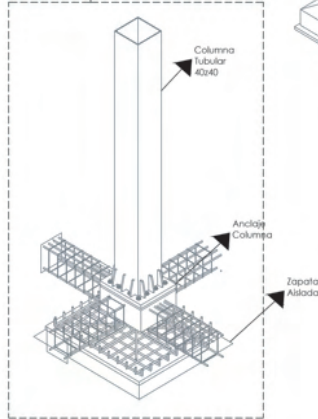


# Detalles estructurales

● Detalle Sistema Constructivo y cimentación

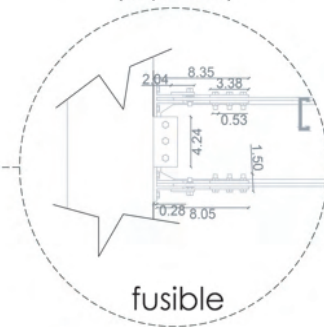


Zapata Aislada- Anclaje columna metálica



Zapata Aislada

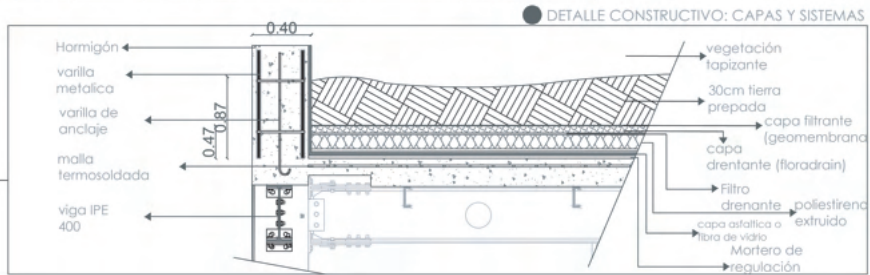
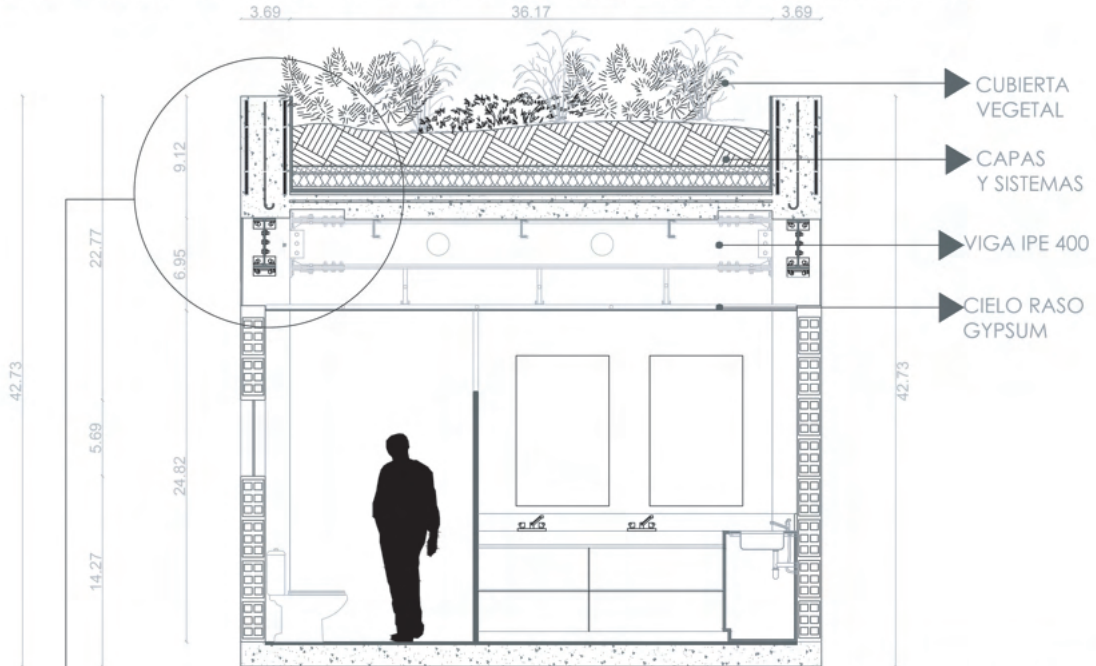
● Detalle viga-columna (empinado)





# Detalles constructivos: cubierta vegetal

## DETALLE CONSTRUCTIVO: CUBIERTA VEGETAL



# CAPITULO 3

## 3.2 Cálculo

### 3.2.1 Cálculo de capacidad de carga de precipitaciones

Según los datos obtenidos por la estación de análisis climático del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología M5040 Tumbaco en el año 2020, expresado en el gráfico No. 3.22 mediante se puede concluir que Lumbisí tiene una precipitación anual de 1627 mm al año.

Figura 3.3

Meses y promedio de lluvia.

#### Estación M5040 TUMBACO

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
16°C	16°C	15°C	15°C	16°C	16°C	17°C	18°C	18°C	16°C	16°C	16°C
9°C	9°C	9°C	8°C	8°C	7°C	7°C	7°C	8°C	9°C	9°C	9°C
127 mm	118 mm	171 mm	152 mm	138 mm	71 mm	66 mm	73 mm	106 mm	197 mm	220 mm	190 mm

Lluvia anual: 1627mm

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INHAM). Estaciones climáticas [meses de lluvia]. Recuperado el 19 de diciembre de 2018, <http://www.inamhi.gob.ec>

Para el cálculo de captación de agua en cubiertas y fachadas se utilizó la siguiente fórmula: lluvia anual por superficie cubierta por factor de escorrentía es igual a la previsión de lluvia anual, como se demuestra en el siguiente gráfico:

Figura 3.4

Operación matemática para el cálculo de captación de agua lluvias

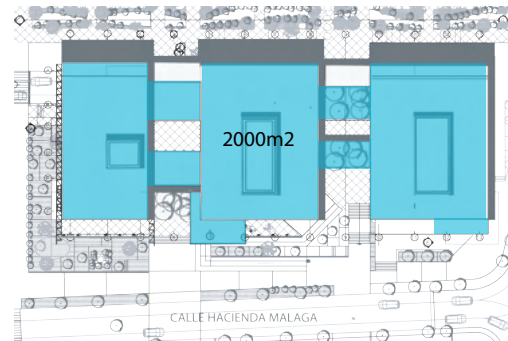


Elaboración Propia

Se calculó una superficie de cubierta de 2000 m<sup>2</sup>, un factor de escorrentía de 0,87 respecto a la superficie de cemento donde será recolectada el agua, dando como resultado un promedio anual de 2'830,980 litros de captación de lluvia por año. De la misma forma, se utilizó la calculadora de RUVIVAL que constata el promedio del agua recolectada de forma anual en cubiertas y fachadas obteniendo 2'830, 980 litros de captación de lluvia por año.

Figura 3.5

Cubiertas utilizables para la captación de aguas lluvias



Elaboración Propia

Figura 3.6

Cálculo de captación de aguas lluvias ( resultado final)



Elaboración Propia

### 3.2.2 Cálculo consumo de agua

Esta etapa tiene como objetivo la obtención de datos cuantitativos para determinar la demanda hídrica de una edificación base. El cálculo es la primera etapa para determinar con exactitud el gasto del agua dentro de una edificación y para poder cuantificar el mismo se emplea los siguientes métodos:

#### 1.Utilización de la aplicación de EDGE (EDGE APP)

La organización EDGE ha puesto a disposición del usuario una aplicación virtual

de cálculo en la que se ingresa en su base de datos los detalles del proyecto arquitectónico como son: tipología de la edificación, instalaciones, estructura, costos, datos climáticos del entorno para calcular el gasto de agua de la edificación. La finalidad es que, una vez obtenidos los resultados, se pueda aplicar estrategias de eficiencia hídrica y comparar la optimización del uso del agua dentro de la edificación.

Figura 3.7  
Aplicación de Edge y su metodología.



Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE). Aplicación y calculadora [app]. Recuperado el 19 de diciembre de 2018, <https://app.edgebuildings.com/project/allBuildings>

En el gráfico No 3.7 se muestra el cálculo del consumo final del agua, según los resultados obtenidos con la aplicación EDGE, estos son los siguientes: 1,036 m<sup>3</sup>/mes o 1036 litros.

## 2. Estadísticas de Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS)

Ya que el proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Quito, es relevante tomar en cuenta el dato la estadística de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) que demuestra que la utilización diaria de agua por persona se encuentra en un rango de 180 litros a 200 litros. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en la cuarta edición del Manual de guías para la calidad del agua de consumo humano, recomienda que el consumo de agua diaria por persona debería ser de hasta 100 litros. De acuerdo a los datos citados se puede concluir que en la ciudad de Quito se supera hasta en un 90 % el gasto de agua diario por persona comparado con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

Figura 3.8

Litros diarios por habitante, hasta el 2020



FUENTES: EAAB BOGOTÁ, EPMAPS, SEDAPAL LIMA, SACMEX MÉXICO, AGUAS ANDINAS CHILE / EC

## 3. Elaboración de tabla propia basada en Living Building Challenge

Esta tabla consiste en un método propio para calcular el gasto de agua de la edificación. El primer paso consiste en diferenciar los distintos usos de la edificación, como son; comercial, vivienda y oficina. El segundo paso consiste en definir de forma detallada el consumo de agua diario en cada espacio según su tiempo de actividad, tipología y equipos técnicos. Para llegar a la conclusión del gasto de agua, tomando en cuenta los parámetros detallados en líneas anteriores, se realizaron 16 tablas en relación a los 16 espacios, dando como resultado una tabla final en la que se indica que

el consumo total de la edificación que es de: 1036,224 litros al mes. (Anexo: tablas de cálculo)

Figura 3.9

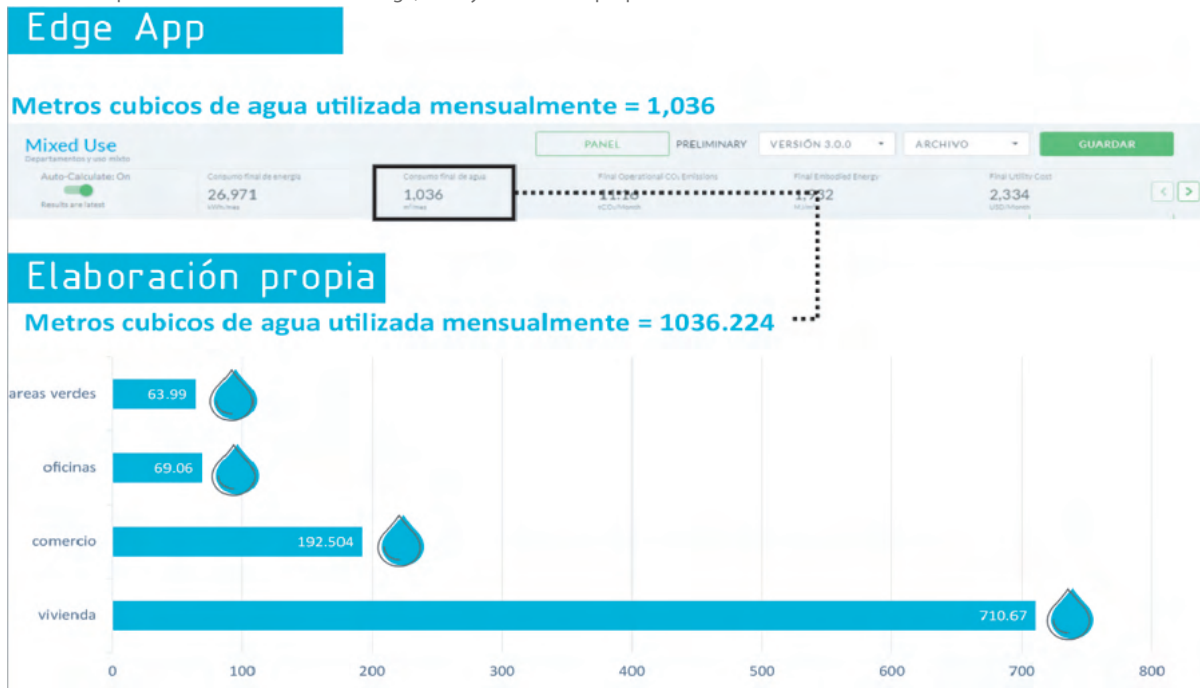
Tabla desafío del edificio vivo 3.1

DESAFÍO DEL EDIFICIO VIVO 3.1 Tabla del proyecto de uso y suministro de agua		Nombre del proyecto: Edificio de Vivienda - Lumbisí												
Resumen mensual		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Anual Total
rendimiento	Mes y año reales	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	m3
	Unidades de agua	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Suministro de agua	Agua de lluvia Cubierta	69.0	314.0	133.0	178.0	185.0	0.5	0.2	16.0	51.0	227.0	77.0	75.0	1325.7
	Condensado natural	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Superficie de suelo Agua	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Regenerado Agua gris	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	653.4
	Regenerado Condensador	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Uso de agua	Agua Total Real Suministro	209.5	761.5	353.5	454.5	470.5	55.5	54.9	89.5	169.5	564.5	227.5	222.5	3433
	Agua doméstica	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	2592
	Agua de proceso	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Uso de agua	Riego maceteros	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	288
	Agua total real Usar	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	2880

Living Building Challenge (L.B.C). Aplicación y calculadora [app]. Recuperado el 19 de diciembre de 2018, <https://living-future.org/lbc/water-petal/>

Para llegar al cálculo del consumo de agua del proyecto, se realizó un gráfico comparativo utilizando las tres metodologías antes explicadas, la conclusión de este análisis es que el edificio utiliza 1036,224 litros de agua de forma mensual, el consumo diario de agua por persona es de 190 litros, coincidiendo esta cantidad con los parámetros que establece la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS).

Figura 3.10  
Gráfico comparativo entre resultados de edge, L.B.C y Elaboración propia



Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE). Aplicación y calculadora [app]. Recuperado el 19 de diciembre de 2018, <https://app.edgebuildings.com/project/allBuildings>

Elaboración propia

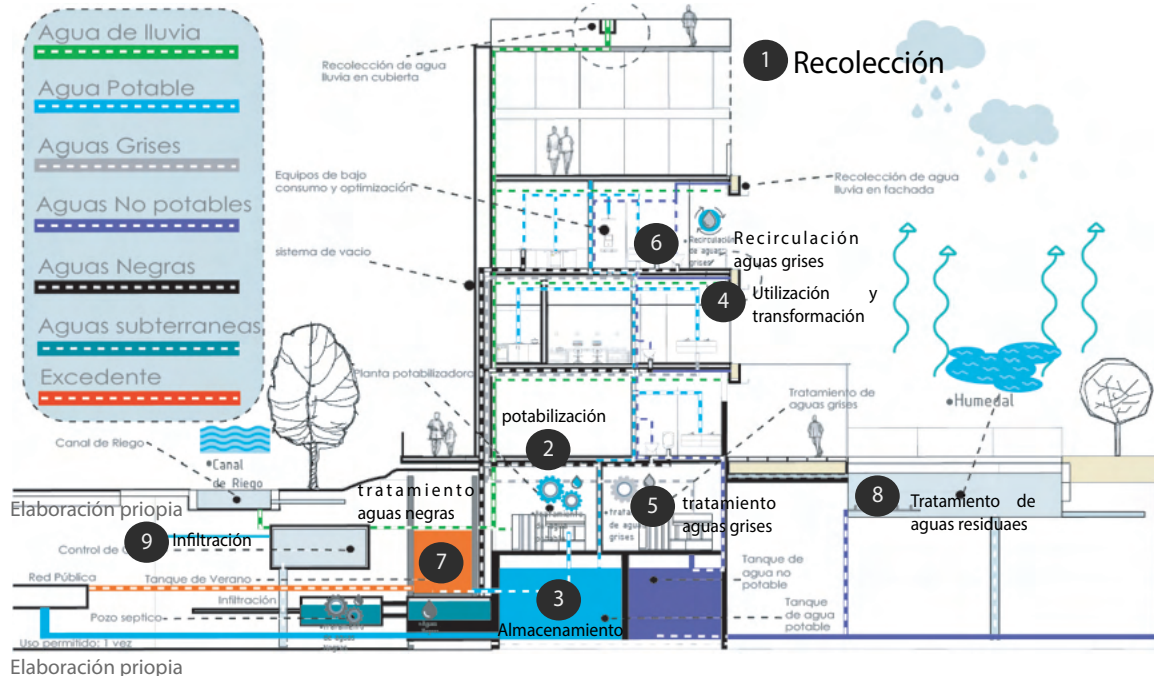
### 3.3 Aplicación de estrategias pasivas y activas

El objetivo de esta fase es la aplicación de estrategias pasivas y activas de eficiencia hídrica en el diseño de la edificación con base en el concepto de Net zero building o edificio desconectado de la red pública, en el cual la edificación busca lograr la

lograr la autosuficiencia y posible aporte a su entorno mediante la repartición de aguas residuales.

En el siguiente gráfico se explicará el funcionamiento técnico del sistema hídrico optimizado:

Figura 3.11  
Diagrama en sección de las estrategias de eficiencia hídricas aplicadas en la edificación base.





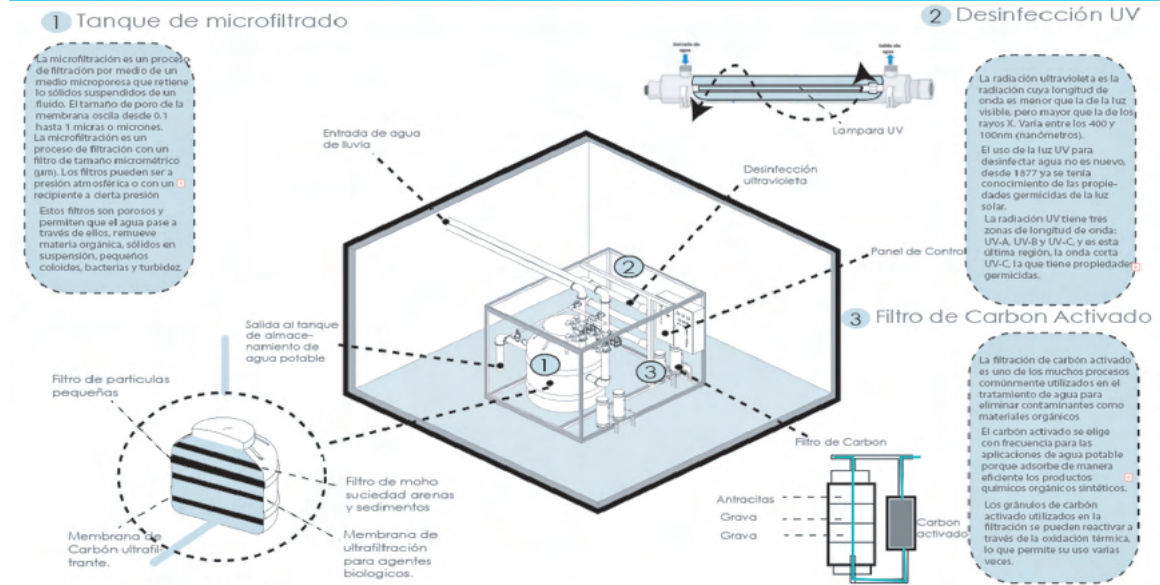
Como se visualiza en el gráfico No. el proceso comienza con la estrategia pasiva de recolección de agua lluvia en fachadas y cubiertas, estas aguas son dirigidas mediante tuberías de polietileno de alta densidad hacia la planta potabilizadora de microfiltración de carbón activado en línea que sustituye el proceso de cloración agregando dosificadores de carbonato de sodio

(cumpliendo los parámetros de certificación de Living Building Challenge).

La planta de tratamiento de agua potable de microfiltración maneja un tratamiento de 2830.98 m<sup>3</sup> de agua y toda el agua que entra en este proceso sale sin ninguna pérdida de volumen, su fabricante es Fibras y Normas Cldta y tiene una capacidad de 5 litros por segundo apta para la utilización de 2200 personas. su código en el mercado

Figura 3.12  
Detalle constructivo de planta de tratamiento de agua potable.

## Planta de tratamiento de agua potable



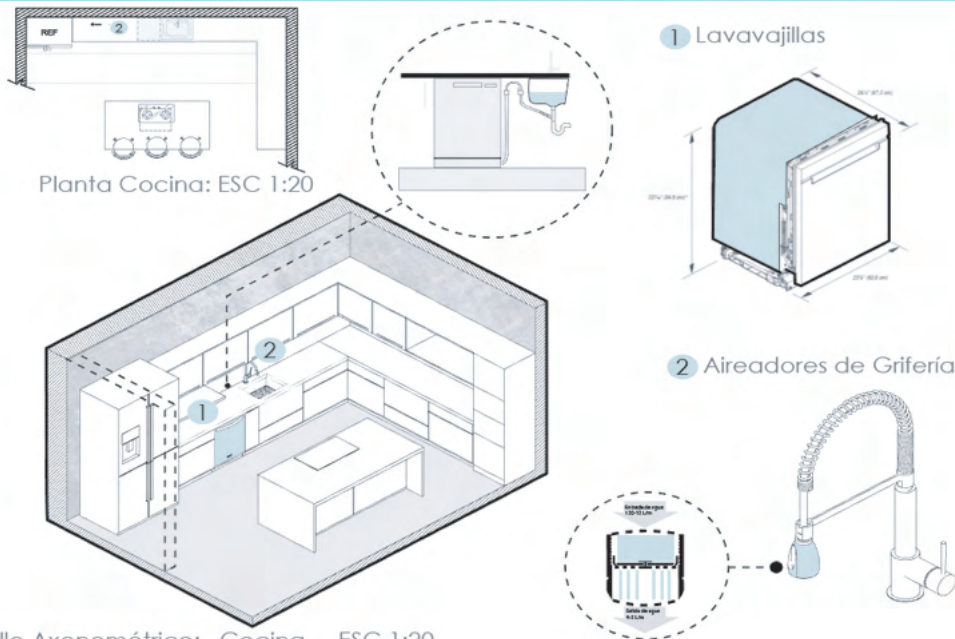
Elaboración propia

El siguiente paso involucra aplicar la estrategia activa de equipos técnicos como inodoros, urinarios al vacío, temporizadores de duchas, grifería de botón, sifones active trap, aireadores de grifería, lavaplatos y lavadoras en seco (ver anexo de equipos técnicos).

Las lavadoras fueron excluidas de un espacio en los departamentos, para así estandarizar su uso de forma comunal con lavadoras inteligentes en seco, esto ayudara a la interacción entre usuarios y a un ahorro del 99% en la utilización de agua en lavado.

Figura 3.13  
Detalles constructivos de equipos sanitarios: Cocina

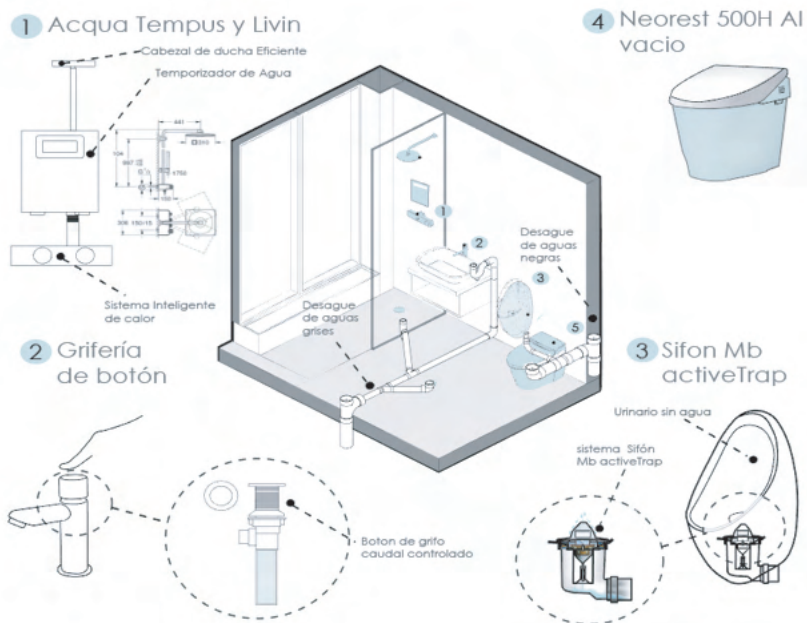
## Equipos Sanitarios: Cocina



Detalle Axonómico: Cocina ESC 1:20  
Elaboración propia

Figura 3.14  
Detalles constructivos de equipos sanitarios: Baño

## Equipos Sanitarios: Servicios Higienicos



Elaboración propia

Los equipos técnicos de cocina y sanitarios se utilizaron marcas como Edesa, FyV, han sido seleccionados rigurosamente en restrictor, American Standar, aqua tempus, funcion a la reduccion de la demanda hidri- Graitman los cuales son de facil acceso a sus ca, su eficiencia en realcion al uso y man- especificaciones técnicas que seran tenimiento, disponibilidad en el mercado anexadas a este documento. (anexo: espe- ecuatoriano. cificaciones técnicas)

Figura 3.15  
Optimización de equipos técnicos.



Elaboración propia

Posteriormente viene el diseño del almacenamiento del agua tratada y microfiltrada, que se utilizará para el higiene y consumo humano, exceptuando la utilización para descargas de inodoros e irrigación de jardineras. Una vez utilizada esta agua los residuos se dividirán en aguas grises y negras, que serán dirigidas mediante sistemas hidrosanitarios de vacío a sus respectivos procesos de tratamiento.

Una vez utilizada esta agua en los procesos cotidianos del usuario, sus residuos se dividirán en aguas grises ( pocos residuos biológicos) y negras ( alta cantidad de residuos biológicos, que serán dirigidas mediante sistemas hidrosanitarios de vacío a sus respectivos procesos de tratamiento.

Figura 3.16  
Sistema Hidrosanitario de Vacío

## Sistema hidrosanitario de Vacío



## Unidad de Recogida de vacío

fabricante: 

Capacidad 5 L/s

2,200 personas

Modular: si



Tuberías de polietileno de alta densidad.  
Recomendado por L.B.C por no permitir el p.v.c por su efecto contaminante

Elaboración propia

El tratamiento de las aguas grises consiste en el uso de un filtro percolador anaeróbico, el cual mediante procesos biológicos purificará el agua para su utilización en descargas de inodoros e irrigación de jardinerías.

En cuanto al tratamiento de aguas negras, este consiste en un biodigestor que sustituye a un pozo séptico, el cual permitirá purificar las aguas para su infiltración en el sistema natural y, a la vez, producir biogás con los vapores de los desechos sólidos.

Figura 3.17  
Detalle del filtro percolador modular para reciclaje de aguas grises

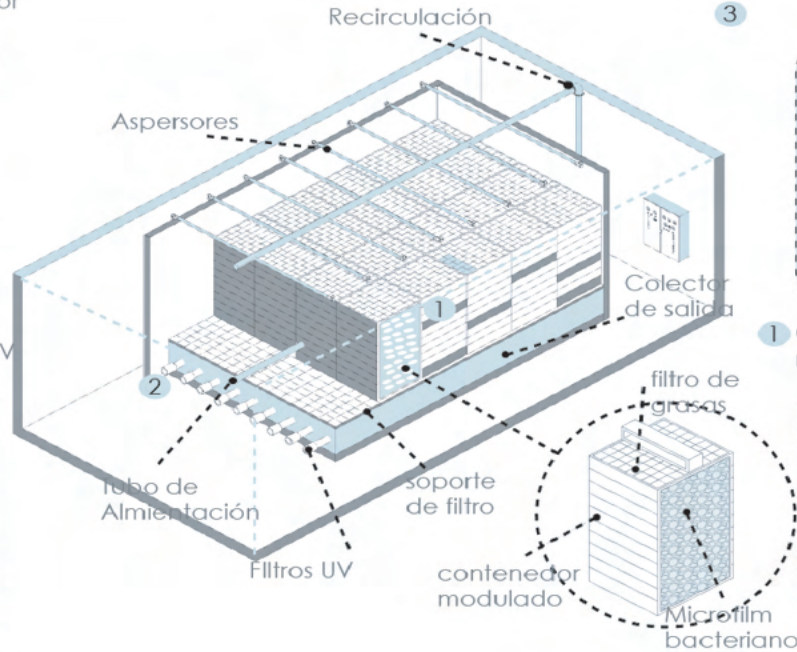
## Filtro Percolador modular para aguas grises

### 1 Filtro percolador

Los filtros percoladores son procesos de biopelícula en condiciones aerobias. Este tratamiento consiste en pasar el agua residual desde la parte superior del filtro sin inundar, a través de un material de relleno sobre el que crecen los microorganismos, que forman una biopelícula de espesor variable, normalmente de algunos milímetros.

### 2 Desinfección UV

La radiación ultravioleta es la radiación cuya longitud de onda es menor que la de la luz visible, pero mayor que la de los rayos X. Varía entre los 400 y 100nm (nanómetros).  
El uso de la luz UV para desinfectar agua no es nuevo, desde 1877 ya se tenía conocimiento de las propiedades germicidas de la luz solar.  
La radiación UV tiene tres zonas de longitud de onda: UV-A, UV-B y UV-C, y es esta última región, la onda corta UV-C, la que tiene propiedades germicidas.



El crecimiento progresivo de la biopelícula provoca que, a partir de un cierto espesor, ésta se desprenda arrastrada por el agua circulante. Para separar el agua filtrada del exceso de biopelícula es necesario un proceso de sedimentación posterior.

### 1 Contenedor modular

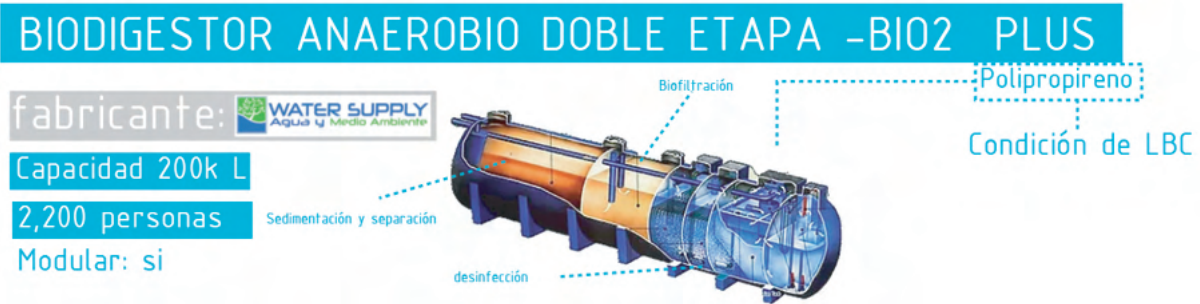
Superficie específica ( $m^2/m^3$ ): mide el área que ocupa el material de relleno por unidad de volumen A, mayor superficie específica, mayor capacidad para la fijación de la película bacteriana y, por tanto, mayor capacidad de tratamiento del filtro percolador. Esta superficie debe ser superior a  $40 m^2/m^3$  (WEF, 1992).

Elaboración propia

el filtro percolador de tratamiento biológico incorpora capas de filtración que generan una capa microbiológica que limpia la materia, descomponiéndola

y mediante un filtro ultra violeta se busca la desinfección y desodorización para su reincorporación en los servicios higiénicos (descargas de inodoros).

Figura 3.18  
Detalle de biodigestor Anaerobio doble



Elaboración propia

El biodigestor anaerobio doble, utiliza procesos biológicos de descomposición para generar residuos gaseosos utilizables para la cración de biogas y procesos de sedimentación y separación para dividir los desechos solidos y enviar el agua residual al proceso de infiltración o tratamiento en humedal.

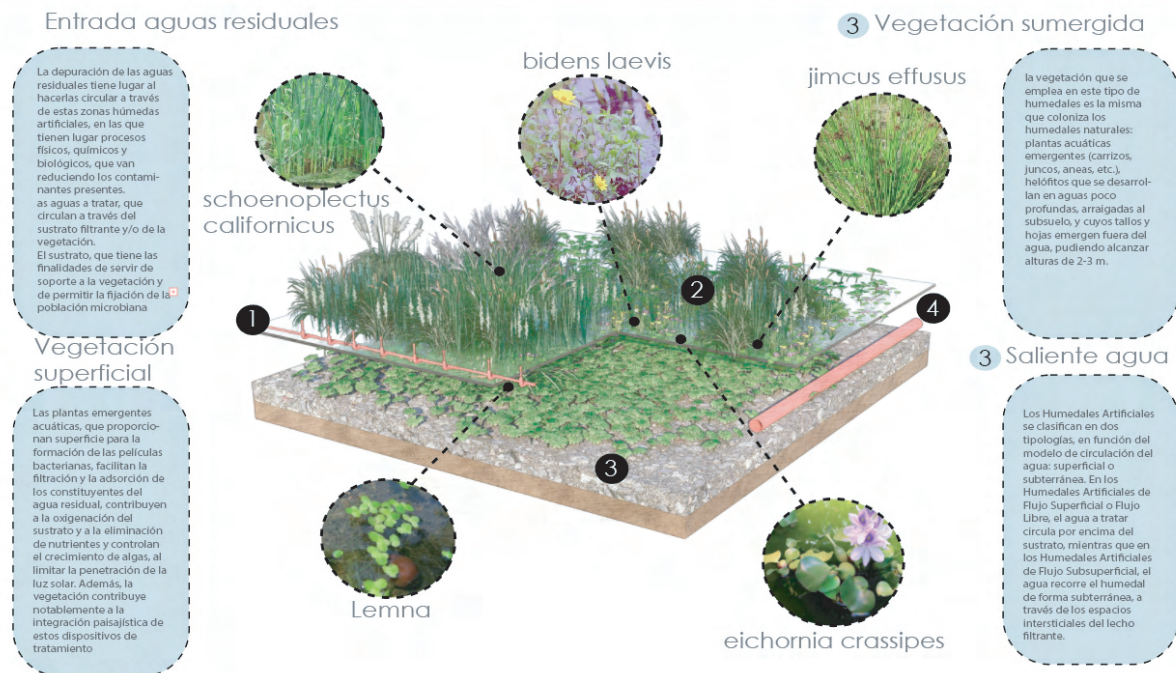
el biodigestor tiene una capacidad de 200k litros apta para la utilización de 2,200 personas, se ha cambiado al pvc como material por el polipropileno de alta densidad para adptarse a las condiciones de living building challenge y su petalo de agua.

La vegetación que se emplea en este tipo de humedales es la misma que coloniza los humedales

Para finalizar, el último paso es el tratamiento de aguas residuales que se lo realizará mediante un humedal de flujo superficial permitiendo al agua volver a su ciclo natural.

Figura 3.19  
Humedal de flujo superficial

## Humedal de flujo superficial artificial para aguas residuales



Elaboración propia

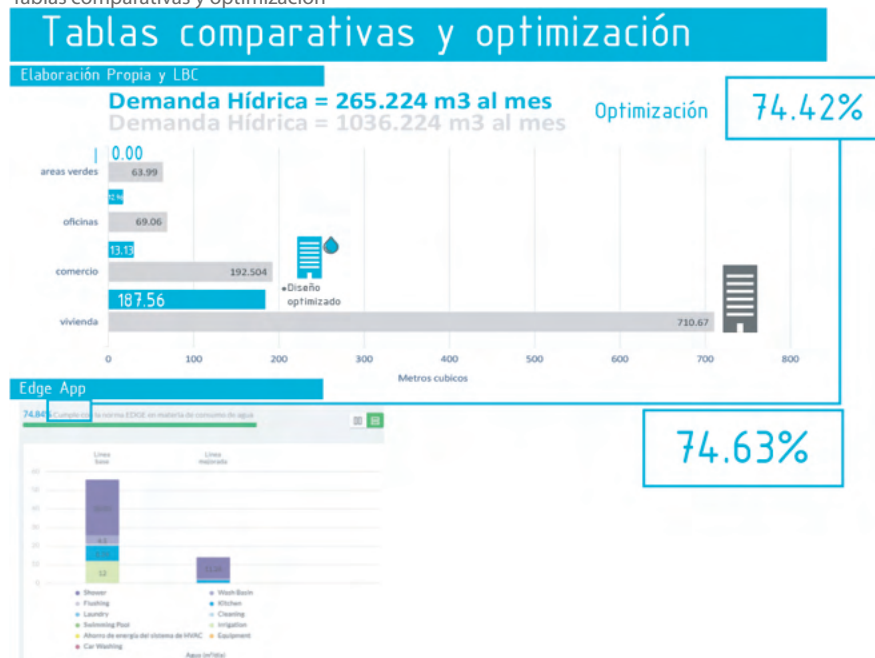


## 3.4 Resultados

### 3.4 Resultados de las estrategias activas y pasivas.

En este subtema se analiza el resultado de la aplicación de las estrategias, para ello se obtiene datos cuantitativos del consumo de agua en el caso optimizado, utilizando la misma metodología antes descrita: la calculadora de EDGE y tablas de elaboración propia basadas en Living Building Challenge,

Figura 3.20  
Tablas comparativas y optimización



Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE). Aplicación y calculadora [app]. Recuperado el 19 de diciembre de 2018, <https://app.edgebuildings.com/project/allBuildings>

La tabla No. muestra la optimización de eficiencia hídrica según la calculadora de EDGE en la que se observa una reducción del 74.63.% con respecto a la utilización del agua en el edificio sin las estrategias aplicadas.

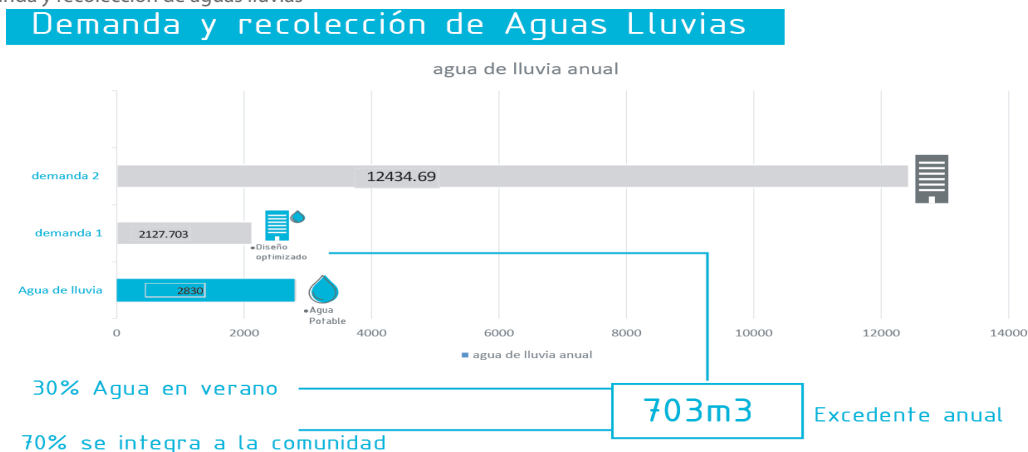
En concordancia con los datos obtenidos de la calculadora E.D.G.E, que se muestran en la tabla No. (tabla de EDGE) en la tabla de elaboración propia No. se muestra una optimización del 74.42% en relación a la edificación sin las estrategias de eficiencia hídrica aplicadas.

Por lo tanto, se puede llegar a la conclusión de que la optimización final de la eficiencia hídrica representa el promedio del resultado de la tabla de la elaboración propia y el de la calculadora de E.D.G.E resultando un 74,10 % superior respecto a la edificación base.

### 3.5 Resultados generales

Una vez completados todos los procesos de obtención de datos cuantitativos previos y los procesos de obtención de datos cuantitativos luego de la aplicación de estrategias de optimización de eficiencia hídrica se ha definido la siguiente tabla explicativa:

Figura 3.21  
Demanda y recolección de aguas lluvias



Elaboración propia

Del gráfico No. se concluye lo siguiente: la edificación base tiene un consumo de 12434.69 m<sup>3</sup> de agua al año, aplicando estrategias activas y pasivas de eficiencia hídrica la edificación se optimiza un 74.42 % es decir, 2127.703 m<sup>3</sup> al año, por lo tanto los 2830 m<sup>3</sup> de agua recogidos en cubiertas y fachadas son suficientes para satisfacer el 100% de las necesidades hídricas del proyecto y se proyecta 703 m<sup>3</sup> de agua al año como excedente, del cual el 30% se utilizará para almacenamiento para los meses de menor precipitación y el 70% restante se puede reintegrar a la comunidad como un aporte, logrando eficiencia hídrica.

# CAPITULO 3

## Renders

**Render Exterior**



**Render Exterior**



## Render Exterior



## Render Exterior



## Render Interior



## Render Interior





Render Interior



Render Interior



**Conclusiones y  
recomendaciones**

## Conclusiones

Este trabajo tuvo como objetivo verificar el impacto positivo de la aplicación de estrategias de eficiencia hídrica en un diseño arquitectónico, a través de la comparación cuantitativa, con estándares científicos, de un proyecto base y el mismo proyecto aplicando las estrategias; una vez obtenidos los resultados antes mencionados, se concluye que:

A diferencia del diseño base, el diseño que incluye las estrategias de eficiencia hídrica es 100% autosuficiente obteniendo toda la demanda de agua de su capacidad de carga de precipitaciones en el sector.

A diferencia del diseño base, el diseño que incluye las estrategias de eficiencia hídrica

no solamente cubre la demanda de agua de la edificación, sino que puede contribuir a la demanda de la

A diferencia del diseño base, el diseño que incluye las estrategias de eficiencia hídrica, cumple con los criterios de Living Building Challenge y obtendría la certificación "Pétalo de agua."

A diferencia del diseño base, el diseño que incluye las estrategias de eficiencia hídrica, cumple con los criterios de EDGE y obtendría la certificación sobre eficiencia de uso de agua.

Las estrategias de Eficiencia Hídrica aplicadas son capaces de reducir el consumo de agua en un 74%

Sin la aplicación de sistemas de Eficiencia Hídrica la edificación base no podría ser autosuficiente con la capacidad de carga del sector.

## Recomendaciones

Tomando en cuenta la efectividad de esta propuesta para obtener eficiencia hídrica en un proyecto arquitectónico y las consecuentes implicaciones positivas para la comunidad que podría tener la aplicación de estrategias como las aquí descritas, se propone las siguientes recomendaciones:

Considerar en los diseños arquitectónicos el concepto de la eficiencia hídrica como una forma de gestión del recurso indispensable en el momento actual de creciente demanda y futura escasez. Para ello es factible y recomendable utilizar las herramientas de cálculo de certificadoras internacionales, que aseguren estándares científicos. Así mismo se sugiere que para la realización de una edificación con concepto net0, o desconectada

de la red de agua potable, es fundamental incluir en el presupuesto el costo de la certificación por programas internacionales.

Considerar que a nivel estatal urge implementar una normativa que regule la posibilidad real de edificaciones net0, evitando vacíos legales y sobre todo posibilitando que la arquitectura actual sea consecuente con e incluso un vehículo de solución- los problemas de recursos afectados por el cambio climático.

Considerar importante, a nivel académico, la reflexión sobre la nueva mentalidad que involucra el diseño arquitectónico con enfoque regenerativo, más allá de lo sustentable, la cual, implica cambiar conceptos, patrones de consumo, innovar, crear y abrirse a nuevas y necesarias formas de vida.

**ANEXOS**

 Recorrido virtual



## **Anexo1: Tablas de cálculo**

[https://drive.google.com/drive/folders/1KU0ho9\\_OJ-KUX-9VJogvw5aivGKhkfTnX?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1KU0ho9_OJ-KUX-9VJogvw5aivGKhkfTnX?usp=sharing)

## **Anexo2: especificaciones técnicas de equipos**

<https://drive.google.com/drive/folders/1Ho-oWiWSjzjMICxR8-KOHP8XSC11LJnf?usp=sharing>

## **Anexo3: Planos técnicos arquitectónicos**

[https://drive.google.com/drive/folders/1o\\_XTq9q7-JI3mfc01Hln4RFf1d0WAOCgt?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1o_XTq9q7-JI3mfc01Hln4RFf1d0WAOCgt?usp=sharing)

## **Anexo 4: análisis normativa**

[https://drive.google.com/drive/folders/1S92jwL-JKSj0U0aOAZDw\\_aWjjY3riTmXo?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1S92jwL-JKSj0U0aOAZDw_aWjjY3riTmXo?usp=sharing)

## **Programa Arquitectónico**

[https://drive.google.com/drive/folders/1lj1PG-50\\_h6QP-93zL-laTH4xDZ7vqwHG?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1lj1PG-50_h6QP-93zL-laTH4xDZ7vqwHG?usp=sharing)

## **Análisis de Sitio**

[https://drive.google.com/drive/folders/1a\\$fu-NEC5yNYvLcTF9vcif4gfhc2\\_UYFZ?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1a$fu-NEC5yNYvLcTF9vcif4gfhc2_UYFZ?usp=sharing)

# BIBLIOGRAFÍA



## Bibliografía

1. Banco Mundial. (2020) Panorama General del Agua,1, recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview#1>
2. Baque, R., Simba, L., González, B., Suatunce, P., Diaz, E., & Cadme, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 109-117.
3. Delgado, G. C. (2015). Water and the political ecology of urban metabolism: the case of Mexico City. *Journal of Political Ecology*, 22(1), 98-114.
4. EPMAFS. (2011) Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ, Alcaldía de Quito.
5. FAO. (2013) Captación y almacenamiento de aguas de lluvia. Santiago de Chile.
6. Fernández, A. (2018). El agua en Latinoamérica. Futuros. Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires.
7. INEC. (2021) indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene. Quito.
8. La Roche, M. (2005) Arquitectura sustentable. Encuentro Nacional de Facultades de Arquitectura. Bucaramanga.
9. Manzano, C., Manríquez, I. (2013). Propuesta de estrategias de eficiencia hídrica local, comuna de la Pintana. Disertación doctoral, Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
10. Martínez, E., Vera, M., Meseguer, D. (2016). Análisis de estrategias pasivas para el incremento de la eficiencia en la arquitectura sostenible.
11. Newman, P., Beatley, T., & Boyer, H. (2009). Resilient cities: Responding to peak oil and climate change.
- Parker, H. (2021) Living Future 22: restoration + justice. Living Future Org.

## Biobliografía

12. Pochat, V., Donoso, M., & Saldarriaga, J. (2018). Proceso Regional de las Américas; Foro Mundial del agua 2018.
13. Reed, B. (2007) Shifting from 'sustainability' to regeneration, *Building Research & Information*. 674-680.
14. Rodríguez, J. P. (2010). Contaminación del agua. Contaminación ambiental en Colombia 255-300. Fundación en causa por el desarrollo humano. Bogotá.
15. Rosales, M. A., Rincón, F. J., & Millán, L. H. (2016). Relación entre Arquitectura-Ambiente y los principios de la Sustentabilidad. *Multiciencias*, 16(3), 259-266.
16. Rozas, P. (2011) Universalización del acceso a los servicios del agua y saneamientos: problemas de un desafío pendiente. CEPAL División de Recursos Naturales e Infraestructura. 9-9, recuperado de <https://www.cepal.org/sites/default/files/news/-files/rozasespanol.pdf>
17. SINA. (2021) Componentes del ciclo hidrológico en el mundo. Estudios de México. Gobierno de México.
18. Svampa, M. (2012). Pensar el desarrollo desde América Latina. Renunciar al bien común. *Extractivismo y (pos) desarrollo en América Latina*, 17-58.