



Ortiz, K. Villacis, M. (2022). Diseño de un edificio de vivienda social con aplicación de sistemas de eficiencia hídrica en el sector de Cumbayá, Quito, 2021. Universidad Tecnológica Indoamérica.



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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA SOCIAL CON APLICACIÓN DE SISTEMAS  
DE EFICIENCIA HÍDRICA EN EL SECTOR DE CUMBAYA, QUITO, 2021.**

Trabajo previo a la obtención de del título de Arquitecto

Autor

Kevin Omar Ortiz Carlosama

Tutor

Arq. Marcelo Raul Villacis Ormaza

Quito, Ecuador

2022

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

Yo, KEVIN OMAR ORTIZ CARLOSAMA, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Diseño de un edificio de vivienda social con aplicación de sistemas de eficiencia hídrica en el sector de Cumbayá, 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 través del Repositorio Digital Institucional (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 27 días del mes de Enero de 2022, firmo conforme:



.....  
KEVIN OMAR ORTIZ CARLOSAMA  
C.I. 1722044128  
Dirección: Pichincha, Quito, Sede, Cotocollao  
Correo electrónico: kortiz6@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, 27 de enero de 2022.



.....  
KEVIN OMAR ORTIZ CARLOSAMA  
C.I.- 1722044128

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “DISEÑO DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA SOCIAL CON APLICACIÓN DE SISTEMAS DE EFICIENCIA HÍDRICA EN EL SECTOR DE CUMBAYA, QUITO, 2021” presentado por KEVIN OMAR ORTIZ CARLOSAMA 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, 27 de enero de 2022.

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

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DISEÑO DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA SOCIAL CON APLICACIÓN DE SISTEMAS DE EFICIENCIA HÍDRICA EN EL SECTOR DE CUMBAYA, 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, 27 de enero de 2022.

.....  
ARQ. SONIA CUEVA ORTIZ  
C.I.- 1103218036. SC

.....  
ING. JORGE PONCE  
C.I.- 1757008436

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

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a todas las personas que me han acompañado y sin las que todo esto no fuera posible, a mi familia por estar ahí desde el principio en especial a mi madre y a mi padre que han sido mi soporte en los momentos más duros y difíciles, de la misma forma al resto de mis parientes por siempre apoyarme, a mis maestros por su paciencia e insistencia a lo largo de todo este tiempo de mi carrera universitaria, y también a mis amigos que me han motivado y se enorgullecen de mí por este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de todo corazón a mi familia, a mis amigos que han estado presentes a lo largo de mi proceso universitario motivándome y apoyándome, y con quienes comparto este logro, ya que también en parte es de ellos , además quiero agradecer a mis profesores que en ocasiones se han interesado y me han brindado su apoyo y asistencia tal y como si se tratara de un amigo o pariente y que no imagino haber llegado tan lejos si no fuera por ellos.

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación parte tomando en cuenta la actual escasez de agua a nivel mundial y como agravante el uso desmesurado del mismo en sistemas públicos y privados, por lo que se ve la importancia de implementar medidas para un óptimo aprovechamiento del agua potable.

En la presente investigación se pretende implementar un sistema de uso eficiente del agua a través de la reducción del consumo y la desconexión del edificio de las fuentes potables, con lo cual se busca ser regenerativo con el medio ambiente, lo que se puede lograr mediante métodos como la instalación de aparatos sanitarios más eficientes para reducir el gasto de consumo de agua y optar por fuentes alternativas de obtención de agua con tratamiento, como la captación de aguas pluviales, y usar el agua tratada para suplir las necesidades del proyecto como para devolverla a su entorno teniendo así cero impacto en el ambiente.

El proyecto está desarrollado en la Ciudad de Cumbayá – Ecuador, corresponde a un edificio de uso residencial mixto, en el cual se implementa un sistema de aprovechamiento de aguas grises captadas de lavamanos y duchas con su respectiva conducción hacia su almacenamiento, a través, de los bajantes del edificio, el correspondiente proceso de tratamiento mediante una estructura multi cámaras ubicada en el subsuelo, y la finalmente la redistribución a través de tuberías de abastecimiento de aguas grises hacia cada uno de los aparatos sanitarios a dotar de agua tratada los cuáles son inodoros y urinarios.

Finalmente, la investigación presentada realiza una evaluación de eficiencia hídrica en el edificio a través de la optimización del consumo de agua basándose en las especificaciones Edge y Living Building Challenge.

**Palabras Clave:** consumo de agua, agua gris, reutilización, eficiencia hídrica.

## ABSTRACT

This research starts by taking into account the current water shortages worldwide and as an aggravating factor its excessive use in public and private systems, which is why it is important to implement measures for optimal use of drinking water. This research aims to implement an efficient water use system through the reduction of consumption and the disconnection of the building from drinking sources, which seeks to be regenerative with the environment, which can be achieved through methods such as the installation of more efficient sanitary devices to reduce the cost of water consumption and opt for alternative sources of obtaining water with treatment, such as the collection of rainwater, and use the treated water to meet the needs of the project as to return it to its environment thus having zero impact on the environment. The project is developed in Cumbayá - Ecuador, it corresponds to a building for mixed residential use, in which a system for taking advantage of gray water captured from sinks and showers is implemented with its respective conduction towards its storage through the downspouts of the building, the corresponding treatment process through a multi-chamber structure located in the basement, and the final redistribution through gray water supply pipes to each of the sanitary devices to provide treated water which are odorless and urinals. Finally, the research presented performs an evaluation of the water efficiency in the building through the water optimization consumption based on Edge and Living Building

**KEYWORDS:** water consumption, gray water, reuse, property systems.



# INDICE DE CONTENIDOS

## ETAPA 1: CONOCIMIENTO PREVIO

### 1.1. Tema

### 1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema desde lo General

1.2.2. Problema desde lo Específico

### 1.3. Justificación

### 1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

1.4.2. Objetivos Específicos

### 1.5. Fundamentación Teórica

1.5.1.1. Principales medidas para reducir consumo de agua en edificios

1.5.1.2. Implementación de aparatos sanitarios más eficientes y mejor uso de los mismos

1.5.1.3. Aprovechamiento de aguas pluviales y aguas grises

1.5.1.4. Certificación Edge

1.5.1.5. Certificación Living Building Challenge

1.5.1.5.1. Pétalo de Agua

1.5.1.6. Desinfección de agua por UV

1.5.1.7. Tratamiento de aguas residuales con Humedal

### 1.6. Análisis de Referentes

1.6.1. DESERT RAIN

1.6.2. HASSALO EN EL 8º

## **ETAPA 2: DIAGNÓSTICO**

### **2.1. Información General**

2.1.1 Línea de investigación

### **2.2. Introducción a la metodología**

2.2.1 Desarrollo por fases de la metodología

2.2.2 Esquema

2.3. Levantamiento de dato – Diagnóstico

2.4. Conclusiones

## **ETAPA 3 – PROPUESTA**

3.1. Análisis de sitio

3.2. Mi propuesta

3.2.1. Introducción a lo que se va a realizar

3.2.2. Análisis de sitio de la propuesta

3.2.3. Lineamientos de diseño

3.2.4. Estrategias de Implantación

3.2.5. Concepto componentes

3.2.6. Diagramas de espacio

3.2.7. Plan Masa – zonificación – Programa

3.2.8. Planos técnicos

3.2.9. Renders

4. Conclusiones y Recomendaciones

5. Anexos

6. Referentes Bibliográficos



**ETAPA 1**  
**Conocimiento Previo**

## CONOCIMIENTO PREVIO

### TEMA

Diseño de un edificio de vivienda social con aplicación de sistemas de eficiencia hídrica en el sector de Cumbayá, Quito, 2021.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La aplicación de un sistema para mejorar la eficiencia de agua, mediante un proceso para volver al sistema hídrico sostenible y regenerativo, resolviendo las necesidades de agua actuales y futuras de las clases bajas.

### PROBLEMA DESDE LO GENERAL

Toda persona tiene el derecho de poder acceder a una vivienda digna, segura y confortable a la que pueda llamar su hogar, sin embargo, el ser humano posee un segundo hogar el cual es el planeta en el que habita y por desgracia éste mismo se ha dedicado a explotar varios recursos naturales provocando efectos perjudiciales para el medio ambiente. Uno de los principales problemas por los que el mundo atraviesa, y el que el ser humano ha tenido gran repercusión, es los escasos de agua presente en varias partes del planeta y otras zonas que van encaminadas a enfrentar este problema.

Según datos obtenidos de la ONU en el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019 “Más de 2.000 millones de personas viven en países que experimentan altos niveles de estrés hídrico. Estimaciones recientes muestran que 31 países sufren un estrés hídrico de entre el 25% (considerado como el umbral mínimo de estrés hídrico) y el 70%. Otros 22 países están por encima del 70%, y por lo tanto en condiciones de estrés hídrico grave [...] ritmo parecido hasta 2050.

El uso del agua ha ido aumentando en todo el mundo al ritmo de un 1% al año desde la década de los 80 del siglo. Se espera que la demanda mundial de agua siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que supone un incremento del 20 al 30% por encima del nivel actual de uso del agua.” (UNESCO, 2018, pág.1)

En el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: no dejar a nadie atrás, establece que: “En 2015, el 65% de la población de América Latina y el Caribe tenía acceso a servicios de agua potable gestionados de forma segura, pero solo el 22% a servicios de saneamiento gestionados de forma segura. En el mismo año, el 96% utilizó al menos un servicio básico de agua y el 86% al menos un servicio básico. Esto significa que en la región hay unos 25 millones de personas sin acceso a un servicio básico de agua y 222 millones sin servicios de agua potable gestionados de forma segura.” (ONU, 2019, pág. 147)

En Latinoamérica la distribución de agua está marcada por la desigualdad que predomina en varios sectores de la región. Siendo el nivel de pobreza el principal factor que determina la capacidad de obtención de agua en una población. Aunque la distribución desigual de los ingresos ha disminuido en la región desde principios de la década del 2000, aún había 186 millones de pobres en 2016, representando casi el 31% de la población, mientras que 61 millones de personas, el 10% de la población, vivía en la pobreza extrema (CEPAL, 2018). La escasez de agua potable es un problema serio presente en varios países, y aunque Ecuador es una región beneficiada por la abundancia de fuentes de obtención de agua dulce, aun así, existen factores que ponen en riesgo la capacidad de la población de acceder a este valioso recurso.

## PROBLEMA DESDE LO ESPECÍFICO

Ya que la pobreza es un factor determinante para la capacidad de obtención de agua de una población, es necesario conocer estos datos a nivel nacional. La pobreza en Ecuador creció durante 2020 más de 7 puntos porcentuales, pasando del 25 % a finales de 2019 al 32,4 % en diciembre de 2020, según el último informe del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2021). El documento indica además que la pobreza y la pobreza extrema se han agudizado en el país, entre algunos factores, por los efectos socioeconómicos de la pandemia, aunque se trata de una tendencia que había comenzado en 2018.

En Quito por su parte datos obtenidos entre 2018 y 2019 indican que los niveles de pobreza registrados son:

- Pobreza por necesidades básicas insatisfechas: 26.2%.
- Situación de pobreza en diciembre de 2019: 8.2% de la población quiteña.
- Situación de pobreza extrema en diciembre de 2019: 2.8% de la población quiteña.
- Pobreza multidimensional: en Quito el 7.1% de las personas vivía en pobreza multidimensional.

Según información obtenida del Plan Maestro de Agua Potable del Programa de Saneamiento Ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito (2011), se indica que “la demanda máxima diaria en el DMQ crecerá de aproximadamente 9.000 l/s en el 2010 hasta 13.000 l/s en el 2040 (escenario de crecimiento de población alto ajustado)”. (PSA, pág. 25)

Esto es preocupante no solo porque las plantas de tratamiento de agua potable no están preparadas para manejarse a esta capacidad, sino que también aceleraría la degradación del medio ambiente y pondría en riesgo el estado de las fuentes naturales de las que se obtiene este recurso.

Según datos obtenidos por el censo realizado en 2010 y publicado por María Murriagui en su tesis sobre Expansión Urbana y Demanda de transporte público publicada en 2016, especifica que la población en situación de pobreza extrema en el sector de Cumbayá era de 1727 personas en una población de 31463 habitantes, mientras que la población total considerada en el rango de pobreza era de casi el 30% de la población total. Sin embargo, en una noticia reciente publicado por el Diario el Universo en julio de 2021, especifica que: “En Ecuador la clase media se reduce del 33,3 % al 30,4 %. Esta estimación del Banco Mundial incluye en este grupo a la población con ingresos per cápita de entre \$ 13 y \$ 70 por día. [...] En Ecuador más del 40 % de los hogares reportaron tener adultos que tuvieron que saltarse una comida en los últimos 30 días por falta de dinero u otros recursos.” Por lo que se infiere que los niveles de pobreza son mayores actualmente.

## JUSTIFICACIÓN

En vista de las problemáticas ambientales actuales y el aumento del gasto y consumo de agua que podría llegar a superar la capacidad de las fuentes de abastecimiento potables se busca tomar medidas para reducir el consumo de agua por habitantes en una vivienda social multifamiliar y a la vez optar por recurrir a fuentes alternativas de obtención de agua que no repercutan en el medio ambiente, sino que, al contrario, ayude a la regeneración de este a través de un diseño eficiente y sustentable. Además, de priorizar por fuentes alternativas de agua, también se busca recurrir al tratamiento y reutilización este recurso, para así poder abastecer la mayor cantidad de necesidades del usuario, mediante el menor uso de cantidad de agua posible, y finalmente tratar el agua desechada para el riego de vegetación.

Al tratarse de una vivienda de interés social de tercer segmento<sup>1</sup>, destinado en mayoría a la clase media baja, y al estar desconectada de las fuentes potables de agua se permite a los usuarios del proyecto poder vivir de manera digna sin tener que considerar gastos económicos por consumo de agua, lo cual representa un aporte crucial a largo plazo, favoreciendo al diseño de este tipo de vivienda experimental que permitirá acoger a una parte del sector más vulnerable de la población y promover la utilización de los métodos de obtención y ahorro de agua aplicados en este proyecto y a futuro en otros proyectos similares.

---

1 En el Acuerdo Ministerial número 004, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) en 2019 aprobó el Reglamento para Validación de Tipologías y Planes Masa para Proyectos de Vivienda de Interés Social, estableciendo en el artículo 3 la Segmentación de las Viviendas de interés social en tres segmentos. El primer segmento pertenece a las viviendas de interés social con subsidio total del Estado, dirigido al quintil uno de extrema pobreza; el segundo segmento hace referencia a la vivienda de interés social con subsidio parcial del Estado, población ubicada entre el quintil 1 y 2 de pobreza; el tercer segmento establece viviendas de interés social con tasa de interés preferencial para crédito hipotecario, a personas que pertenecen al quintil 2.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un diseño que implemente elementos y estrategias de eficiencia hídrica aplicado a un edificio de vivienda multifamiliar en el sector de San Patricio en Cumbayá.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar los tipos de estrategias para la optimización, recolección y reutilización del agua que pueden ser aplicadas en este proyecto.
- Determinar el consumo de agua por cada usuario por cada departamento.
- Evaluar los métodos de captación de agua por medio de fuentes alternativas y la capacidad requerida para abastecer las necesidades de los usuarios.
- Calcular el consumo optimizado de agua en el proyecto por medio de la aplicación de métodos y estrategias de eficiencia hídrica.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

### Definición de Edificio de Viviendas o Condominio

Se establece cuando en una misma unidad habitacional existen varias viviendas, en donde los habitantes son propietarios de su casa al 100% al interior, pero en el exterior comparten algunas áreas comunes, como los estacionamientos, las áreas ajardinadas, pasillos, ascensores o los servicios.

### Presentación de los condominios en la arquitectura de edificios

Existen tres formas en la que se presentan los condominios en la arquitectura de edificios:

1. Una unidad habitacional de condominios se denomina multifamiliar, ya que acoge varias viviendas unifamiliares en un mismo concepto arquitectónico de elementos tanto interiores y estructurales como exteriores, de paisajismo y de áreas comunes.
2. Las casas o condominios, también llamados departamentos, pueden agruparse de forma vertical, horizontal o mixta.
3. Los propietarios de las viviendas y co-propietarios de las áreas comunes deben cumplir con ciertas leyes, obligaciones y responsabilidades, que les dan derecho a hacer uso de los espacios comunes, como garantizar las cuotas para el mantenimiento de el o los edificios, de las áreas comunes y de la seguridad.

Los condominios o departamentos en régimen condonminal se clasifican según la estructura y arquitectura del edificio:

- **Condominio vertical o torre de departamentos:** consta de varios niveles sobre un terreno de dimensiones regulares, por lo general si se trata de vivienda residencial, o bien sobre terrenos más amplios cuando se trata de departamentos para renta al turismo.

- **Condominio horizontal:** en este caso, las viviendas se distribuyen de manera horizontal sobre el terreno, independientemente de que sean de uno o varios niveles. Los dueños son propietarios de la vivienda en sí, y de cierto porcentaje del terreno compartido, además de ser co-propietarios de otras áreas.
- **Condominio o departamentos mixtos:** estos conjuntos de vivienda comparten zonas de departamentos en vertical con condominios en horizontal, pero siguen compartiendo áreas comunes y parte del terreno.

En general, básicamente la arquitectura y diseño de un edificio de departamentos o condominios debe ofrecer lo siguiente:

- Una vivienda por familia
- Esa vivienda debe contar con las zonas de servicio, higiene y descanso regulares como cualquier vivienda unifamiliar: cocina, cuarto de baño, sala, comedor, recámaras y patio o cuarto de servicio.
- Los propietarios comparten la entrada al edificio, los estacionamientos, los patios y áreas ajardinadas, los pasillos y las zonas de servicios como áreas de lavar o tender, la azotea, los elevadores, las escaleras y los vestíbulos entre departamentos.

Por lo general, todos los departamentos cuentan con al menos un balcón, o si es posible con su propia terraza.

Debe existir seguridad en cada nivel, con barandales de metal, vidrio templado de alto calibre y ventanas reforzadas.

El lobby cuenta con amplias salas que invitan a la convivencia vecinal y afianzan las relaciones entre los condóminos.

El uso eficiente de agua a nivel mundial se ha convertido en una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, considerándolo como un “recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente”, teniendo en cuenta que su “gestión debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles” (World Meteorological Organization -Geneva, CH, WMO, 1992).

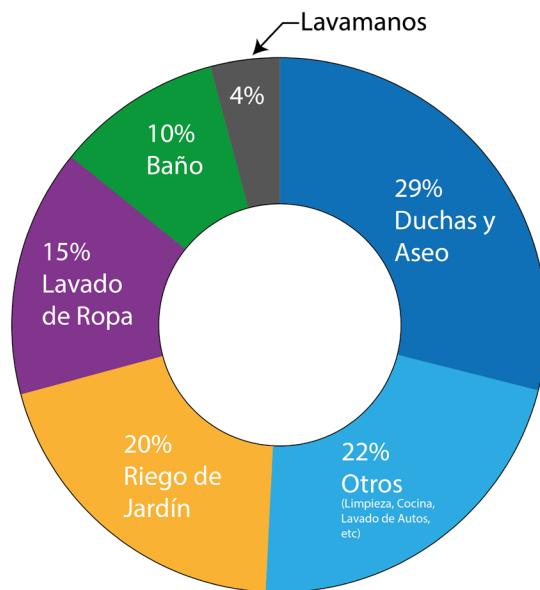
De esta manera se ve la necesidad y, por ende, de crucial importancia un manejo responsable del recurso hídrico, debido a que, a más de ser considerado como un recurso finito, en la actualidad su disminución está aumentando cada día más por problemas como el calentamiento global, cuyos efectos ya se hacen sentir en varios países. Por tal razón es muy importante poner en práctica un consumo o uso eficiente del agua tanto en servicios domésticos, industriales y agrícolas, etc.

Cuando se habla de uso eficiente de agua en las viviendas, en realidad se trata de un concepto muy parecido al de eficiencia en el uso de la energía. Se puede afirmar que cuando el agua utilizada en una vivienda, proviene, por ejemplo, de la recogida y almacenamiento de agua de lluvia en el sitio, y que además también es tratada in situ, dicha vivienda, en su funcionamiento, se aproxima al estándar de consumo nulo, como sucede en casas cero neto, respecto al consumo de energía (Serrano Yuste, 2014).

En términos de consumo de agua hay que tomar en cuenta que el uso del agua en los hogares se distribuye de la siguiente manera (Fig. 1): 29% para la ducha, 22% para limpieza y otros, 20% riego de jardín, 15% para el lavado de ropa, 10% para el baño, 4% para el uso del

lavamanos.

Esto significa que prácticamente toda el agua que se consume en un hogar no debe ser necesariamente potable o apta para el consumo humano.



**Fig. 1** Porcentaje de consumo de agua en un edificio

**Fuente:** HunterWater.com

Por otra parte, es muy importante analizar diferentes puntos de vista que resultan al tratarse de un manejo eficiente del agua en sistemas privados y el nivel de consumo que debe mantenerse para cumplir con las necesidades de cada hogar, con el nivel de consumo que se tiene actualmente a nivel general.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) para satisfacer las necesidades de una persona no se necesitan más de 110 litros de agua cada día para todas sus actividades. Sin embargo, en la ciudad de Quito el consumo sobrepasa los niveles de consumo recomendados llegando a ser el doble con 220 litros ocupados por persona al día. Las fuentes de agua que consumen los pobladores de Quito y sus alrededores como Tumbaco o Cumbayá abundan en los pajonales que rodean la ciudad, la laguna Salve Facche entre una de ellas. (Primicias.ec, 2020)

Debido a que Quito posee fuentes de agua potable en abundancia, los pobladores de la ciudad no han tenido la necesidad de desarrollar una cultura de ahorro y eficiencia hídrica, ya que, este recurso siempre ha estado presente y hoy se encuentra al alcance de todos. Sin embargo, debido a las problemáticas de crecimiento en auge de la población por demografía e inmigración sumado a la limitada capacidad de la infraestructura para proporcionar de agua a la ciudad, dirige al distrito enfrentar un problema de abastecimiento en el futuro, y la falta de conciencia ante el consumo desmesurado de agua potable no hace más que acelerar este proceso.

## CONSUMO DE AGUA EN CINCO CAPITALAS

Litros diarios por habitante, hasta el 2020



**Fig. 2** Consumo de agua en capitales de latinoamérica  
Fuente: EL comercio

Según la información de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) el DMQ tuvo en el 2014 un consumo de 156 litros de agua por habitante/día; lo cual contrasta con lo que recomienda la Organización de las Naciones Unidas que sugiere que el consumo no sea mayor a 100 litros por habitante/día. Sin embargo, se registró un incremento en el consumo de 159,79 litros por habitante/día en el año 2012. Esto quiere decir que la población de la ciudad de Quito de al menos 2'239.191 habitantes consumieron 357.800 toneladas de agua. Esto registró un incremento de 22.400 11 toneladas de agua, generando un problema de abastecimiento a largo plazo, donde la proyección de la demanda para el 2050 que se estima será de 783.700 m<sup>3</sup>, debido al aumento poblacional previsto en 3.7 millones de habitantes, lo cual se propone satisfacer la creciente demanda de agua concientizando a la sociedad y a su vez impulsar proyectos sostenibles que ayuden a mitigar el alto consumo. (EPMAPS, 2014)

Por esta razón se impulsa el ahorro de agua según metodologías de certificaciones sostenibles, obtenidas mediante la implantación de Sistemas de Eficiencia Hídrica, en los aparatos sanitarios, comparando una situación de consumo producida sin la utilización de dichos sistemas, y el estado de consumos una vez que los sistemas han sido incorporados, en efecto, midiendo el comportamiento de una grifería de bajo consumo, reduciendo el caudal donde el volumen de agua ahorrado influirá en la frecuencia y duración de los usos que se hacen de dicho aparato o sistema. Como consecuencia para realizar un correcto análisis del ahorro de agua que se debe obtener mediante la aplicación de medidas

de eficiencia hídrica en un determinado edificio, donde es necesario conocer cuánto y cómo se consume el agua en el edificio, considerando el patrón de consumo de un determinado aparato hidrosanitario.

Para la cuantificación de algunos de los parámetros de selección es necesario conocer, con un cierto detalle, el patrón de consumos para la implantación que se está analizando de cada aparato hidrosanitario, para a su vez, cuando se está seleccionado el sistema de Eficiencia hídrica más adecuado para una nueva implantación, el patrón de consumo de cada uno de los aparatos forma parte de las hipótesis y a la hora de concebir la instalación. (Patiño, 2015, págs. 1 343)

## Principales medidas para disminuir la ingesta de agua en los hogares

### Implementación de aparatos sanitarios más eficientes y mejor aprovechamiento de los mismos

En el caso de reducir la toma de agua en un edificio, es muy importante tener en cuenta que el objetivo número uno es que los usuarios comiencen a usar menos agua de la que se usa comúnmente (sin que esto afecte su comodidad), lo que representa un ahorro completamente alto de fuentes de agua, y esto se llevará a cabo a través de factores: sociales y técnicos. En el ámbito social, lo que se supone es concienciar a los usuarios de no desperdiciar más agua, y en el técnico, se puede progresar en la máquina utilizando aparatos sanitarios imponentes que consumen mucha menos agua y, en consecuencia, posponen el desperdicio de aparatos sanitarios. Tradicional.

A continuación, la Fig. 3 presenta de manera general ciertas recomendaciones para un ahorro en el uso de agua a nivel residencial.

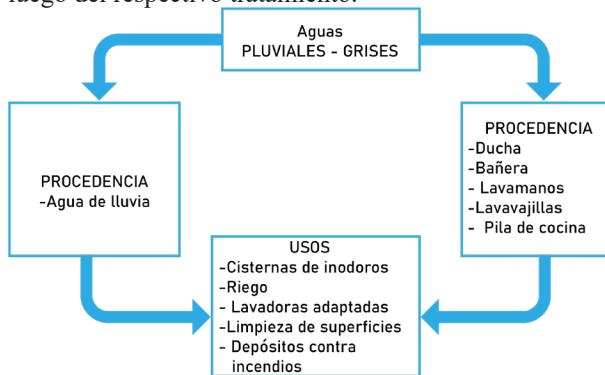
## CONSEJOS PARA AHORRAR *agua*



**Fig. 3** Consejos para ahorrar agua  
**Fuente:** [aguasresiduales.info](http://aguasresiduales.info)

## Aprovechamiento de aguas pluviales y aguas grises

Por otro lado, otra forma de reducir el consumo de agua sin la intervención de los clientes, quienes en muchos casos desconocen el uso razonable de los recursos hídricos, es a través de la implementación de sistemas hidrosanitarios recientes, incluyendo el caso del uso de agua de lluvia y aguas grises, a través de la cual, además de disminuir el consumo de agua potable, permite su reutilización en el transcurso de toda la edificación, logrando así una alternativa eficiente y sustentable para el ahorro de agua de consumo. A continuación, la Fig. 4 indica en el siguiente esquema, un resumen del aprovechamiento de las aguas grises y aguas pluviales con los distintos usos luego del respectivo tratamiento.



**Fig. 4** esquema general de la procedencia y usos para aguas grises y pluviales

**Fuente:** Elaboración propia

De esta forma se puede observar que los usos para un sistema de reúso de agua son varios, principalmente en personas que no son para consumo humano lo que incluye sanitarios, riego, aseo, entre muchos otros, y que como se vio anteriormente son equipos sanitarios domiciliarios. Con mejor consumo de agua en un edificio residencial. Por lo tanto, esta alternativa ofrece una respuesta superior en términos de reducción de consumo de agua en iniciativas residenciales, que es lo que preocupa el caso a examinar.

Sin embargo, es muy importante profundizar en las medidas que pueden acompañar a esta máquina de reutilización, como es el caso de dispositivos sanitarios más eficientes y disminuir el consumo de agua, además de concientizar a los humanos sobre la necesidad de no gastar demasiado.

Es importante tener en cuenta que para el presente proyecto lo que se pretende principalmente es la disminución del consumo de agua sin intervención de los usuarios y a través de un sistema sustentable, y esto se lograría a través del sistema de aprovechamiento de aguas grises y pluviales. Sin embargo, a manera informativa se dará a conocer medidas para la reducción del consumo de agua a través de la implementación de aparatos sanitarios más eficientes.

Por otra parte, las medidas de ahorro que se proponen a continuación en esta guía de mejores prácticas para consumo de agua deben implicar un beneficio para la economía doméstica y pública, ya que, a pesar de que algunas medidas como la recogida de aguas de lluvia y grises implican una inversión en equipos, los beneficios ambientales y económicos deben evaluarse con perspectivas de futuro.

Para asegurar la calidad del proyecto y el cumplimiento de los estándares de sostenibilidad, esta investigación se basa en seguir las normas y estandarizaciones propuestas por dos certificaciones que promueven la aplicación de métodos y estrategias innovadoras para la elaboración de proyectos arquitectónicos que resulten beneficiosos para el medio ambiente.

## Certificación Edge

EDGE es una plataforma que provee de una aplicación de software y un programa de certificación dirigida a cualquier persona interesada en el diseño de un edificio sostenible. Este sistema funciona a partir de la información del proyecto que el usuario introduce en la plataforma y mediante simulaciones ofrece como resultados proyecciones de un caso base en el consumo de recursos y un caso optimizado a partir de las estrategias que plantea la certificación en su plataforma.

Mediante la información dada por el usuario, EDGE muestra previsiones del proyecto revelando datos de ahorro operacional y reducción de emisiones de carbono. Esto lo hace mediante un potente motor de cálculo que a parte de la información física del edificio y de datos regionales específicos del proyecto. Mediante los datos que aportan los usuarios que la plataforma usa como retroalimentación, los datos pueden refinarse y crear conjuntos de cálculos más precisos y con mayor nivel de exactitud. Esta información puede ser usada por el usuario o proyectista para plantear o aplicar estrategias en la primera fase del diseño para reducir los costos de funcionamiento y el impacto ambiental.

Esta certificación proporciona resultados ambientales orientados a reducir el cambio climático y al incentivo del

desarrollo que parte de un uso eficiente de los recursos, que mediante su software ofrece predicciones de ahorro en energía, agua y recursos materiales de construcción en comparación con prácticas de locales habituales, tomándolos como punto de referencia.

La plataforma EDGE ofrece un conjunto de certificaciones que pueden usarse para el diseño de distintos tipos de edificios dependiendo de su función. De esta manera provee de una alternativa para los sectores de la construcción emergentes, ya sean privados o públicos, una manera para optimizar sus diseños, brindando mayores beneficios para el usuario derivando en una mejor inversión y significando un producto con más competitividad en el mercado. (EDGE, 2019, págs. 1,10)

## Certificación Living Building Challenge

Living Building Challenge (LBC) o Desafío del Edificio Vivo es una organización sin ánimos de lucro que ofrece más que un programa de certificación ya que se considera como una filosofía y una herramienta de gestión de proyectos que define el estándar más exigente de sostenibilidad en el entorno construido actualmente. Está dirigido a todo tipo de proyecto sin importar la escala, ya sea un edificio o infraestructura de construcción, una renovación o un parque, LBC va más allá del estándar de sostenibilidad buscando conseguir la transformación enfocada hacia comunidades socialmente justas, culturalmente ricas y ecológicamente regenerativa.

La certificación LBC destaca por que tiene como meta principal generar proyectos que poseen “servicios básicos” propios, es decir, que por medio del uso y aplicación de estrategias y alternativas estos edificios son capaces de producir su propia energía y procesa sus propios residuos

en un proceso que no busca el conseguir un resultado meramente sostenible, sino que su enfoque está orientado a ser verdaderamente regenerativo, autosuficiente y seguro para el usuario.

El programa de certificación de LBC está estructurado en siete categorías de desempeño o también llamados “Pétalos”, los cuales se subdividen en un total de 20 imperativos que el proyecto debe demostrar el cumplimiento de cada uno de manera obligatoria para obtener dicha certificación. Los siete pétalos que el proyecto debe cumplir son: Sitio, Agua, Energía, Salud y Felicidad, Materiales, Equidad y Belleza.

La demostración del cumplimiento de los siete Pétalos y sus veinte imperativos se basa en el desempeño real del edificio, más que en el desempeño modelado o previsto. Para lo cual el proyecto debe haber estado en funcionamiento al menos por un periodo de 12 meses antes de su evaluación para la obtención de la certificación LBC.

Si bien para obtener la certificación del Edificio Vivo a un proyecto es obligatorio el cumplimiento de los veinte imperativos propuestos en los siete Pétalos, el proyecto puede participar por la obtención de la certificación Pétalo si logra y demuestra el cumplimiento de por lo menos tres de los siete pétalos, entre los cuales al menos uno debe ser el Pétalo Agua, Energía o Materiales.

Para este proyecto únicamente se buscará cumplir con los imperativos propuestos en el Pétalo Agua.

### **Pétalo de Agua**

El Pétalo de agua solicita el cumplimiento de un solo imperativo, el cual es “Balance Positivo de Agua. La intención que este imperativo insta a conseguir es satisfacer

todas las demandas de agua e imitar las condiciones hidrológicas naturales, por medio del uso sistemas y estrategias alternativas de gestión y obtención de agua según la carga y la situación climática del contexto.

Como principal requisito del imperativo Balance Positivo de Agua es que la utilización y la liberación del agua en el proyecto debe funcionar en armonía con los flujos naturales del lugar en el que se encuentra. Además, la totalidad de la demanda de agua del proyecto debe ser obtenida a partir de fuentes alternativas ajenas a las redes de conexión potable públicas, y debe ser tratada y purificada para el apto consumo del usuario sin hacer uso de productos químicos.

Es primordial que todas las aguas usadas para satisfacer las necesidades del proyecto provengan de fuentes no potables tales como: agua recolectada de lluvia, pozos subterráneos, condensación del aire y fuentes superficiales como estanques; el tratamiento y reutilización de agua gris y negra recolectadas en lugar de ubicación del proyecto. Toda esta agua debe ser tratada en el mismo sitio del proyecto y gestionarse mediante sistemas de optimización o infiltración.

### **Aclaraciones y Reglamentos**

Las aclaraciones describen y amplían las reglas básicas del imperativo.

### **Entradas y salidas aceptables**

Las fuentes aceptables de suministro de agua para necesidades tanto potables como no potables incluyen agua de lluvia recolectada, agua subterránea en el sitio, condensado del aire, fuentes de agua superficial como estanques, agua de proceso reciclada y agua gris y negra recolectada en el sitio y tratada adecuadamente para su reutilización.

### **Compra inicial de agua**

Se permite una compra de agua inicial por única vez de agua que no proviene del proyecto para llenar cisternas al comienzo de la ocupación del proyecto.

### **Tratamiento del suministro de agua**

El suministro de agua para el edificio, incluida el agua reciclada, debe tratarse adecuadamente para su uso previsto sin el uso de productos químicos nocivos. El cloro (Cl), el hipoclorito de calcio (Ca (ClO)) y el hipoclorito de sodio (NaClO) para la purificación de agua están prohibidos en los edificios habitables. Todos estos son considerados posibles carcinógenos, mutagénicos, tóxicos para la reproducción o toxinas respiratorias por la EPA de EE. UU. y las agencias de la Comisión Europea.

Se permite la desinfección ultravioleta (UV). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las lámparas de desinfección UV generalmente contienen mercurio, por lo que se debe manejar de manera segura.

### **Medida**

Para obtener la certificación de LBC, el proyecto debe demostrar que ha cumplido con el requisito del 100% de agua procedente del sitio durante un período de ocupación continuo de 12 meses. En este proyecto se harán uso de cálculos y resultados para demostrar el cumplimiento de los requisitos y objetivos propuestos. Para esto se suele solicitar registros mensuales que documenten el uso real de agua (gal / mes) de cada fuente de suministro aplicable:

- Agua de lluvia recolectada.
- Agua subterránea y / o agua superficial.
- Condensar.
- Aguas grises y aguas negras recuperadas en el sitio.
- Agua municipal proporcionada por servicios públicos (cuando lo permita la excepción).

No se requiere la submedición por uso final, como para lavabos, duchas, sistemas mecánicos, etc., pero es una buena práctica para solucionar cualquier problema con el balance hídrico de un proyecto.

### **Los sistemas de agua y la lista roja**

Varios materiales comunes del sistema de agua, como tuberías, techos y lámparas de desinfección UV, contienen materiales que se encuentran en la Lista Roja del LBC.

### **Materiales de tubería**

Las tuberías de PVC (cloruro de polivinilo) se utilizan comúnmente para los sistemas de agua de construcción y están prohibidas en los proyectos de Living Building Challenge. Existe una amplia gama de productos alternativos que se pueden utilizar en lugar de tuberías de PVC como HDPE (polietileno de alta densidad), polipropileno, PEX (polietileno reticulado), arcilla vitrificada, hormigón, ABS, cobre, acero y hierro.

### **Requisitos de documentación**

Para la obtención de la certificación LBC es fundamental presentar cierta documentación que evidencie el cumplimiento del estándar requerido.

### **Narrativa del agua**

Se proporcionará una descripción que describa completamente el diseño del sistema de agua y el cumplimiento del Imperativo.

## Diagrama de balance anual de agua

Muestra el flujo de agua general y el equilibrio del proyecto y el sitio.

## Tabla de suministro y uso de agua

Uso total de agua real de lecturas mensuales durante el período de ocupación de 12 meses de medidores u otros sistemas de seguimiento en el sitio que registran claramente la cantidad de agua utilizada de cada fuente de suministro aplicable.

DESAFÍO DEL EDIFICIO VIVO 3.1 Tabla de uso y suministro de agua		Nombre del proyecto:													
Rendimiento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ANUAL TOTAL	
Rendimiento mensual	Mes	Mes Año	Mes												
	Unidades de agua (litros/m <sup>3</sup> )														
Suministro de agua	Agua de lluvia													0	
	Condensado natural													0	
	Superficie del suelo													0	
	Regenerado													0	
	Agua gris													0	
	Regenerado													0	
	Condensar													0	
	Potable Municipal														0
	Agua (si lo permite municipal)														0
	Otro (especificar)														0
Agua total real suministrada		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Uso del agua	Agua doméstica*													0	
	Agua de proceso *													0	
	Riego**													0	
	Otro (especificar)													0	
Agua total real Usar		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modelado	Agua modelada suministrada													0	
	Uso modelado del agua													0	
Delta predicho		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Tabla 1** Suministro y uso de agua

**Fuente:** Living Building Challenge 3.1 (2017)

## Cálculos de aguas pluviales

Cálculos de aguas pluviales realizados por el ingeniero del proyecto que demuestran los requisitos imperativos para trabajar en armonía con los flujos de agua naturales, basados en un evento de tormenta de 10 años como mínimo.

## Declaración de no conexión a la red pública

Una declaración firmada, escrita por el propietario, indicando que el proyecto no está conectado a un suministro de agua potable municipal, alcantarillado sanitario o alcantarillado pluvial.

## Documentación de eliminación de biosólidos

Evidencia del uso beneficioso apropiado de biosólidos y líquidos dentro de un radio de 100 millas del proyecto si no se tratan y reutilizan en el sitio.

## Fotografías

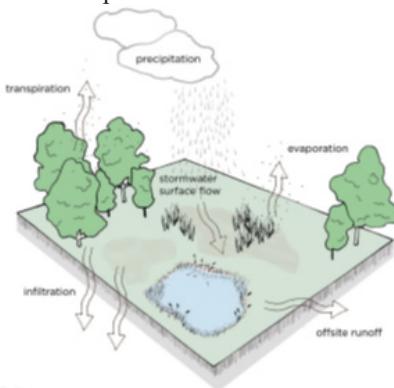
Fotografías de los sistemas como evidencia de los mecanismos y estrategias aplicadas.

No se permite el agua recuperada de instalaciones públicas de tratamiento a gran escala. La falta de capacidad de carga del sitio del proyecto para suministrar suficiente agua al proyecto no es una razón aceptable para utilizar un suministro de agua municipal.

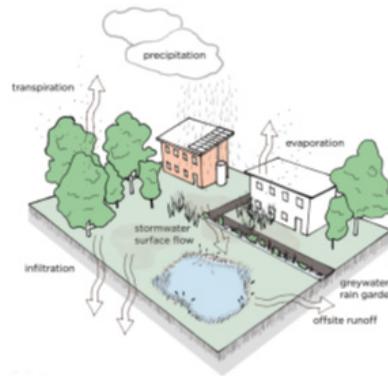
## Capacidad de carga

Las necesidades de agua del proyecto deben satisfacerse dentro de la capacidad de abastecimiento de las fuentes de agua naturales del sitio.

Por ejemplo, si el suministro es agua de lluvia, debe haber suficientes oportunidades de evapotranspiración e infiltración para sustentar el ecosistema natural. Si el suministro es agua subterránea, debe haber suficientes oportunidades para recargar el acuífero. Cuando el agua se devuelve al acuífero después de su uso, debe reintroducirse para que no comprometa los sistemas naturales (por ejemplo, tratada y reintroducida a una temperatura adecuada para evitar la contaminación térmica, etc.).



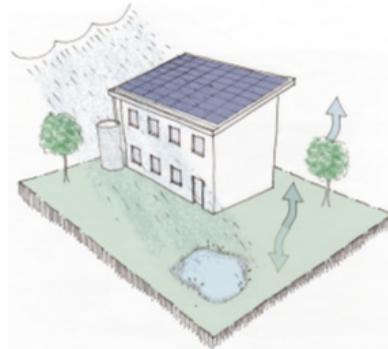
**Fig. 5** Circuito de agua cerrado - Desarrollo del sitio previo  
**Fuente:** Living Building Challenge 3.1 (2017)



**Fig. 6** Circuito de agua cerrado - Desarrollo del sitio posterior al proyecto  
**Fuente:** Living Building Challenge 3.1 (2017)

## Aguas pluviales

Todas las aguas pluviales deben tratarse adecuadamente y los sistemas deben diseñarse para emular el estado natural del sitio antes de que ocurriera cualquier desarrollo humano. Las aguas pluviales que no sean utilizadas por el proyecto deben ser infiltradas dentro del Área del Proyecto, a menos que el estado natural del sitio sea tal que los flujos superficiales abandonen el sitio durante los eventos de lluvia a través de flujo laminar, canales de drenaje, arroyos, etc.



**Fig. 7** Aguas pluviales gestionadas en área del proyecto  
**Fuente:** Living Building Challenge 3.1 (2017)

La captación de aguas pluviales es una técnica que consiste en usar una superficie para recolectar agua proveniente de la lluvia para ser filtrada y tratada en el tramo que es conducida por gravedad hasta un depósito en donde es almacenada y posteriormente es distribuida a través del edificio por medio de un sistema de bombeo para así ser usada para cumplir con las necesidades del proyecto. La utilización de este tipo de agua provee ciertos beneficios adicionales como los siguientes (Zumos Ecológicos, 2017):

- Supone el uso de un recurso ecológico y gratuito;
- Representa el auto suministro de agua de calidad;
- Ayuda a aliviar la gran demanda de las redes de suministro público;
- En las ciudades, ayuda a la recuperación de los acuíferos subterráneos.

El uso de aguas lluvia provee una alternativa ecológica y sustentable de utilización de agua especialmente en proyectos residenciales, además de que este tipo de agua es de buena calidad y no necesita un tratamiento muy estricto para su reutilización, lo cual es favorable en términos de consumo de agua directamente para el hogar.

Un aspecto muy importante que hay que tomar en cuenta dentro del uso del agua lluvia en predios privados es el área de recogida de lluvia y la respectiva precipitación del sector en estudio, para de esta manera determinar la existencia o no del suficiente abastecimiento para todos los usuarios del edificio. Otro aspecto importante es definir las necesidades de las actividades que el usuario realizará para así tener en cuenta la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades que tenga el proyecto.

Se deben considerar además las superficies de captación, que al menos para operaciones de mantenimiento no deben ser transitables, estas pueden ser cualquier superficie de recogida disponible que sean adecuadas cualitativamente.

Existen diversas superficies de captación de agua que se pueden usar de las cuales se debe considerar el efecto que estas producen y además el coeficiente es escorrentía que diversos materiales poseen, ya que estos influyen en la cantidad de agua que puede obtener una determinada superficie.

Es importante, además, conocer el régimen de precipitaciones del lugar para determinar el área de captación; cuanto mayor sea el nivel de precipitación neta, menor superficie se requerirá para acumular.

Composición	Coeficiente
Superficie impermeabilizante	0,95
Chapa ondulada Zinc	0,90
Tejado de arcilla	0,85
Techo de hormigón o cerámica	0,90
Tejado verde	0,30
Superficie empedrada	0,50
Techo de paja	0,65

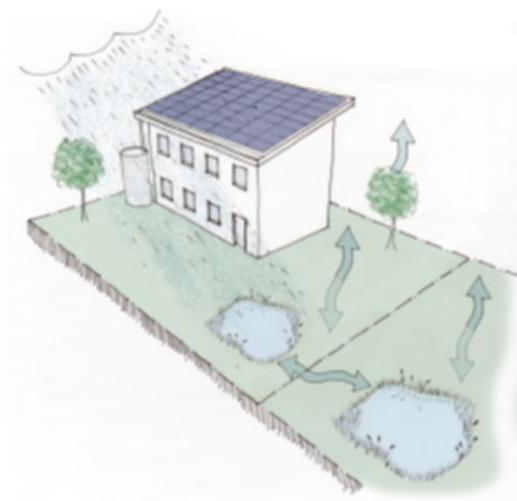
**Tabla 2** Factores de escorrentía de materiales de superficie.

**Fuente:** Elaboración propia

### Aguas grises y aguas negras

Todas las aguas grises y negras deben tratarse y gestionarse in situ. Existen numerosas tecnologías disponibles para el tratamiento in situ, como inodoros de compostaje, biofiltros percoladores, biorreactores de membrana, humedales artificiales y lagunas de tratamiento.

Además, un sistema séptico convencional es una estrategia aceptable en el sitio y, en algunos casos, puede ser suficiente para aceptar todas las descargas de aguas grises y negras. Se permite una conexión operativa al alcantarillado sanitario municipal para el tratamiento y eliminación de aguas grises o aguas negras.



**Fig. 8** Aguas pluviales vertidas en área adyacente  
**Fuente:** Living Building Challenge 3.1 (2017)

### Desinfección de agua por UV

A diferencia de los métodos químicos para desinfectar el agua, la luz ultravioleta inactiva rápida y eficientemente los microorganismos a través de un proceso físico. Cuando las bacterias, los virus y los protozoos se exponen a las longitudes de onda germicidas de la luz ultravioleta, la duplicación y la infección se vuelven imposibles.

La luz ultravioleta (UV) es un tipo de luz que es invisible para el ojo humano. Ocupa la parte del espectro electromagnético entre los rayos X y la luz visible. El sol emite luz ultravioleta. Pero la capa de ozono de la Tierra absorbe el máximo.

Una propiedad única de la luz ultravioleta es que ciertos rangos de longitud de onda entre 200 y 300 nanómetros (mil millonésimas de metro) se clasifican como germicidas. Esto significa que puede inactivar microorganismos como bacterias, virus y protozoos. Debido a estas capacidades, la luz ultravioleta ha sido ampliamente adoptada como un método altamente efectivo, libre de químicos y amigable con el medio ambiente para desinfectar y proteger el agua de microorganismos dañinos.

A diferencia de los métodos químicos de desinfección del agua, la radiación UV inactiva rápida y eficientemente los microorganismos a través de un proceso físico. Cuando las bacterias, los virus y los protozoos se exponen a las longitudes de onda germicidas de la luz ultravioleta, la reproducción y la infección se vuelven imposibles. Se ha demostrado que la luz ultravioleta es eficaz contra microorganismos patógenos como los que causan el cólera, la poliomielitis, la fiebre tifoidea, la hepatitis y otras enfermedades bacterianas, virales y parasitarias.

Los microorganismos son inactivados por la luz ultravioleta como resultado del daño del ácido nucleico. El ADN y el ARN en las células absorben alta energía asociada con la energía UV de longitud de onda corta, principalmente a 254 nm. Esta absorción de energía UV forma nuevos enlaces entre nucleótidos adyacentes que crean dobles enlaces o dímeros.

La dimerización de moléculas adyacentes, especialmente la timina, constituye el daño fotoquímico más frecuente. La formación de numerosos dímeros de timina en el ADN de bacterias y virus impide su capacidad de replicarse e infectar.

Importantes institutos de investigación científica han demostrado la capacidad de la luz ultravioleta para inactivar una extensa lista de bacterias, virus y protozoos patógenos. La luz ultravioleta ofrece importantes ventajas frente a la desinfección con cloro (destacan *Cryptosporidium* y *Giardia*) porque puede inactivar protozoos nocivos para la salud de la población.

La liberación de estos microorganismos dañinos en lagos y ríos a través de plantas de tratamiento de aguas residuales que usan cloro para la desinfección aumenta el riesgo de contaminación del agua potable y las comunidades que usan los mismos cuerpos de agua para beber. uso de bromas. Las plantas de tratamiento de agua potable se benefician del uso de la luz ultravioleta porque inactiva fácilmente los patógenos resistentes al cloro (protozoos) al tiempo que reduce el uso de cloro y la formación de subproductos.

### **Ventajas de la desinfección para la seguridad**

- Se trata de un proceso libre de sustancias químicas que no añade nada al agua, excepto luz UV.
- La luz UV no requiere transporte, almacenamiento ni manipulación de sustancias químicas tóxicas o corrosivas, lo que representa un beneficio para la seguridad de los operarios de las plantas y la población circundante.
- El tratamiento por UV no genera subproductos carcinógenos de la desinfección que puedan afectar negativamente a la calidad del agua.
- La desinfección por UV es muy eficaz en la inactivación de una gran diversidad de microorganismos, incluidos patógenos resistentes al cloro como *Cryptosporidium* y *Giardia*.
- La luz UV se puede utilizar (sola o junto con peróxido de hidrógeno) para descomponer los contaminantes químicos tóxicos a la vez que desinfecta.

### **Ventajas de la desinfección por UV relativas a los costes**

- Los costes operativos de la desinfección por UV vienen dados por la sustitución anual de las lámparas y el consumo eléctrico
- La luz UV elimina o reduce el peligro inmediato para la seguridad que supone el gas de cloro, sin crear nuevos costes a largo plazo asociados al uso de productos químicos, el transporte y la distribución
- Con la desinfección por UV, se minimizan y/o eliminan los costes por respuestas a fugas, administración, gestión de riesgos y planificación de emergencias y formación de los operarios
- Los ayuntamientos no pagan primas por las significativas ventajas para la seguridad de la desinfección por UV.

### **Tratamiento de aguas residuales con humedal**

Un humedal construido es un sistema de tratamiento de aguas residuales orgánicas que imita y mejora la efectividad de los procesos que ayudan a purificar el agua de manera similar a los humedales naturales.

El sistema utiliza agua, plantas acuáticas (es decir: juncos, lenteja de agua), microorganismos naturales y un lecho filtrante (generalmente de arena, suelos y / o grava). Los humedales construidos se pueden utilizar para el tratamiento de aguas residuales secundarias o terciarias. Hay muchos diseños distintos, junto con humedales verticales, que requieren menos tierra pero más energía para operaciones que incluyen bombeo o sifón que los humedales horizontales, que también pueden depender de la gravedad y la topografía. Las amplias alternativas en diseño, materiales y época permiten que el humedal artificial se adapte a las condiciones del vecindario y la disponibilidad de terreno. Los costos dependen del precio de la tierra y los materiales, pero donde la tierra es más barata y está ampliamente disponible, los humedales construidos son un método muy rentable de tratamiento de aguas residuales.

El concepto general es que las plantas, los microorganismos y los sustratos juntos actúan como un sistema de filtro y purificación. Primero, el agua se ralentiza a medida que ingresa al humedal, lo que permite la sedimentación de sólidos. A través del proceso de flujo de agua a través del humedal construido, las raíces de las plantas y el sustrato eliminan las partículas más grandes presentes en las aguas residuales.

Los contaminantes y nutrientes presentes en las aguas residuales se descomponen naturalmente y son absorbidos por las bacterias y las plantas, eliminándolos así del agua. El tiempo de retención en el humedal, que varía según el diseño y el nivel de calidad deseado, junto con la radiación UV y la secreción de antibióticos de las plantas también matarán los patógenos presentes en las aguas residuales. Después del tratamiento en un humedal construido, el agua puede liberarse de forma segura en las aguas superficiales o utilizarse para diversos fines.

### **Ventajas destacadas**

- Rentable en términos de construcción, operaciones y mantenimiento.
- Trata eficazmente las aguas residuales de los desechos humanos, la escorrentía agrícola, las aguas pluviales y algunos metales o contaminantes de la minería y la industria.
- Utiliza tecnología que es fácil de entender y administrar.
- Bajo consumo de energía requerido para las operaciones.
- Prepara el agua para su reutilización.
- Ayuda a mantener los niveles de agua subterránea y superficial.
- Contribuye a la protección del medio ambiente al proporcionar un hábitat para plantas y animales.
- Actúa como medio de almacenamiento de agua.
- Estética natural agradable.

## ANÁLISIS DE REFERENTES

### DESERT RAIN

Desert Rain es un complejo residencial de 3 viviendas y se encuentra en la árida región desértica del este de Oregon. La precipitación anual promedio local solamente es de 12 pulgadas y en la temporada seca puede llegar a producir tan solo 7 pulgadas de humedad.

Los residentes recolectan agua de lluvia para todos sus usos potables y tratan y reutilizan todas sus aguas residuales domésticas en el sitio. También utiliza un sistema de plomería al vacío aprobado por los reglamentos y normas legislativas de tratamiento de agua siendo uno de los primeras casas en usarlo.

Desert Rain consta de cinco edificios, incluida la residencia principal, un apartamento de invitados independiente, un segundo apartamento de invitados / estudio de oficina independiente y garajes. La precipitación que cae sobre los techos de metal con juntas verticales se recoge y se dirige a las canaletas en los bordes inferiores de cada techo, donde pasa a través de un filtro de caja de grava de 20 pulgadas de profundidad.

Cada canaleta está cubierta por un filtro de metal para evitar que los desechos gruesos ingresen al sistema. Luego, el agua fluye a través de bajantes a filtros de grava ubicados a nivel del suelo. El agua se almacena en una cisterna de 30,000 galones antes de ser filtrada a través de un Orenco Biotube, un microfiltro y finalmente una unidad de desinfección UV.

Las aguas negras se generan en los tres edificios residenciales a partir de accesorios de inodoros y lavaplatos. Los accesorios de inodoro de vacío en la residencia principal y el apartamento de invitados se enrutan a través de tuberías de vacío a un sistema de inodoro de compost Phoenix.



## ANÁLISIS DE REFERENTES

### HASSALO EN EL 8°

Hassalo on Eighth es un desarrollo de uso mixto de tres edificios en un lote de gran tamaño en el Lloyd EcoDistrict de Portland, compuesto por 657 unidades de vivienda, más de 50,000 pies cuadrados de espacio comercial y más de 250,000 pies cuadrados de espacio para oficinas comerciales.

La infraestructura existente en el sitio era un sistema de desbordamiento de alcantarillado combinado, que ya funcionaba a su capacidad y se instaló en 1893. Para revitalizar el distrito de Lloyd sin agotar los recursos municipales y ambientales, el equipo del proyecto desarrolló una estrategia para tratar y reutilizar 45,000 galones de aguas grises y aguas residuales domésticas en el sitio por día (aunque solo trata de 20,000 a 25,000 galones en el transcurso de un día promedio desde que ha estado en funcionamiento).

Una cisterna de agua de lluvia de 60,000 galones recolecta la escorrentía de uno de los edificios antes de alimentarla a una fuente de agua de dos partes que se extiende a lo largo de un corredor peatonal en el centro del sitio. Entre la cisterna, los humedales construidos y los canales, el proyecto trata el 100% del agua usada antes de liberarla al alcantarillado.

Los edificios dentro del complejo comparten la máquina de reciclaje orgánico natural. El sistema trata las aguas residuales domésticas de los tres nuevos edificios residenciales y las reutiliza para la descarga de inodoros y el riego de jardines subterráneos en los mismos edificios, además del edificio de oficinas existente.

Apodado “NORM”, el sistema es un humedal de marea artificial que utiliza sus propias bacterias para limpiar las aguas residuales domésticas de los tres nuevos edificios. El sistema ahorra hasta 20,350 galones de agua potable por día y más de siete millones de galones por año.



**ETAPA 2**  
**DIAGNÓSTICO**

## INFORMACIÓN GENERAL

### METODOLOGÍA

#### Línea de investigación

DISEÑO, TÉCNICA Y SOSTENIBILIDAD (DITES)

#### Área de investigación

Arquitectura y sostenibilidad

El tipo de metodología empleada para esta investigación es cuantitativo, ya que los resultados se demostrarán a base de datos y cálculos numéricos, por medio de los cuales se comprobará el cumplimiento de los objetivos establecidos en el presente proyecto. Para esto se hace uso de diferentes fuentes de estandarización y certificaciones de edificios verdes, así como de plataformas de cálculo que facilitan el desarrollo de la investigación.

#### Delimitación temporal

Periodo 2021-2022

## INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA

#### Fase 1

En esta fase se busca elaborar un caso base de consumo de agua por medio de cálculos obtenidos según los parámetros del proyecto, y de la utilización de la plataforma EDGE como referencia para así determinar las actividades y usos de aparatos sanitarios que consumen agua en mayor o menor medida teniendo en cuenta los tipos de departamentos de cada piso y la cantidad de usuarios que estos poseen.

#### Fase 2

Una vez conocido el caso base se busca determinar un caso optimizado de consumo de agua a través del cálculo y la aplicación de diferentes estrategias que permitirán reducir el consumo de agua por mes dentro del proyecto y realizando un uso más eficiente de este recurso, tomando la plataforma EDGE como referencia y asegurar el cumplimiento de sus estándares.

#### Fase 3

En esta fase se recopila información de la capacidad de precipitación que ofrece el lugar de ubicación del proyecto para así determinar la cantidad de agua que se puede obtener a través de la superficie designada para cumplir este propósito y así definir por medio de cálculos la capacidad de cisterna de almacenamiento.

#### Fase 4

Según los resultados obtenidos tanto del caso optimizado como de la capacidad de almacenamiento de aguas pluviales captadas, se determina la cantidad de aguas residuales que pueden ser tratadas y reutilizadas dentro del consumo del proyecto y comprobar si se cumple con las estandarizaciones requerida por la certificación LBC para ser un edificio regenerativo en el aspecto del uso del agua.

# PLANTEAMIENTO



LOOKOUT -  
CUMBAYÁ

EDIFICIO DE  
VIVIENDA SOCIAL

AGUA

MEDIDA DE  
EFICIENCIA

FORMATO DE  
CERTIFICACION

CÁLCULO MEDIANTE  
METODOLOGÍA

BLOQUE DE VIVIENDA

ESTRATEGIAS  
SELECCIONADAS

ESTRATEGIAS

- 1) Ducha optimizadora de agua
- 2) Urinario sin agua
- 3) Llaves de fregadero y lavamanos con sensores
- 4) Lavavajillas con optimizadores de agua
- 5) Lavadoras de bajo consumo de agua
- 6) Sistema de Sanitario de descarga por vacío

## ● CÁLCULO DE CASO BASE

En principio es importante analizar la cantidad de agua usada en la realización de varias actividades diarias de los habitantes de la región, lo cual se lo puede analizar en la siguiente Tabla donde se presenta descargas estimadas de aparatos sanitarios acordes a la región y teniendo en cuenta las prácticas de consumo de agua de los ecuatorianos.

Consumo de agua para diferentes actividades domesticas	
ACTIVIDADES DOMESTICAS	CONSUMO DE AGUA (Litros)
Cocina	
Lavar Platos con grifo abierto (10 minutos)	40
Cocinar, beber, por persona al día	3
Descongelar alimentos	8,3
Descongelar alimentos bajo grifo abierto	24
Baño	
Cepillarse los dientes con grifo abierto	20
Cepillarse los dientes con grifo cerrado (solo enjuague)	0,9
Inodoro (por descarga)	12
Urinario	1,9
Ducha (8 minutos)	80
Tina	300
Lavarse las manos con llave abierta	19
Otros	
Regar Plantas	10
Lavado de Auto con manguera	500
Lavado de Auto con Balde	50
Lavado de Ropa 200	200
Regar 1m2 de jardín a la semana	25

**Tabla 3** Consumo de agua para diferentes actividades domésticas.  
Fuente: Baquero, 2013

Es importante considerar la descarga general de los aparatos sanitarios según su uso y frecuencia considerando los hábitos de consumo de las personas del edificio.

La siguiente tabla muestra una estimación de descargas del Edificio por aparato sanitario para así poder estimar el volumen de descarga total en un día, tomando

en cuenta que la proyección arquitectónica del edificio está realizada para departamentos de vivienda, donde pueden vivir entre 1,2 y hasta 4 personas en los departamentos de mayor capacidad, adicional a esto se ha tomado en cuenta el aspecto social de costumbres de las personas que representarán la frecuencia de uso de cada aparato sanitario como ya se mencionó anteriormente.

DESCARGA GENERAL DIARIA DEL EDIFICIO POR ÁREAS DE SERVICIO Y APARATOS SANITARIOS (m3)

ÁREAS / APARATOS SANITARIOS		Inodoro	Urinario	Lavamanos	Ducha	Fregadero	Lavadora	Lavar platos a mano	Descarga (m3)
		Descarga de Aparatos Sanitarios							
Descarga	Litros / Descarga	6	1,9				160	40	Detalle de descarga estimada
	Litros / Minuto			8,3	9,5	8,3			
	Duración promedio (Minuto)			2	8	5			
	Frecuencia / Día	3	3	3	1	3	0,333	2	
Número de Usuarios		2	2	2	2	1	2	1	
Planta	Detalle de Servicios	Número de Aparatos sanitarios							
Planta Baja	Lobby	1	1	1					3,07464
	Sala comunal	3		3					
	Lavandería						14		
	Farmacia	2	2	2					
	Papelería	2	2	2					
	Peluquería	2	2	2					
	Floristería	1	1	1					
	Total aparatos	11	8	11	0	0	14	0	
	Descarga (Litros)	396	91,2	1095,6	0	0	1491,84	0	
	Descarga (m3)	0,396	0,0912	1,0956	0	0	1,49184	0	
Nivel 1 / Nivel 3	Dep. de 1 habitación (tipo A)	1		1	1	1		1	4,02
	Dep. de 1 habitación (tipo B-Fronal)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 1 habitación (tipo B-Posterior)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 2 habitaciones (Frontal)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 2 habitaciones (Posterior)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 3 habitaciones (Frontal)	2		2	2	1		1	
	Dep. de 3 habitaciones (Posterior)	2		2	2	1		1	
	Total aparatos	9	0	9	9	7	0	7	
	Descarga (Litros)	324	0	896,4	1368	871,5	0	560	
	Descarga (m3)	0,324	0	0,8964	1,368	0,8715	0	0,56	
Nivel 2 / Nivel 4	Dep. de 1 habitación (tipo A)	1		1	1	1		1	4,02
	Dep. de 1 habitación (tipo B-Fronal)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 1 habitación (tipo B-Posterior)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 2 habitaciones (Frontal)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 2 habitaciones (Posterior)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 3 habitaciones (Frontal)	2		2	2	1		1	
	Dep. de 3 habitaciones (Posterior)	2		2	2	1		1	
	Total aparatos	9	0	9	9	7	0	7	
	Descarga (Litros)	324	0	896,4	1368	871,5	0	560	
	Descarga (m3)	0,324	0	0,8964	1,368	0,8715	0	0,56	
Consumo Diario									19,15
Consumo Mensual									574,6272
Consumo Anual									6895,5264

**Tabla 4** Descarga general diaria del edificio por áreas de servicio y aparatos sanitarios (m3)  
Fuente Elaboración propia

## ● CÁLCULO DE CASO BASE

Por medio de la introducción de diferentes parámetros en la plataforma EDGE, tales como: ubicación del proyecto, precipitación, temperatura y humedad anuales, área del proyecto, cantidad de departamentos y cantidad de usuarios. Se obtiene un caso base calculado por medio de su software con lo que ofrece los siguientes resultados.

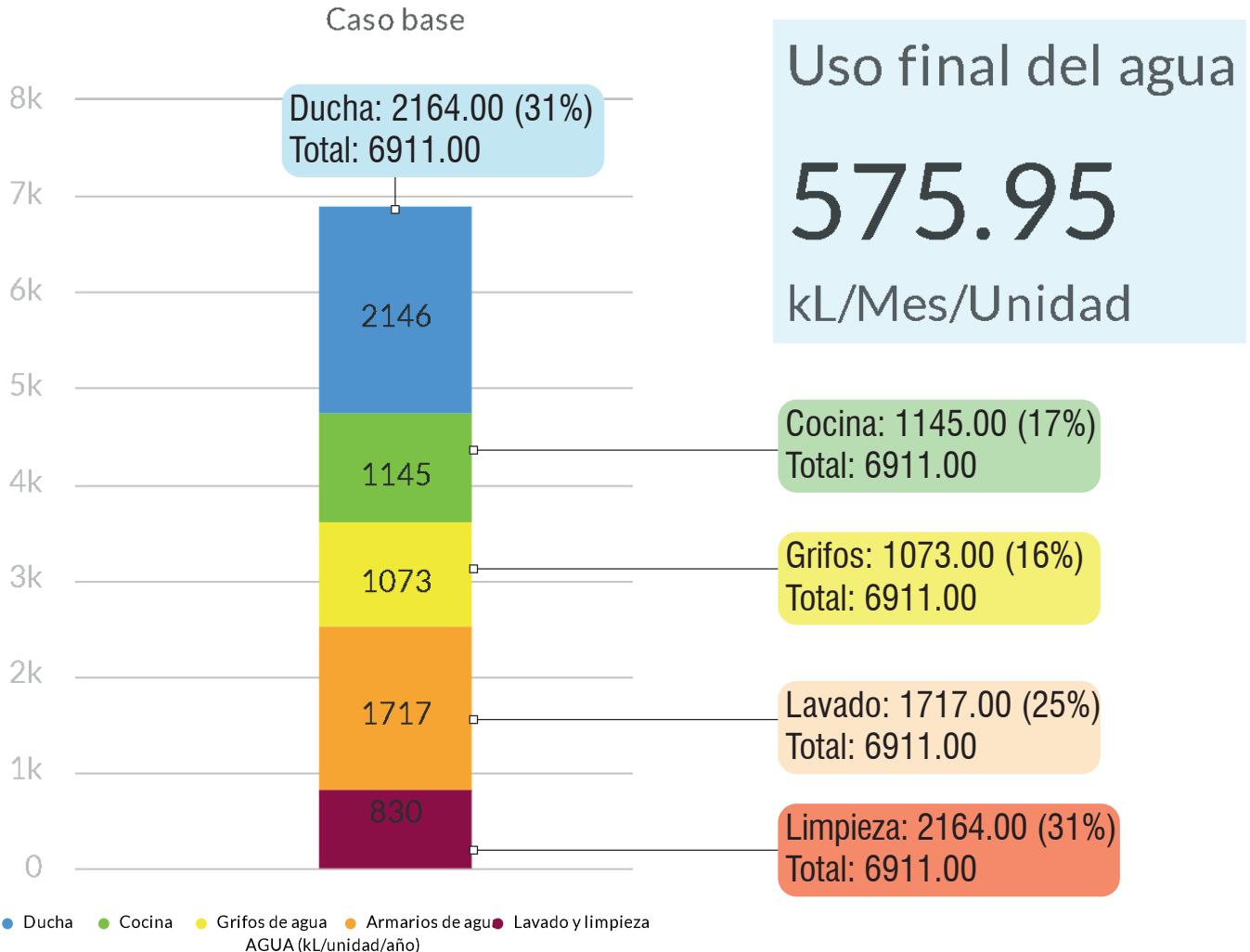


Fig. 9 Cálculo de caso base de consumo de agua en el edificio

Fuente: Edge Buildings

# ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

## ESTRATEGIAS - MEDIDAS DE EFICIENCIA

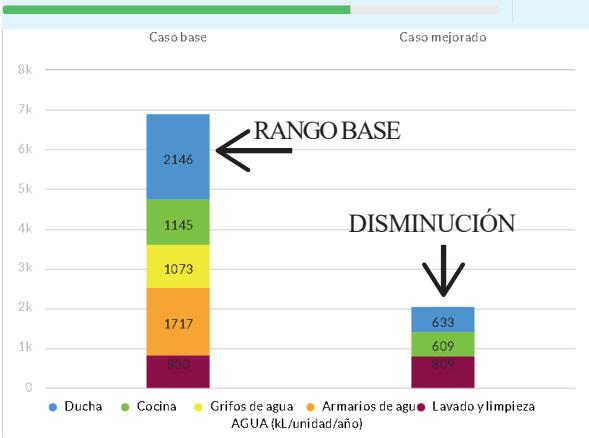
### 1 DUCHA AHORRADORA DE AGUA

APARATO SANITARIO: **NEBIA Spa 2.0**

Sistema de ducha con atomizador, Nebia.



70.10% Cumple con el estándar de agua EDGE



OBJETIVO:

Al especificar duchas de bajo flujo, se reduce el consumo de agua sin afectar negativamente su funcionalidad.

ENFOQUE:

El flujo mínimo de una ducha puede ser hasta 6,8 ya que depende de la presión del agua.  
El uso de la tecnología H2MICRO permite generar una presión de aerosol con un caudal regular de 2,8 litros por minuto.

CÁLCULO DE FLUJO DEL CABEZALDE DUCHA PROMEDIO:

Cabezales de ducha hmW01\* Cabezales de ducha de bajo flujo - 2.88 L/min

L/min

CONCLUSIÓN:

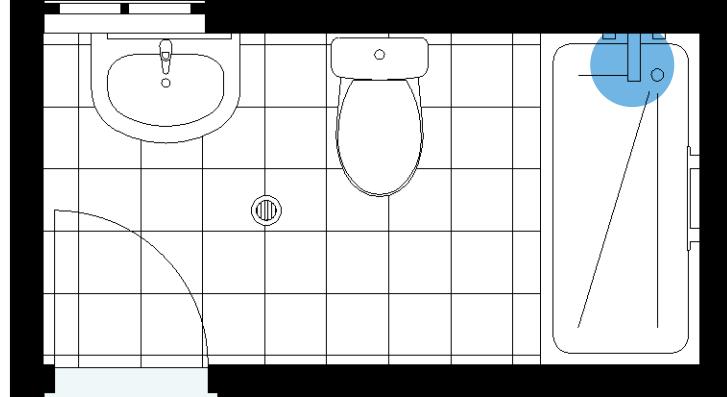
Con el uso de esta tecnología se puede ocupar una menor cantidad de agua a la vez que cubre una mayor superficie, además el tiempo de calentamiento de agua se reduce al mínimo impactando directamente en que el tiempo que se ocupa en la ducha sea menor.

## ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

### 1 DUCHA OPTIMIZADORA DE AGUA



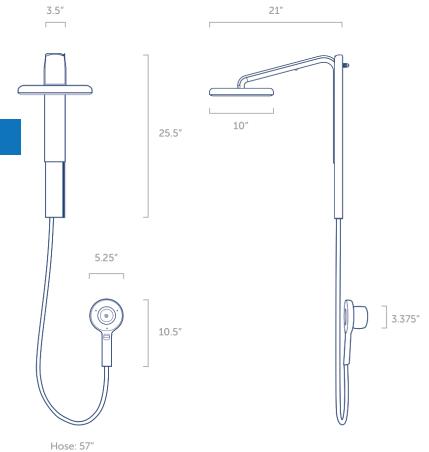
### DETALLE Y PLANIMETRÍA



### FICHA TÉCNICA

- Tobogán vertical de 17", cabezal de ducha inclinable y brazo giratorio para una experiencia de ducha personalizable
- Versión hasta la cintura compatible con salidas de agua altas por encima de la cabeza (comúnmente encontradas en Europa y Asia)
- Caudal tan bajo como 2.3 galones por minuto

#### Dimensions



## ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

### ESTRATEGIAS - MEDIDAS DE EFICIENCIA

#### 2 URINARIO SIN AGUA

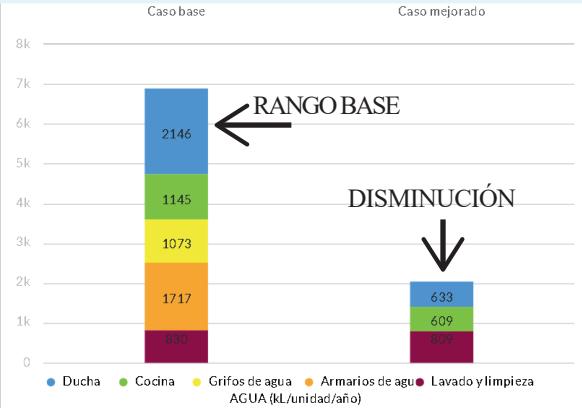
APARATO SANITARIO:

LAVA/7000

Urinario Ecológico, Falcon.



70.10% Cumple con el estándar de agua EDGE



OBJETIVO:

La instalación de urinarios que no ocupan agua reduce sustancialmente el consumo de agua y a la vez que proporciona un alto nivel de satisfacción por su rendimiento.

ENFOQUE:

Los valores de la cantidad de agua ahorrada al día es determinado por el consumo de un aparato normal, pero al no tener valor por descarga este se ve reducido a cero.

CÁLCULO DE FLUJO DEL URINAL POR DESCARGA:



HTW05\* Orinales con uso eficiente de agua en todos los baños - 0 lts./descarga

Lts./des...

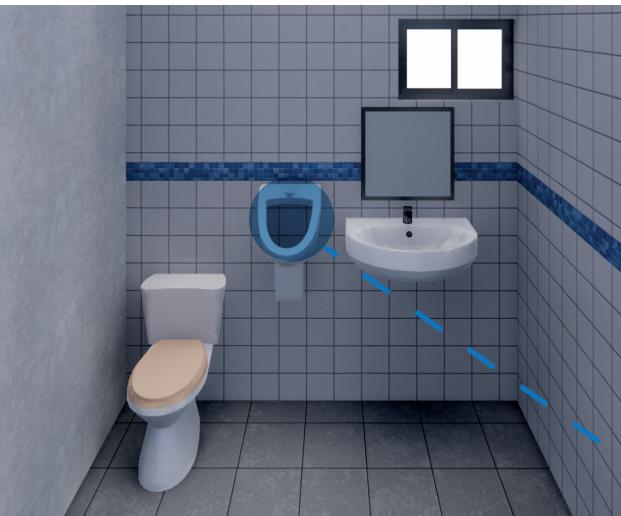
0.0

CONCLUSIÓN:

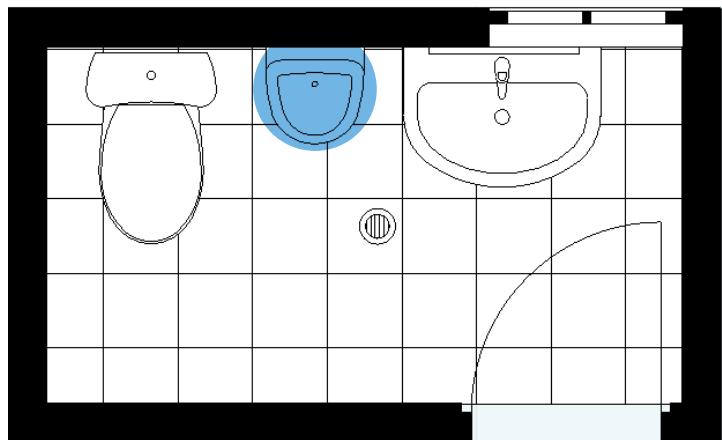
El ahorro de agua es mayor que cualquier aparato sanitario, por el contrario el valor de aguas residuales generadas generadas por medio de su uso son variables y poco cuantificables.

# ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

## 2 URINARIO SIN AGUA



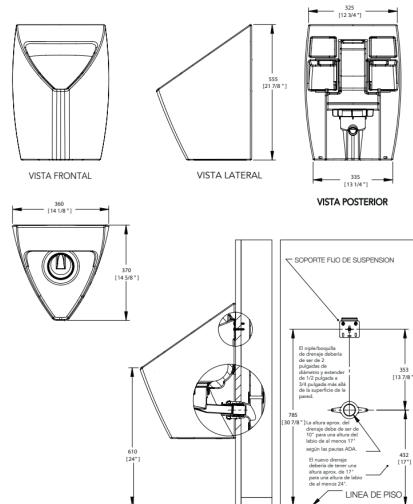
### DETALLE Y PLANIMETRÍA



### FICHA TÉCNICA

LAVA/7000

- Incluye mingitorio de porcelana
- Carcasa instalada (H-1, Mod. 3)
- Soporte de pared de una sola pieza con anclajes
- Tapa para línea de drenaje
- Uni-aclopador



## ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

### ESTRATEGIAS - MEDIDAS DE EFICIENCIA

#### 3 GRIFOS CON SENSOR INFRARROJO

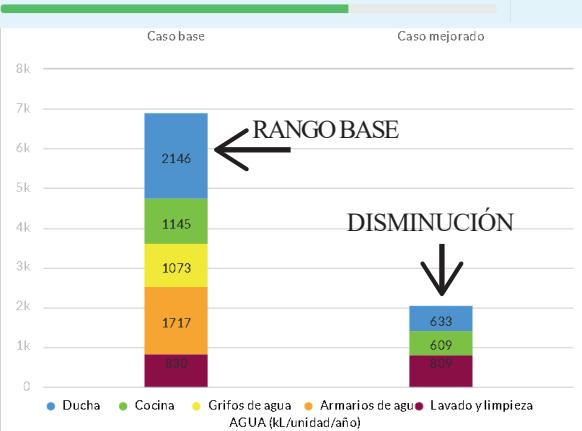
APARATO SANITARIO:

EFFI

Grifería electrónica, JETECHH



70.10% Cumple con el estándar de agua EDGE



OBJETIVO:

El uso de grifos de llave de sensor permite utilizar la cantidad de agua mínima para la realización de cualquier actividad, ya que evita que al ser usada se mantenga la llave abierta de manera innecesaria o que esta a su vez pueda quedar mal cerrada evitando así también fugas.

ENFOQUE:

El flujo promedio de un grifo se suele mantener en 2.5 L/min lo cual es incluso menos de la mitad de un grifo normal de bajo flujo que suelen mantener un flujo de entre 6L/min.

CÁLCULO DE FLUJO DEL GRIFO CON SENSOR INFRARROJO:

✓	Grifos hmW03* Grifos de bajo flujo en todos los baños - 2.5 L/min	L/min	<input type="text" value="2.5"/>
✓	HmW02* Grifos de bajo flujo para fregaderos de cocina - 2.5 L/min	L/min	<input type="text" value="2.5"/>

CONCLUSIÓN:

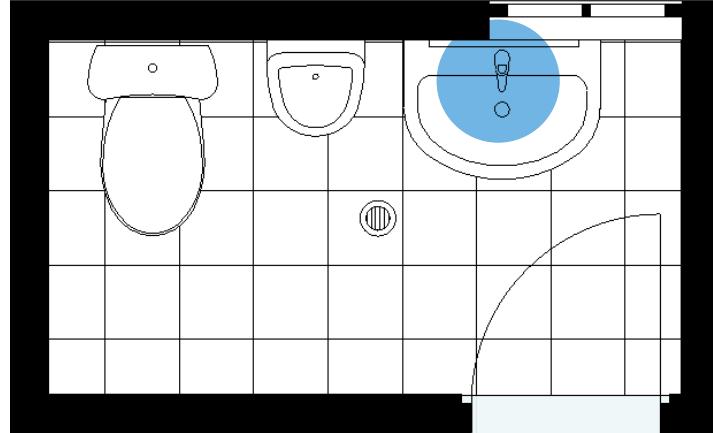
La cantidad de agua ahorrada por medio del uso de este aparato resulta fácilmente rentable en cuanto al precio del mismo por la cantidad de dinero que se evita gastar en el uso o desperdicio del agua.

## ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

### 3 GRIFOS CON SENSOR INFRARROJO



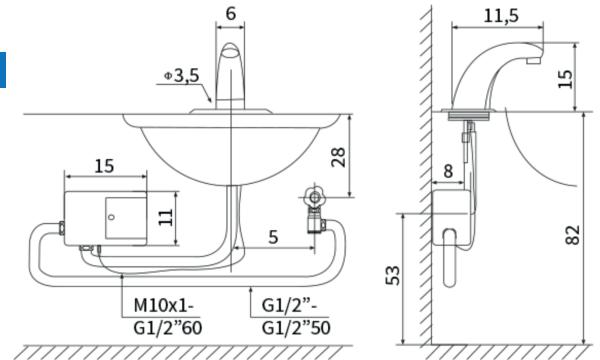
### DETALLE Y PLANIMETRÍA



### FICHA TÉCNICA

EFFI

- Presión del agua 0,05Mpa - 0,6Mpa
- Opciones de uso Enchufe o Batería (4 pilas AA)
- Duración batería 50.000 usos
- Tº ambiente de trabajo 1-55º
- Consumo eléctrico <math>\leq 2\text{W}</math>



\* Dimensiones en cm.

# ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

## ESTRATEGIAS - MEDIDAS DE EFICIENCIA

### 4 LAVAJILLAS AHORRADOR DE AGUA

APARATO: **Bosch SMS68TI03E**

Lavavajillas de libre instalacion, BOSCH



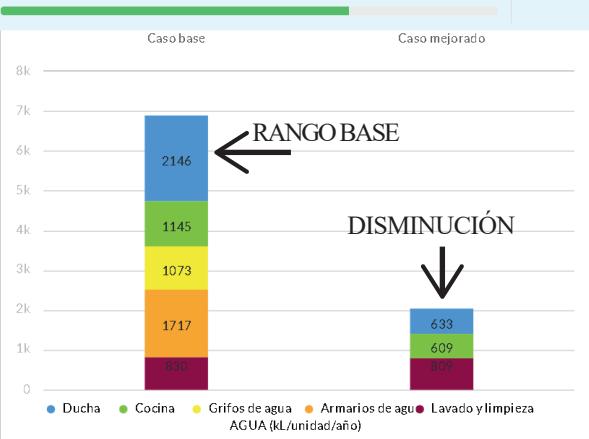
**OBJETIVO:**

Al usar un lavavajillas automático para limpiar los platos en lugar de hacerlo por el método manual se realiza un uso mas eficiente del agua.

**ENFOQUE:**

El lavavajillas a diferencia del lavado manual no genera desperdicios de agua ya que mantiene constantes su nivel de consumo y de esta manera se evita cosas como tener la llave del fregadero abierta, ademas su uso eficiente del agua permite lavar una mayor cantidad de elementos con el menor gasto.

70.10% Cumple con el estándar de agua EDGE



**CONCLUSIÓN:**

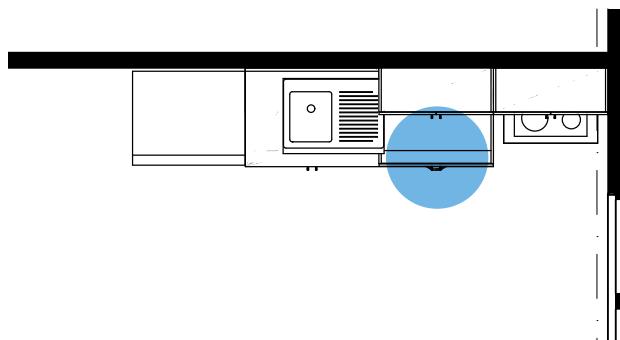
Por medio de un programa automático se adapta el rango de temperatura y la presión del agua en función del grado del suciedad de la vajilla. Todo ello garantizando los mejores resultados de lavado y cuidado de la vajilla haciendo uso de la menor cantidad de agua posible

## ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

### 4 LAVAJILLAS AHORRADOR DE AGUA



### DETALLE Y PLANIMETRÍA



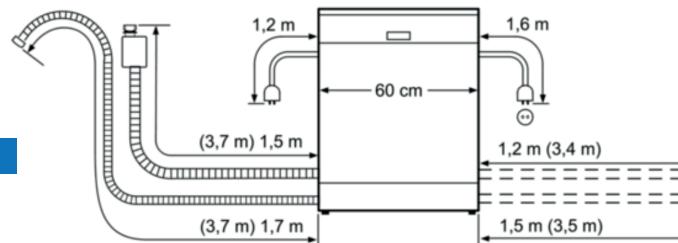
### FICHA TÉCNICA Bosch SMS68TI03E

-Libre instalación

-Consumo de energía programa ECO por ciclo 0,849 kWh

-Nivel de ruido 44 dB(A) re 1 pW

-Consumo de agua programa ECO por ciclo 9,5 l



( ) Werte mit Verlängerungssatz

## ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

### ESTRATEGIAS - MEDIDAS DE EFICIENCIA

#### 5 LAVADORA DE BAJO CONSUMO

#### OBJETIVO:

EL uso de lavadoras ahorradoras reduce el consumo de agua que se utilizaría en el lavado manual y además son más eficientes que las lavadoras comunes.

#### ENFOQUE

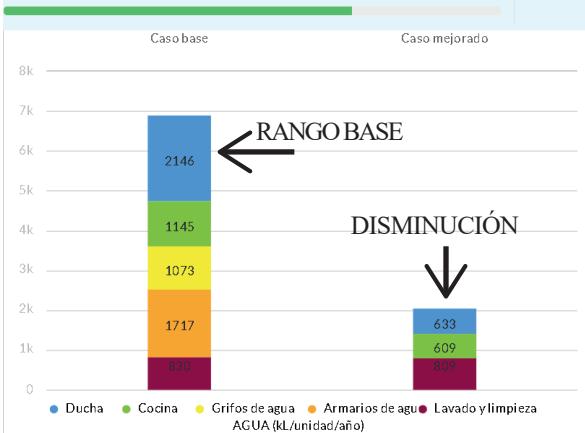
Cuenta con Sistema de lavado de Alta Eficiencia HE, con máximo ahorro de agua y energía. Ofrece la mayor capacidad en su clase. Además, cuenta con Sistema de secado automático.

APARATO: Whirlpool 7MWGT4027HW



Centro Whirlpool de Lavado a gas 20kg

70.10% Cumple con el estándar de agua EDGE

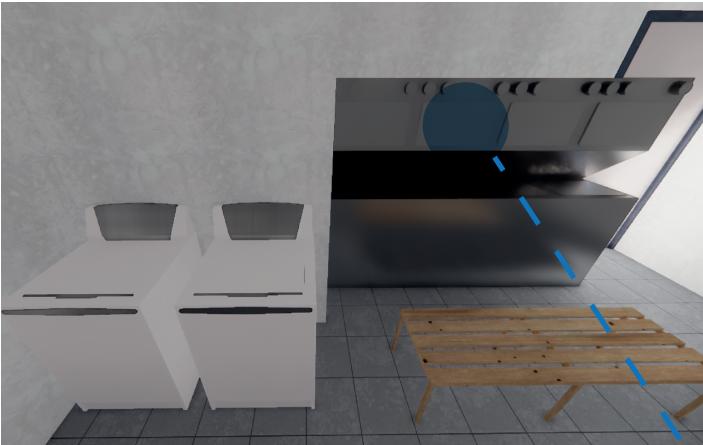


#### CONCLUSIÓN:

Las lavadoras de Alta Eficiencia de la marca ahorran hasta un 80% de agua sin sacrificar desempeño de lavado en comparación con una lavadora tradicional que consume 200 litros de agua por ciclo, logrando un máximo ahorro de agua y energía.

## ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE AGUA

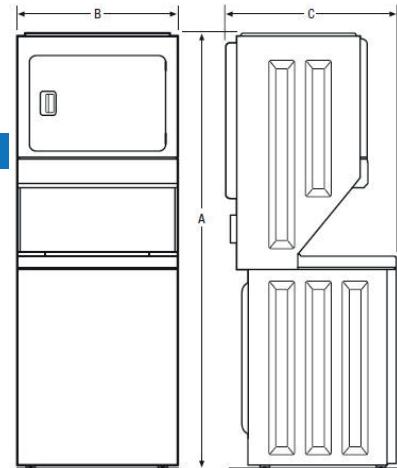
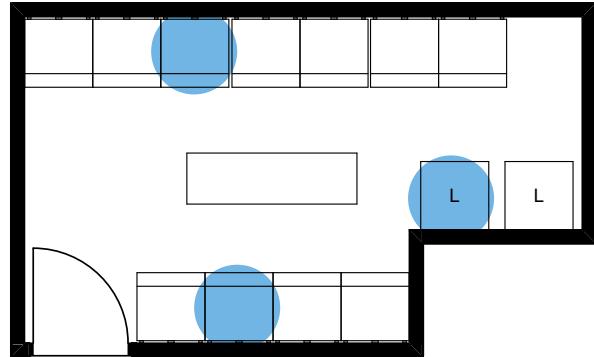
### 5 LAVAJILLAS AHORRADOR DE AGUA



#### FICHA TÉCNICA Whirlpool 7MWGT4027HW

- 8- 12 kilos
- Xpert System Alta Eficiencia
- 189.2 X 69.2 X 82,3
- 38 Litros/ciclo

#### DETALLE Y PLANIMETRÍA



## ESTRATEGIA DE CASO OPTIMIZADO

### SISTEMA DE SANEAMIENTO POR VACÍO

Un sistema de drenaje por vacío es un sistema de tubería completo que sigue reglas más simples que un sistema de drenaje por gravedad convencional. Las bombas de vacío crean el vacío en el sistema, y las aguas residuales se transportan a medida que se retira el aire en vez de por el agua y su propio peso. Las principales características de usar este tipo de sistemas son:

#### Diseño flexible

- Permite la máxima flexibilidad en el diseño y la construcción
- Las aguas residuales se pueden transportar alrededor de obstáculos, arriba u horizontalmente sin una pendiente continua (levantado hasta 3-6 m, dependiendo de las especificaciones)
- Las tuberías son más pequeñas
- No más bomba de elevación y múltiples puntos de recogida subterráneos

#### Funcionamiento seguro

- Los bloqueos y la sedimentación son inexistentes debido a la muy alta velocidad del agua en la tubería de vacío, 7-8 m/s después de la válvula interfase
- Una rotura en la tubería conducirá a la fuga de aire en la tubería, no hay fugas de aguas residuales
- Los dispositivos y las interfases no necesitan ventilación

#### Facilidad de remodelación y reducción del tiempo de instalación

- Los sistemas de drenaje por vacío hacen que la conversión de edificios, la instalación subterránea, la remodelación de tiendas o la renovación histórica de edificios sean mucho más fáciles y rentables

### Beneficios de drenaje por vacío en comparación con la solución por gravedad

#### Gran ahorro de agua

- El inodoro de vacío Evac ofrece hasta un 90% de ahorro en el agua de lavado en comparación con un inodoro estándar
- Nuestros inodoros de vacío utilizan sólo 1,2 litros por descarga, y nuestros urinarios de vacío sólo 0,6 litros por descarga. En comparación, un inodoro estándar de doble lavado utiliza de 4 a 9 litros por descarga

#### Higiene mejorada

- Los inodoros de vacío Evac aspiran 60 litros de aire por descarga, haciéndolos más higiénicos que los inodoros tradicionales

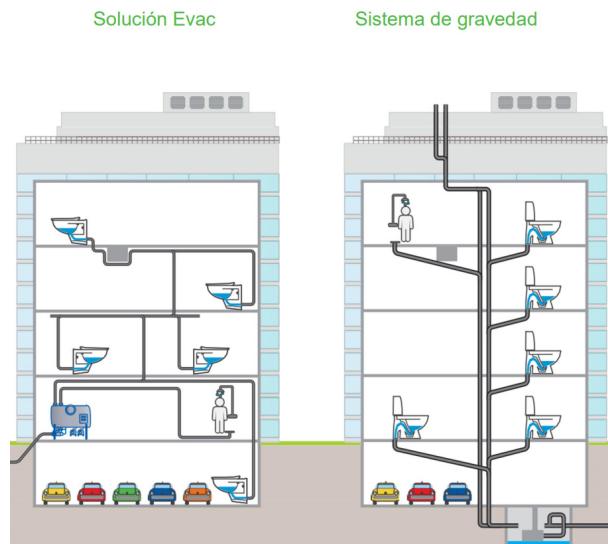


Fig. 10 Consumo de agua para diferentes actividades domésticas.  
Fuente: Evac, 2020

El calculo del caso optimizado se realiza introduciendo los valores de consumo de los aparatos sanitarios eficientes en el mismo proceso que el caso base, de esta manera se obtiene cantidades de consumo menores a las obtenidas en el caso anterior, reduciendo así el consumo de este recurso y dándole un uso mas eficiente.

**DESCARGA GENERAL DIARIA DEL EDIFICIO POR ÁREAS DE SERVICIO Y APARATOS SANITARIOS (m3)**

ÁREAS / APARATOS SANITARIOS		Inodoro	Urinario	Lavamanos	Ducha	Fregadero	Lavadora	Lavavajillas	Descarga (m3)
Descarga de Aparatos Sanitarios									
Descarga	Litros / Descarga	1,28	0				78	9,5	Detalle de descarga estimada
	Litros / Minuto			2,5	2,88	2,5			
	Duración promedio (Minuto)			2	8	5			
	Frecuencia / Día	3	3	3	1	3	0,333	2	
	Número de Usuarios	2	2	2	2	1	2	1	
Planta	Detalle de Servicios	Número de Aparatos Sanitarios							
Planta Baja	Lobby	1	1	1					1,14
	Sala comunal	3		3					
	Lavandería						14		
	Farmacia	2	2	2					
	Papelería	2	2	2					
	Peluquería	2	2	2					
	Floristería	1	1	1					
	Total aparatos	11	8	11	0	0	14	0	
	Descarga (Litros)	84,48	0	330	0	0	727,272	0	
	Descarga (m3)	0,08448	0	0,33	0	0	0,727272	0	
Nivel 1 / Nivel 3	Dep. de 1 habitación (tipo A)	1		1	1	1		1	1,15
	Dep. de 1 habitación (tipo B-Fronal)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 1 habitación (tipo B-Posterior)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 2 habitaciones (Frontal)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 2 habitaciones (Posterior)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 3 habitaciones (Frontal)	2		2	2	1		1	
	Dep. de 3 habitaciones (Posterior)	2		2	2	1		1	
	Total aparatos	9	0	9	9	7	0	7	
	Descarga (Litros)	69,12	0	270	414,72	262,5	0	133	
	Descarga (m3)	0,06912	0	0,27	0,41472	0,2625	0	0,133	
Nivel 2 / Nivel 4	Dep. de 1 habitación (tipo A)	1		1	1	1		1	1,15
	Dep. de 1 habitación (tipo B-Fronal)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 1 habitación (tipo B-Posterior)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 2 habitaciones (Frontal)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 2 habitaciones (Posterior)	1		1	1	1		1	
	Dep. de 3 habitaciones (Frontal)	2		2	2	1		1	
	Dep. de 3 habitaciones (Posterior)	2		2	2	1		1	
	Total aparatos	9	0	9	9	7	0	7	
	Descarga (Litros)	69,12	0	270	414,72	262,5	0	133	
	Descarga (m3)	0,06912	0	0,27	0,41472	0,2625	0	0,133	
Total de Aparatos Sanitarios		47	8	47	36	28	14	28	5,74
DESCARGA GENERAL DEL EDIFICIO (m3)		0,36096	0,00	1,41	1,65888	1,05	0,727272	0,532	
		Consumo Diario							
		Consumo Mensual							172,17
		Consumo Anual							2066,08

**Tabla 5** Descarga general diaria del edificio por áreas de servicio y aparatos sanitarios

Fuente: Elaboración propia

## CÁLCULO DE CASO OPTIMIZADO

El cálculo del caso de consumo optimizado en la plataforma EDGE se realiza mediante la introducción de los parámetros y especificaciones de los aparatos sanitarios de ahorro así como la implementación de estrategias como el tratamiento de aguas residuales para la reutilización del agua para satisfacer las necesidades de los usuarios dentro del edificio. El resultado obtenido muestra que cumple con el 70.1% del estándar requerido.

70.10% Cumple con el estándar de agua EDGE

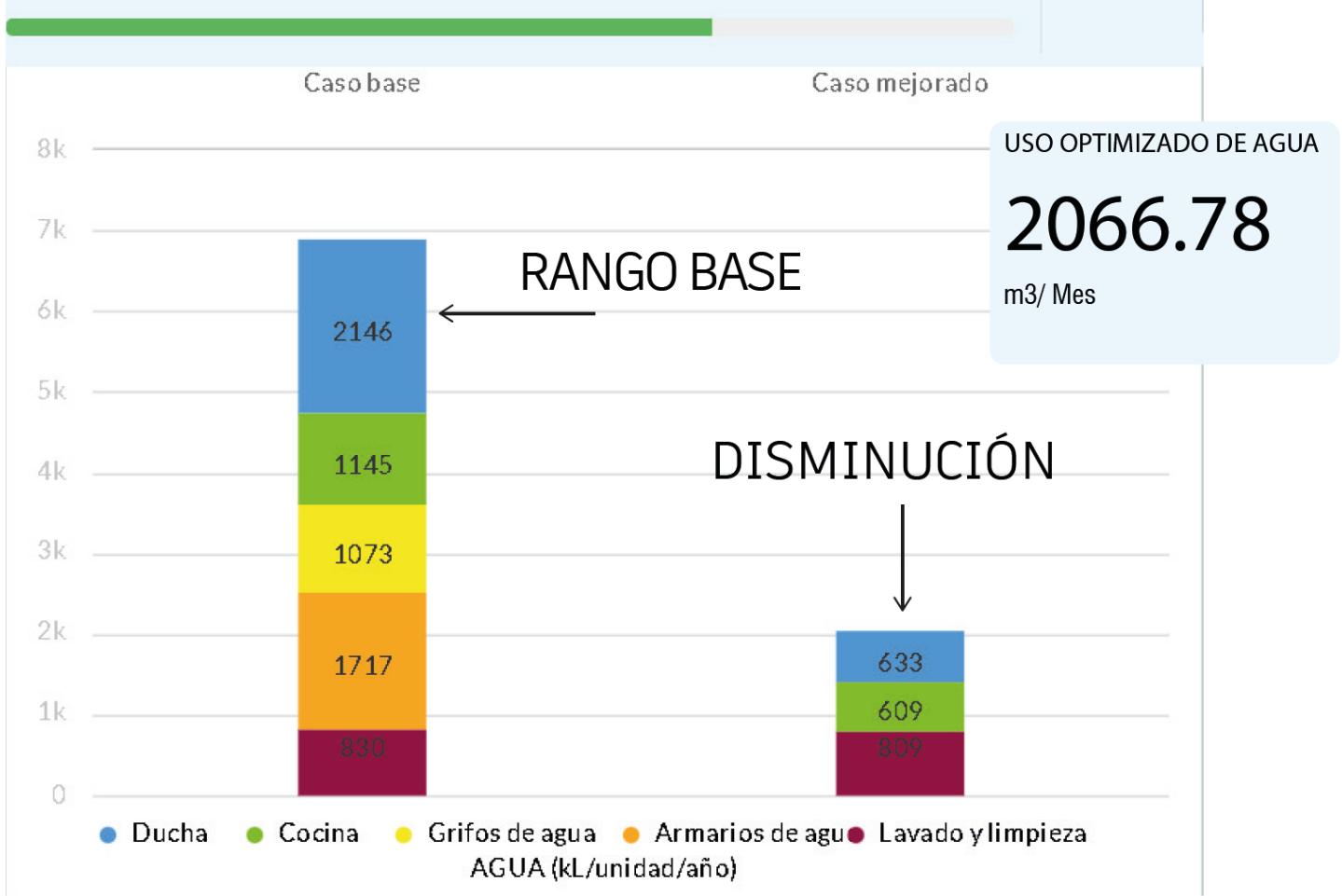


Fig. 11 Cálculo del caso optimizado de consumo de agua del edificio  
Fuente: Edge Buildings

## RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA

La estación hidro-meteorológica mas cercana a la ubicación del proyecto es la M0024 - IÑAQUITO

### IÑAQUITO

- Código: M0024
- Provincia: PICHINCHA
- Propietario: INAMHI
- Latitud: -0.178300
- Longitud: -78.487700
- Altitud: 2789.00 metros
- Tipo: METEOROLOGICA
- Estado: OPERATIVA

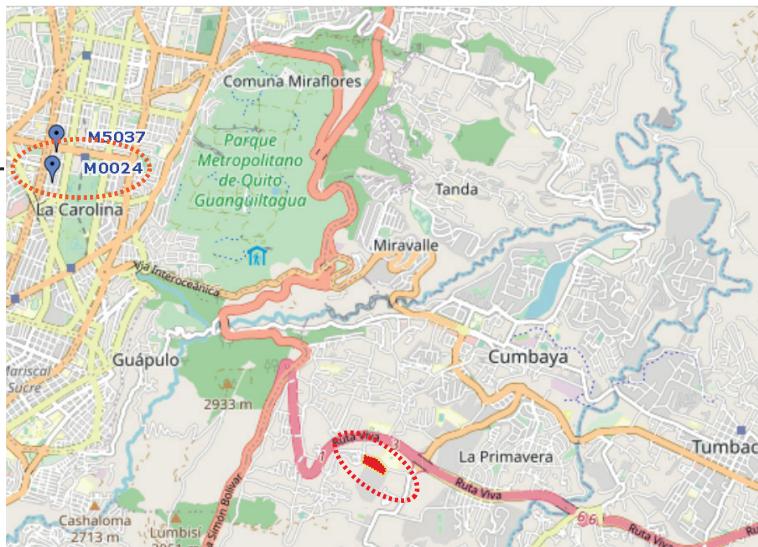


Fig. 12 Ubicación de estaciones hidro-meteorológicas mas cercanas  
Fuente: Google Maps

Mes	Precipitación media mensual (mm)	Dias Lluviosos	Precipitación (m3)	Área (m2)	Coefficiente	Volumen (m3)
Enero	86,29	6	0,086	583	0,95	47,79
Febrero	107,4	16	0,107	583	0,95	59,48
Marzo	141,34	16	0,141	583	0,95	78,28
Abril	182,89	14	0,183	583	0,95	101,29
Mayo	94,2	21	0,094	583	0,95	52,17
Junio	30,08	2	0,030	583	0,95	16,66
Julio	25,4	1	0,025	583	0,95	14,07
Agosto	16,94	11	0,017	583	0,95	9,38
Septiembre	49,89	7	0,050	583	0,95	27,63
Octubre	107,19	19	0,107	583	0,95	59,37
Noviembre	104,89	11	0,105	583	0,95	58,09
Diciembre	101,54	9	0,102	583	0,95	56,24
<b>Media anual</b>	<b>1048,05</b>	<b>11</b>				<b>580,46</b>

Tabla 6 Tabla de precipitaciones  
Fuente: INHAMI

## CÁLCULO DE ALMACENAJE

Las mayores precipitaciones se producen en los largos periodos de febrero a abril y de octubre a diciembre, siendo marzo y abril los dos meses con mayores precipitaciones del año, y mayo con más días lluviosos.

La menor precipitación se produce en los largos periodos de junio, julio y agosto con baja precipitación, siendo junio y julio los días con menos días lluviosos lo cual se debe tener en cuenta para contar con suficientes reservas de agua para suplir las necesidades del proyecto en estos meses.

La precipitación anual promedio es de 1048,05 mm.

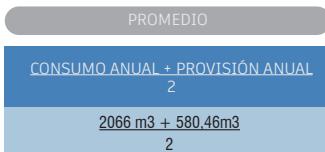
### PASO 1 - DETERMINAR

LA CANTIDAD DE LITROS ANUALES que se puede obtener según los datos que manejamos



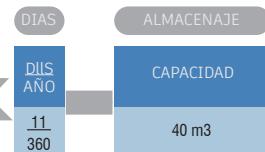
### PASO 2 - PROMEDIO

CONSUMOS - VOLUMEN ANUAL



### PASO 3 - COEFICIENTE

ENTRE DÍAS



### PASO 4 - CAPACIDAD

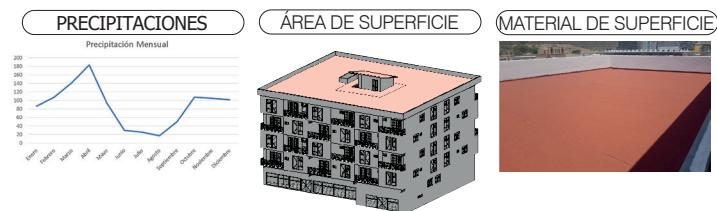
DEL TANQUE DE AGUA PLUVIAL

Fig. 13 Cálculo de capacidad de tanque de agua

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la capacidad de provisión anual edificio se realiza teniendo en cuenta la media anual y el área de la superficie en donde se va a captar el agua de las precipitaciones, en este caso se usará la cubierta del edificio con un área de 583 m<sup>2</sup>. Además, se debe tener en cuenta el Factor de Escorrentía (FE) del material que se ocupa en la superficie. La cubierta posee una superficie impermeabilizante por lo que su FE es igual a 9,5. Para calcular la capacidad del tanque se debe conocer el consumo anual del edificio que se promedia con la provisión anual y tomando en cuenta el valor de los días lluviosos en promedio del año se obtiene la capacidad del tanque de almacenamiento de agua que el proyecto necesita

Para realizar el diseño de los almacenamientos de agua captada se toma en cuenta los valores resultantes del caso optimizado, ya que este requiere una capacidad de almacenamiento menor.



Superficie Total (m <sup>2</sup> )	583	
Factor de Escorrentía (Superficie Impermeabilizante)	0,95	
Provisión Anual (Litros/Año)	580462,49	Consumo optimizado
Provisión Anual (m <sup>3</sup> )	580,46	
Consumo Anual (m <sup>3</sup> )	6056,29	1752,74
Promedio	3318,38	1166,60
Capacidad del Tanque (m <sup>3</sup> )	101,39	35,65
Capacidad Mejorada	105	40

Tabla 7 Cálculo de capacidad de tanque de agua

Fuente: Elaboración propia

## REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Por medio de los resultados obtenidos del consumo de cada aparato sanitario presente en el edificio se puede conocer la cantidad de agua residual producida por cada uno de ellos, así como la cantidad de aguas grises y aguas negras generadas dentro del proyecto.

Se puede observar que la cantidad de agua gris reutilizable es mayor del 60% de agua total consumida dentro del edificio, la cantidad de agua que se necesita para ser reutilizada es del 6,3% lo cual deja una gran cantidad de agua restante que puede ser aprovechada en riego o para suplir las necesidades de proyectos aledaños.

Aparato	Agua consumo	consumo potable	Agua gris reutilizable	Agua negra	Agua reutilizada
Inodoro	0,36			0,36	0,36
Urinario	0,00			0,12	
Lavamanos	1,41	1,41	1,41		
Ducha	1,66	1,66	1,66		
Fregadero	1,05	1,05		1,05	
Lavadora	0,73	0,73	0,73		
Lavavajillas	0,53	0,53		0,53	
Total (m3)	5,74	5,38	3,80	2,06	0,36
Porcentaje(%)	100		66,15	35,95	6,29

**Tabla 8** Resultados de consumo de agua y aguas residuales producidas  
Fuente: Elaboración propia

## ESTRATEGIAS EFICIENCIA HÍDRICA - HUMEDAL FLUJO VERTICAL



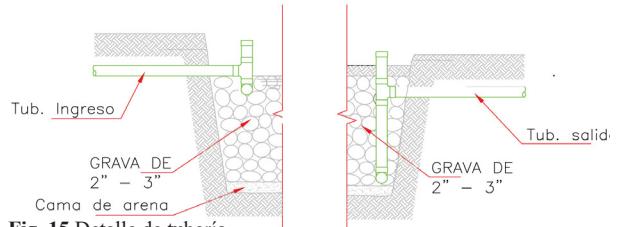
**Fig. 14** Funcionamiento de humedal

Fuente: Elaboración propia

### Filtro y tratamiento

1. De ambos extremos del humedal se colocará grava lavada de entre 2" y 3" para facilitar el ingreso y la salida del flujo. Su colocación se hará con especial cuidado para no dañar las tuberías de entrada y salida .
2. El filtro principal estará constituido por grava lavada de entre 1/2" y 1".
3. Para evitar que las aguas residuales salgan del humedal antes de ser tratadas se colocará una geomembrana de espesor 0.75mm (espe-sor promedio mínimo rollo 0.67mm.)
4. El sistema será un complemento de la uni-dad básica sanitaria tipo compostera.

### Detalle tubería



**Fig. 15** Detalle de tubería

Fuente: Elaboración propia

### Plantas utilizadas

- Junco
- Semilla de girasol
- Carrizo común
- Bambu
- Algas marinas

## PROCESO DE PURIFICACIÓN AGUA LLUVIA

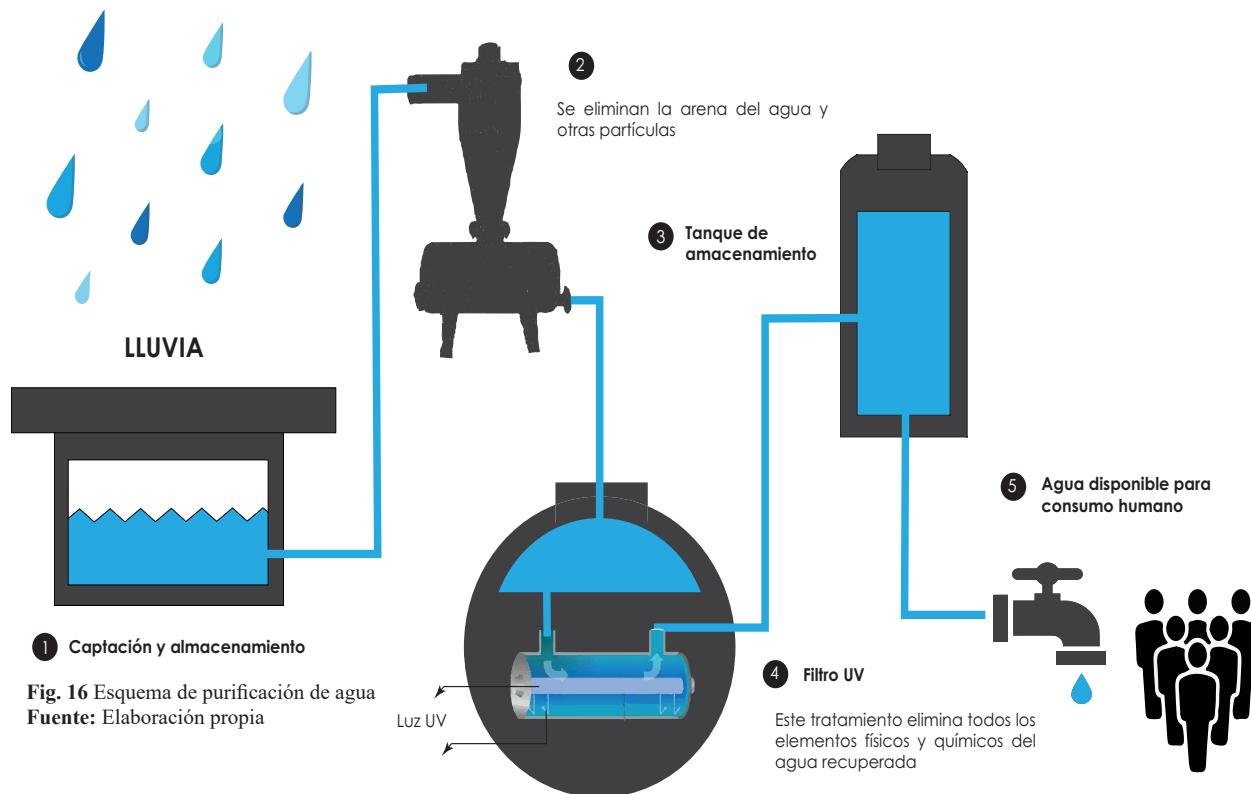


Fig. 16 Esquema de purificación de agua

Fuente: Elaboración propia

### Descripción del sistema

Triple filtración Big 10 pulgadas en armadura fija.

- Cartucho anti-sedimento 25 micrones grande

- Cartucho contenedor con carbón + KDF 300g Big

- Cartucho contenedor con medio Juraperle Big

- Esterilizador ultravioleta con balasto.



## PROCESO DE LIMPIEZA DE AGUAS GRISES

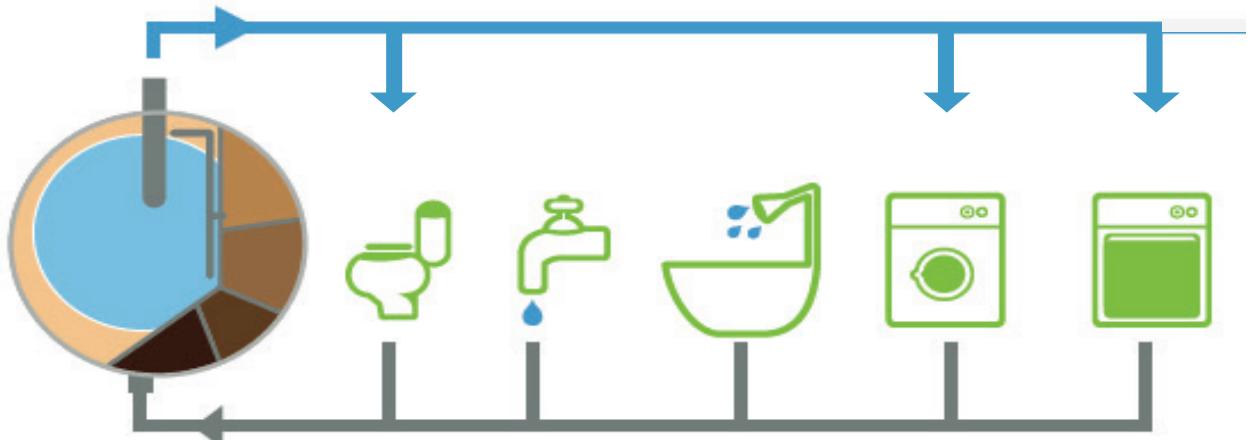
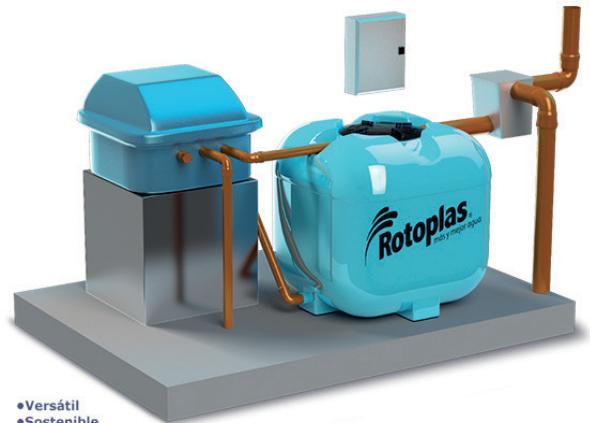


Fig. 17 Funcionamiento del sistema

Fuente: Elaboración propia

### Descripción del sistema

Se trata aguas muy claras, con jabones, de-tergentes y algo de materia orgánica, pero en general muy poco contaminadas. Y porque existen tratamientos rápidos y eficaces que nos dan agua regenerada para ser reutilizada prácticamente al instante



- Versátil
- Sostenible
- Eficiente
- Sustentable

Fig. 18 Bomba de purificación de agua

Fuente: Elaboración propia

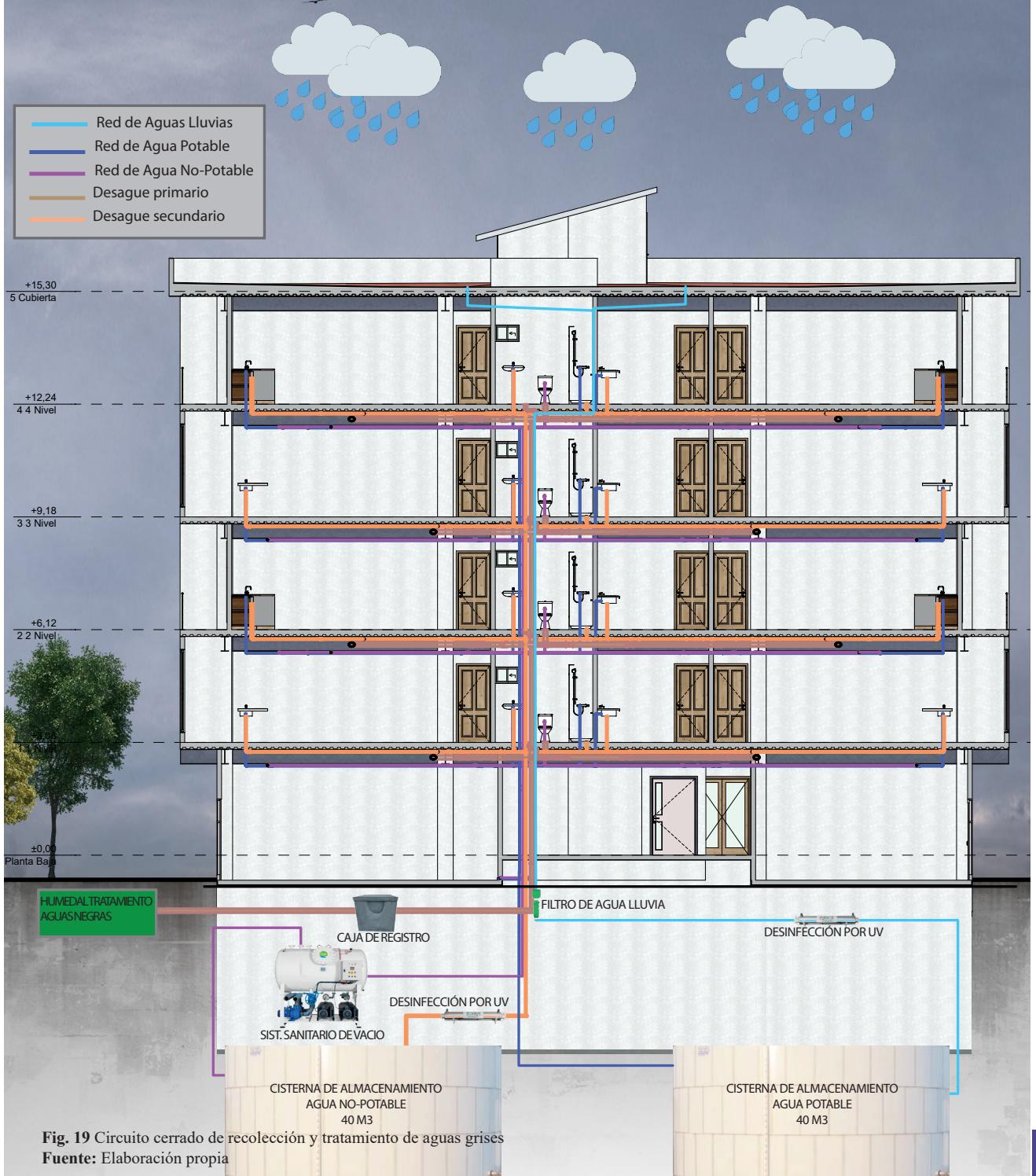
## RESULTADOS OBTENIDOS

Por medio de la tabla de suministro y uso de agua se demuestra que los resultados obtenidos a través de la captación de aguas lluvias logra satisfacer las necesidades de consumo por medio del tratamiento y la reutilización de aguas grises en el proyecto, ya que el agua total de suministro 2325 m3 es mayor que las necesidades de consumo que son 2066 m3.

DESAFÍO DEL EDIFICIO VIVO 3,1 Tabla		Nombre del proyecto: de uso y suministro de												Edificio de Vivienda - Lumbisí
Rendimiento Periodo	Rendimiento to mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Mes y año reales	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual Total
	Unidades de agua	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Suministro de agua	Agua de lluvia Cubierta	47,8	59,5	78,3	101,3	52,2	16,7	14,1	9,4	27,6	59,4	58,1	56,2	<b>580,5</b>
	Condensado natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Superficie de suelo Agua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Regenerado Agua gris	114	119,7	125,4	131,1	136,8	142,5	148,2	153,9	159,6	165,3	171	176,7	<b>1744,2</b>
	Regenerado Condensar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Potable Municipal Agua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Agua total Real Suministro	161,8	179,2	203,7	232,4	189,0	159,2	162,3	163,3	187,2	224,7	229,1	232,9	<b>2325</b>
Uso del agua	Agua doméstica	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	<b>2066,04</b>
	Agua de proceso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Agua total real Usar	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	172,17	<b>2066,04</b>

**Tabla 9** Resultados obtenidos solicitados por Living Building Challenge

**Fuente:** Elaboración propia



**Fig. 19** Circuito cerrado de recolección y tratamiento de aguas grises  
**Fuente:** Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Según las condiciones climatológicas de la ciudad, si recogemos la mayor cantidad de agua de fuentes pluviales, si es posible ser autosuficientes en este recurso.
- Los excedentes de agua se pueden aprovechar en riego o en consumo de proyectos aledaños cumpliendo así el objetivo de ser regenerativo con el medio ambiente.



Fig. 20 Resultados obtenidos de consumo y gasto de agua en el proyecto

Fuente: Elaboración propia

**ETAPA 3**  
**PROPUESTA**

# ANÁLISIS DE SITIO

## ANÁLISIS DE SITIO - UBICACIÓN

### Descripción

El proyecto esta ubicado en el provincia de Pichincha canto Quito en el sector de Cumbayá, en un terreno aproximadamente a 10km de la Ruta Viva entre las calles Río Santiago y la calle malaga; Hay que tener en cuenta que hay dos punto de referencia los cuales son la Hacienda Malaga y el Cole-gio Spellman los dos ubicándose a los laterales del terreno propuesto.

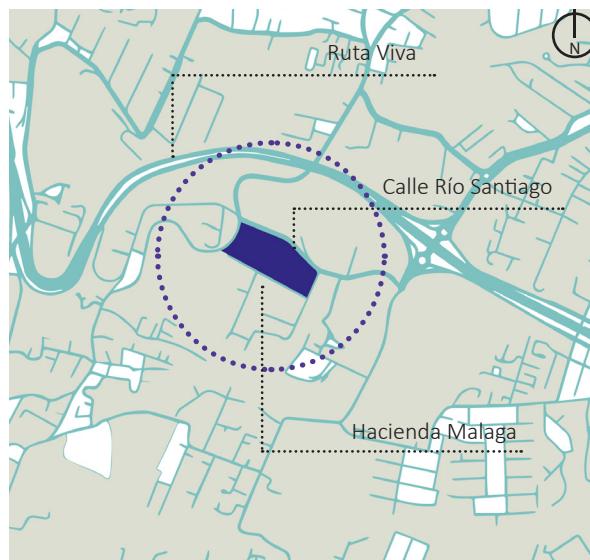
ECUADOR  
PICHINCHA



PICHINCHA  
QUITO (CANTÓN)



QUITO (CANTÓN)  
QUITO (CIUDAD)



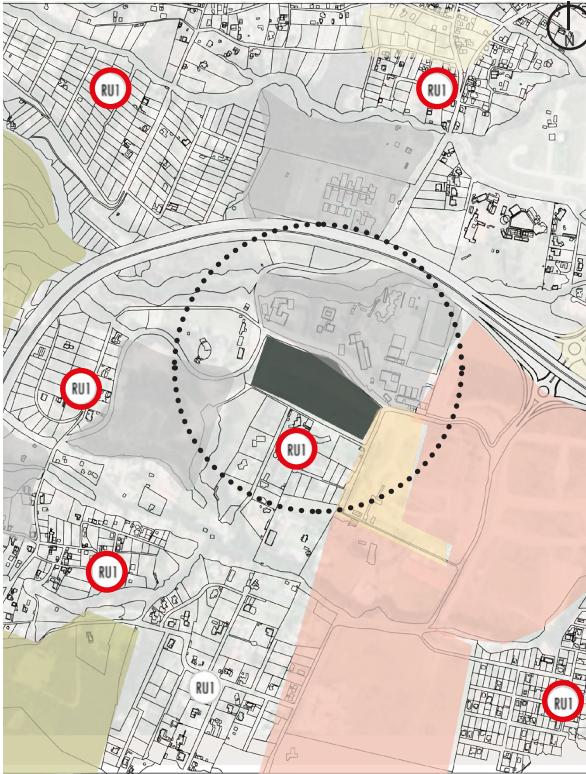


## ANÁLISIS DE SITIO - PLAN DE USOS

### Descripción

La última actualización del Plan de Uso y Ocupación del Suelo del sector Lumbisí, plantea una zonificación de carácter múltiple en gran parte del abierto, un sector posee residencial urbana 2 y una franja equipamiento, mientras que las quebradas paisaje ecológico, esto da pauta

a que el lugar esta próximo a ser urbanizado por su alto grado de interés para los sectores inmobiliarios, por sus características particulares de ubicación, centralidad y conectividad.



### LEYENDA

- Residencial urbano
- Residencial urbano
- Residencial urbano
- Residencial urbano
- Residencial rural
- Múltiple
- Equipamiento
- Agrícola
- Renovable producción Sostenible
- Paisaje ecológico

## ANÁLISIS DE SITIO - USOS DE SUELOS / TIPOLOGÍA

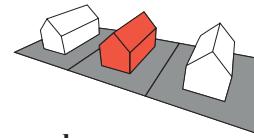


### LEYENDA

-  RESIDENCIA URBANA 1 / Vivienda de 2
-  ÁREAS VERDES
-  de 3 pisos EDUCATIVO / Colegio, Escuelas
-  LOTE A INTERVENIR
-  SEGURIDAD / Centro de inteligencia
-  pisos RESIDENCIA URBANA 1A / Vivienda
-  LOTES VALDIOS

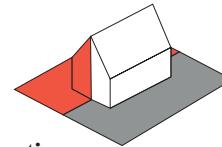
### Edificación aislada

Separada de los deslindes, emplazada por lo menos a las distancias resultantes de la aplicación de las normas sobre rasantes y distanciamientos que se determinen en el instrumento de planificación territorial o, en su defecto, las que establece la presente Ordenanza.



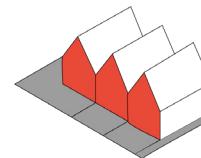
### Edificación pareada

Corresponde a 2 Edificaciones emplazadas a partir de un deslinde común, manteniendo una misma línea en la fachada, altura y longitud de pareo. Las fachadas no pareadas deberán cumplir con las normas previstas para la edificación aislada.



### Edificación continua

La emplazada a partir de los deslindes laterales opuestos o concurrentes de un mismo predio y ocupando todo el frente de este, manteniendo un mismo plano de fachada con la edificación colindante y con la altura que establece el instrumento de planificación territorial.





## ANÁLISIS DE SITIO- ÁREAS VERDES Y ENTORNO

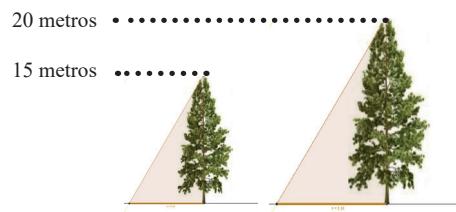


### LEYENDA

-  Áreas verdes
-  Terreno a intervenir
-  Quebradas
-  Edificado
-  Arbolado
-  Colegio Spellman

### Árboles

La altura promedio de los arboles que se encuentran en la zona es de 15 - 20 metros.



### Tipos de arboles



#### Álamo blanco

Familia: Salicaceae  
Género: Populus  
Altura: Hasta 20m  
Copa: 1m  
Caract: Tronco ancho  
Raíz: Poco profunda



#### Tilo

Familia: Malvaceae  
Género: Tilia  
Altura: 5 a 20m  
Copa: 2- 4 metros  
Caract: ovoide  
Raíz: Superficiales



### Eucalipto

Familia: Plantae  
 Género: Eucalytus  
 Altura: Hasta 60 m  
 Copa: 0.50 - 1 metro  
 Caract: Follaje alargado  
 Raíz: Semi profundas



### Árbol del cepillo

Familia: Myrtacea  
 Género: Callistemon  
 Altura: 3- 4 metros  
 Copa: 5 metros  
 Caract: Amplio follaje  
 Raíz: Poco profundas

### Tipos de arbustos



### Arbusto bicus

Altura: 0,50 - 1,50m  
 Copa: Exhuberante  
 Raíz: Superficiales



### Pequeña flor sol

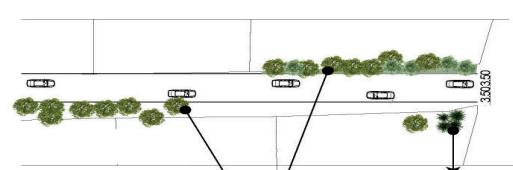
Altura: 0,25- 0,80m  
 Copa: 0,50m  
 Raíz: Superficiales



### Palmera formosa

Altura: 0,50- 1,50m  
 Copa: 0,50m  
 Raíz: Superficiales

### Calle Río Santiago

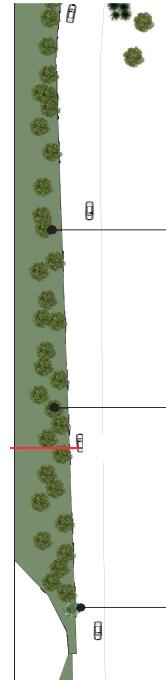


Eucalipto



Árbol del cepillo

### Calle Hacienda Malaga



Eucalipto

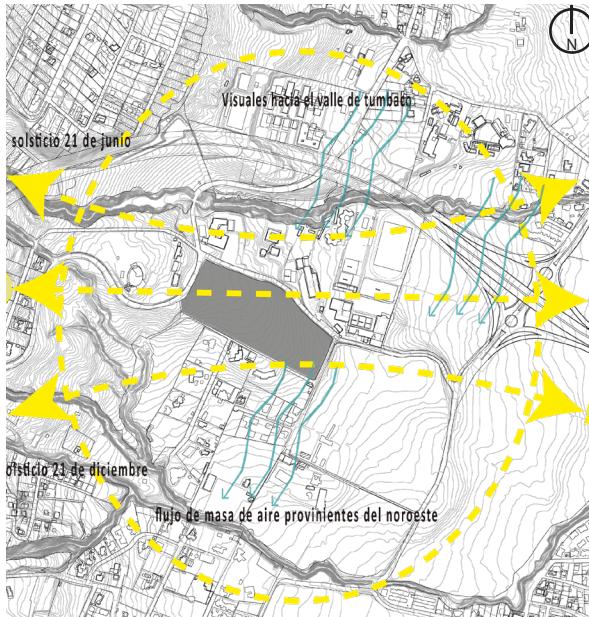


Árbol del cepillo



Álamo blanco

## ANÁLISIS DE SITIO - VIENTO Y ASOLAMIENTO



### Asoleamiento

La inclinación del terreno al norte permite una captación de luz en todas sus fachadas, la trayectoria de la luz solar sobre el sitio del proyecto se da transversalmente respecto al terreno en el equinoccio, mientras que el solsticio de invierno y verano la captación de luz se incrementa en las fachadas norte y sur cada una en su periodo, por lo que el diseño requiere de estrategias en sistemas que controlen la incidencia de luz y permita el confort en los espacios de trabajo.



La ubicación del proyecto permitirá tener diferentes visuales, por su ubicación de la fachada derecha queda libre y con gran separación, esta permite tener visuales directas al sureste hacia el volcán Ilo y al noreste sobre el paisaje del valle.





## ANÁLISIS DE SITIO - TOPOGRAFÍA

### Descripción

Según la investigación realizada con datos de la INAMHI muestra que la predominación de flujos de aire en el año proviene del norte, a 3 metros por segundo de media anual, razón por la que el terreno se fragmenta en dos permitiendo la continuidad de los flujos. En los meses de mayor intensidad de flujo de viento puede alcanzar los 10 metros por segundos, por lo que se implementan estrategias de control de viento mediante la vegetación en fachadas y en envolventes de disipación acústica.

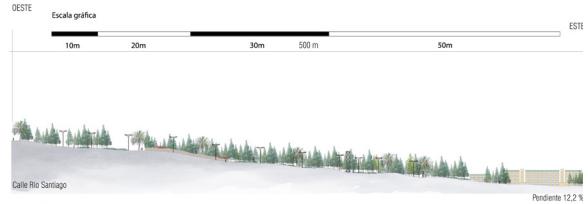
### Terreno



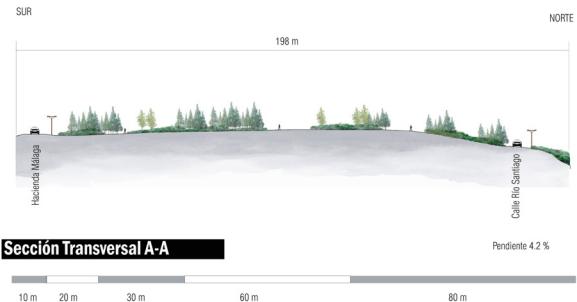
### Axonometría sección topográfica



### Secciones topográficas



**Sección Transversal D-D**



**Sección Transversal A-A**

## ANÁLISIS DE SITIO - ETNOGRAFÍA Y SENSORIAL



### Población

La Parroquia de Cumbayá cuenta con una población de 35.121 según la INEC 2015, La proyección de la población al año 2015, en la parroquia de Cumbayá ha tenido un crecimiento poblacional importante en la última década debido a la alta oferta inmobiliaria.

ETNIAS (PORCENTAJE)	
INDIGENAS	4%
AFROECUATORIANO	2%
MONTUBIO	1%
MESTIZO	74%
NEGRO	0.3%
MULATO	1%
BLANCO	16%
OTRO	1%
TOTAL 100%	
(Fuente INEC, Año 2010)	



Población Total 35.121	
MUJERES	51.54%
HOMBRES	48.46%



RANGO DE EDAD		
0 - 29	P > 29	P > 95
49.8%	50.19%	0.001%

El sector del proyecto mientras el tiempo transcurre ah tenido un importante crecimiento poblacional ya que es debido al alto nivel de crecimiento de la ciudad, mientras aumenta la población hay cierto equipamientos que se ven en la necesidad de generarlos a nivel educativo, social.



## ANÁLISIS DE SITIO - ETNOGRAFÍA Y SENSORIAL

### Color

El sector posee una gran variedad de gama de colores como se visualiza en las imágenes pero predominando el color blanco, verde y café.

Centro Salesiano  
Espiritual San Patricio



Colegio  
Spellman Calle



Calle San Francisco de Pínsha



### Texturas



Las texturas del sector son varias pero las que destacan en si son celosías de piedra, ladrillo contando con paredes verdes y los techos con teja.



## ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS

### Fortalezas

- El sector cuenta con fuentes de agua, representadas en innumerables quebradas.
- Vegetación endémica de sectores altos.
- Clima privilegiado cálido variable pisos climáticos
- Importante crecimiento comercial de la parroquia
- Posee comunas que preserva las costumbres
- Mejoramiento de las vías de acceso y construcción de nuevas vías
- Disponibilidad de tierra para construir viviendas.



### Debilidades

- Las principales quebradas, contaminadas
- Descarga del sistema de alcantarillado si tratamiento y contaminación de canales de agua.
- Urbanizaciones sin áreas verdes
- Déficit de áreas verdes y pérdida progresiva de flora y fauna
- Falta un hospital con especialidades
- Transporte público inadecuado
- Acceso vial a sectores productivos e mal estado



### Oportunidades

- Objetivo de estrategia nacional responsable con el uso de los recursos naturales
- Cercanía a Quito y al nuevo aeropuerto
- Participación y apoyo de distintos niveles de gobierno nacional y provincial
- Colaboración del GAD de Pichincha para el mantenimiento de las vías de la Parroquia
- Contar con vías de acceso para la distribución de productos a los mercados de consumo.



### Amenazas

- No existe un adecuado control de manejo ambiental por parte del Municipio
- Cambio climático
- El crecimiento urbanístico de élite
- Crecimiento urbanístico a gran escala
- Riesgo de desastres naturales
- Migración interna y externa
- Inseguridad por presencia de población flotante.

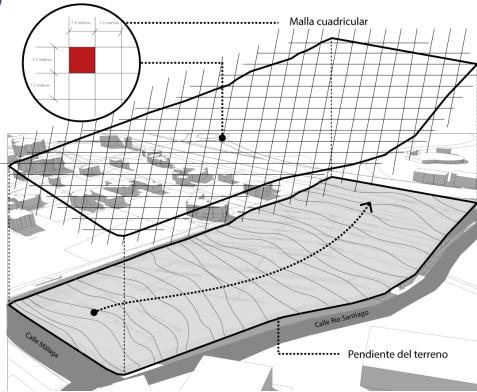


## ESTRATEGIAS DE IMPLANTACIÓN

### Topografía / Malla cuadricular

La topografía del terreno tiene un porcentaje de inclinación para cual se tomo un trazado de una malla longitudinal de 7.5m x 7.5m en todo el terreno.

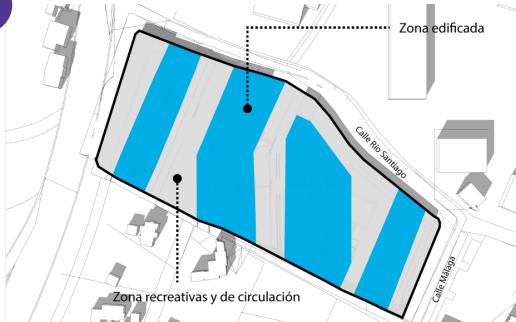
1



### Zonificación del terreno

Se considero el tamaño del terreno para equilibrar el porcentaje de zonas edificadas y las de circulación.

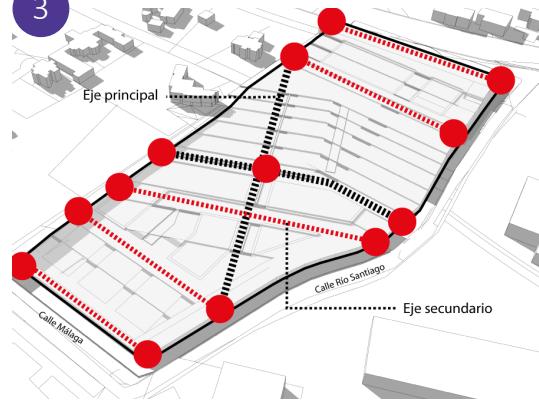
2



### Ejes de conexión

Se genera ejes de conexión que serán aprovechados para una mejor circulación dentro del complejo.

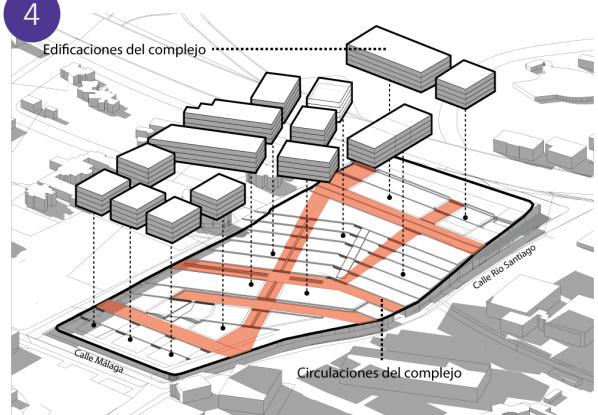
3



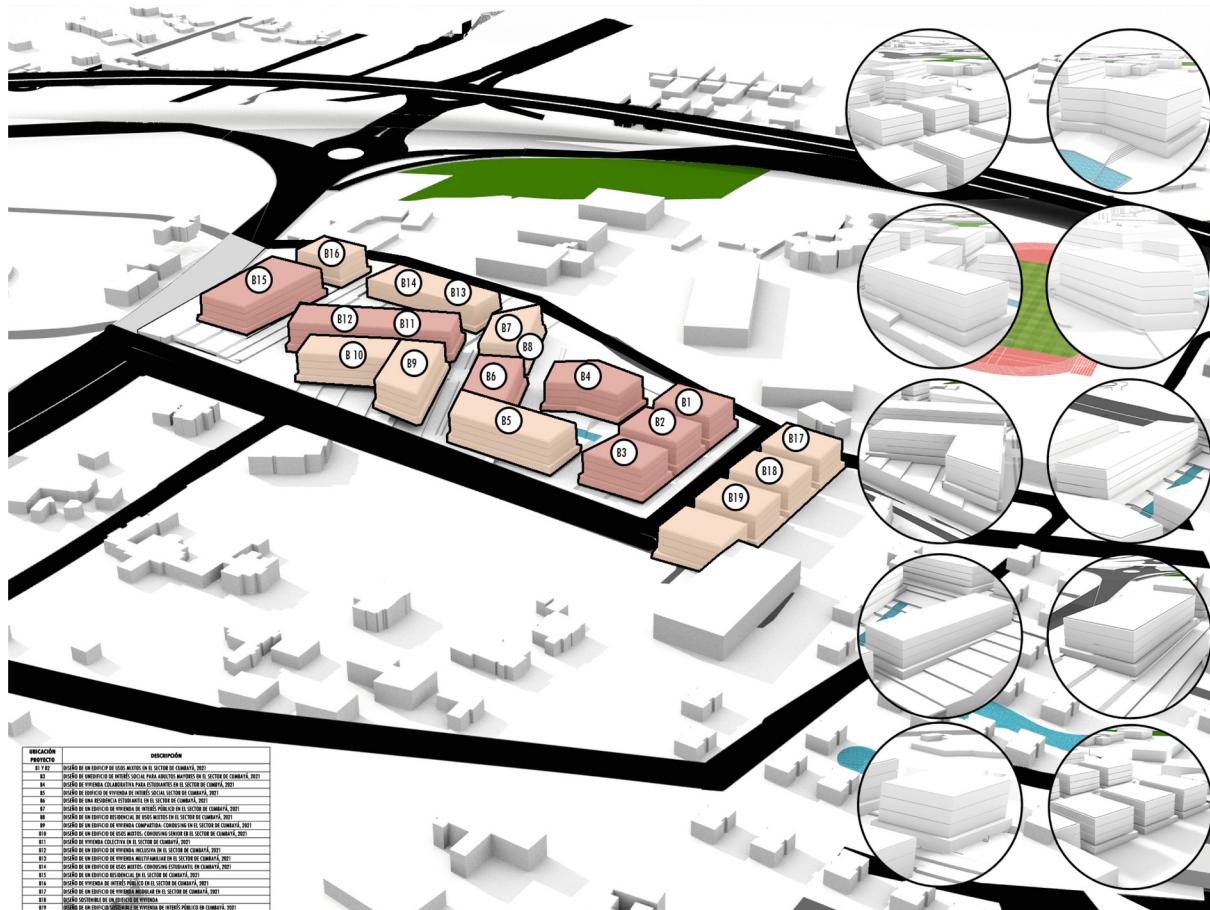
### Elementos y circulaciones

Estos ejes de circulación generan espacios que son utilizados para las diferentes edificaciones y espacios públicos.

4



# PLAN GENERAL



UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
B1	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B2	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B3	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B4	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B5	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B6	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B7	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B8	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B9	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B10	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B11	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B12	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B13	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B14	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B15	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B16	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B17	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B18	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011
B19	SECCIÓN DE UN BLOQUE DE UNO CUATRO PARA ESTUDIANTES EN EL SECTOR DE COMARSA, 2011

**MI PROPUESTA**

## INTRODUCCIÓN

Ubicado en Lumbisí-Quito. Ecuador el proyecto se encuentra a 2420 msnm y se desarrolla en un piso climático Ecuatorial mesotérmico semihúmedo 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 y comercial. El proyecto maneja un total de 4 niveles residenciales, una planta baja para comercio y un sub-suelo de estacionamiento compartido con un edificio alledaño.

Se propone una gran interacción arquitectura- 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 personas de limitados recursos económicos y proporcionarles una solución de ahorro de agua que les puede resultar rentable a largo plazo.

## JUSTIFICACIÓN

En Ecuador el déficit de vivienda aqueja a más de 1,7 millones de hogares debido a la carencia de recursos económicos y a la falta de inversión en la vivienda social. Debido a esto el Gobierno central y los gobiernos autónomos han desarrollado proyectos habitacionales de vivienda, sin embargo, no ha sido suficiente para cubrir el déficit que aqueja la población. Como resultado, el país cuenta con una gran cantidad de viviendas precarias, con carencias de servicios básicos e ilegitimidad de la tierra.

La ciudad de Quito no es la excepción, ya que posee uno de los mayores índices de asentamientos informales en el país, por detrás de Guayaquil, esto se ve principalmente en sectores de la ciudad no lotizados o en las periferias lo cual provoca un crecimiento de la ciudad de manera no regulada y desorganizada.

Por el contrario, sectores pudientes de la ciudad se observa una dinámica de segregación y exclusión de las clases sociales más humildes, provocando así una cierta discriminación. Debido a esto se ha planteado la elaboración de un proyecto habitacional de vivienda social multifamiliar de carácter mixto que ayude a mermar los altos índices de déficit de vivienda y a su vez ayude a fomentar la integración social al acoger a personas de bajos recursos que no poseen la capacidad de acceder una vivienda digna por sus propios medios.

## ESPACIO PÚBLICO Y ÁREAS COMERCIALES

Se busca recuperar el espacio público mediante el diseño de una plaza a diferentes niveles. Se pretende reactivar el comercio mediante el diseño de locales comerciales en planta baja.

El proyecto busca reanimar el sector por medio de zonas recreativas y tener un mayor flujo de movilidad peatonal, por lo que en el contexto del proyecto se propone diferentes tipos de comercio que tenga relación directa con los usuarios a la vez que promueve a la realización de diferentes tipos de actividades y encuentro en áreas sociales.



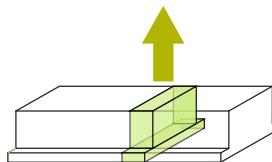
## DEFINICIÓN DE CONCEPTO



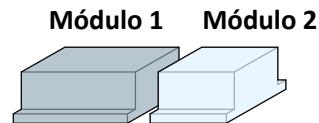
1. Prisma inicial



2. Retrancamiento de 1.50m

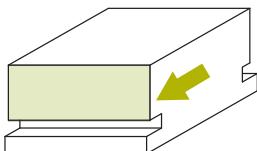


3. Retirar

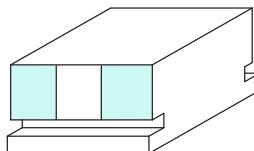


4. Se divide en dos

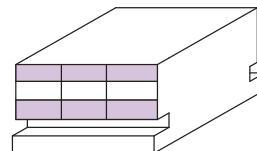
## COMPONENTES



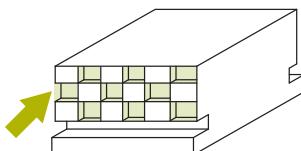
1. Se extruyen los niveles superiores



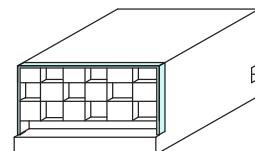
2. Se divide en tres la cara extruida tanto en vertical como en horizontal



3. Se subdivide las caras restantes formando modulos iguales

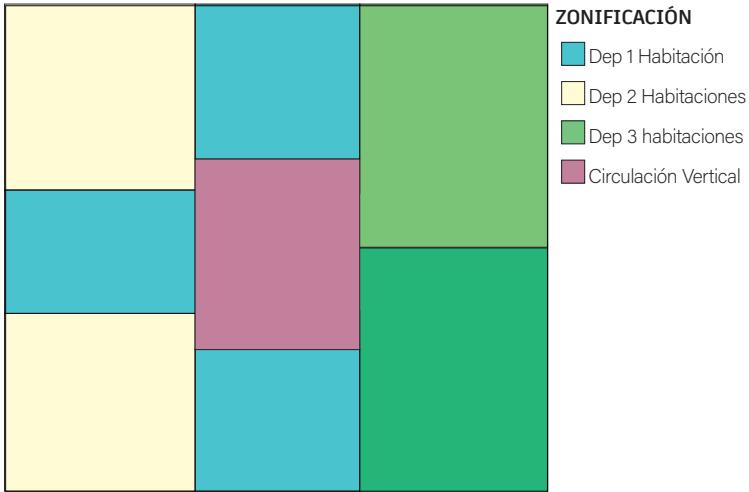
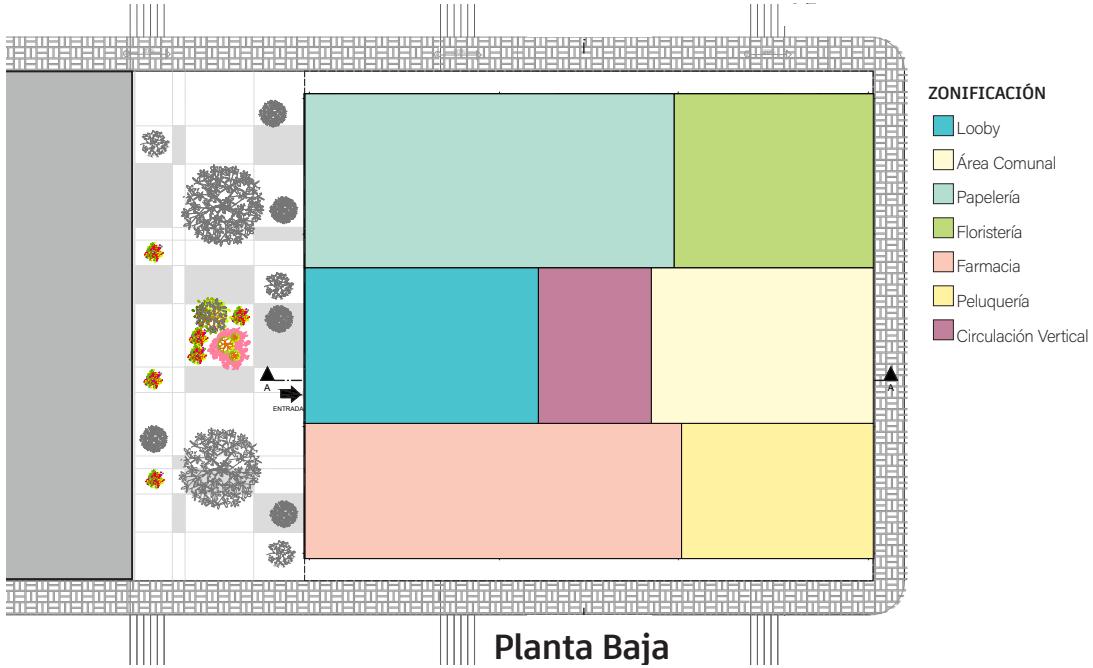


4. Se retranca 1.30m

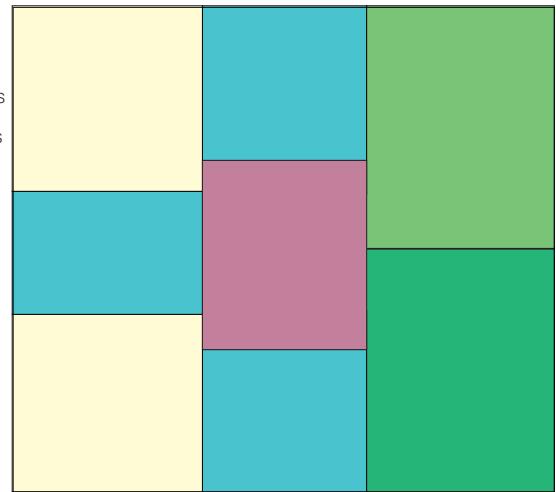


5. Se extruye un perfil de 1.00m

# ZONIFICACIÓN



**Niveles 1 y 3**

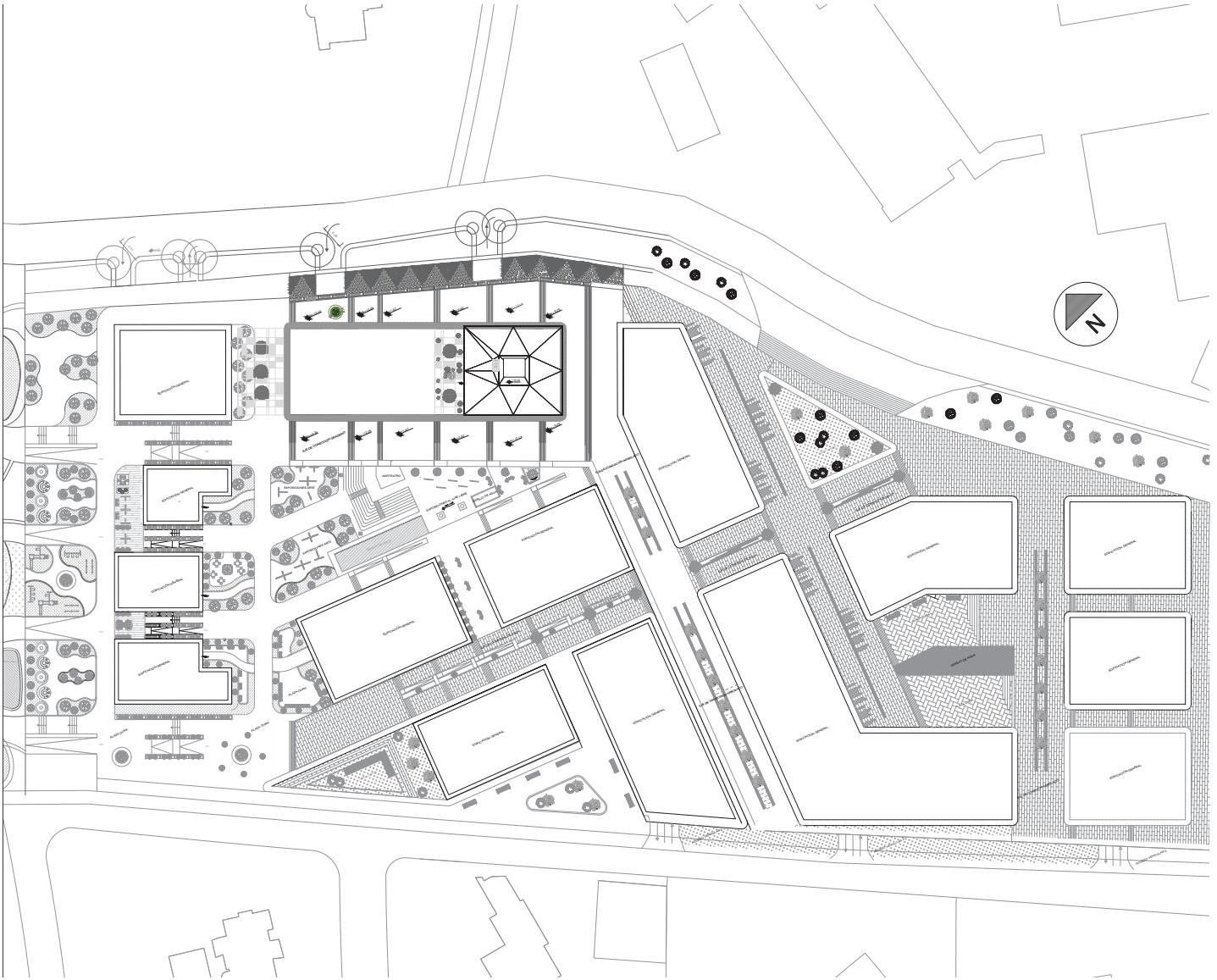


**Niveles 2 y 4**

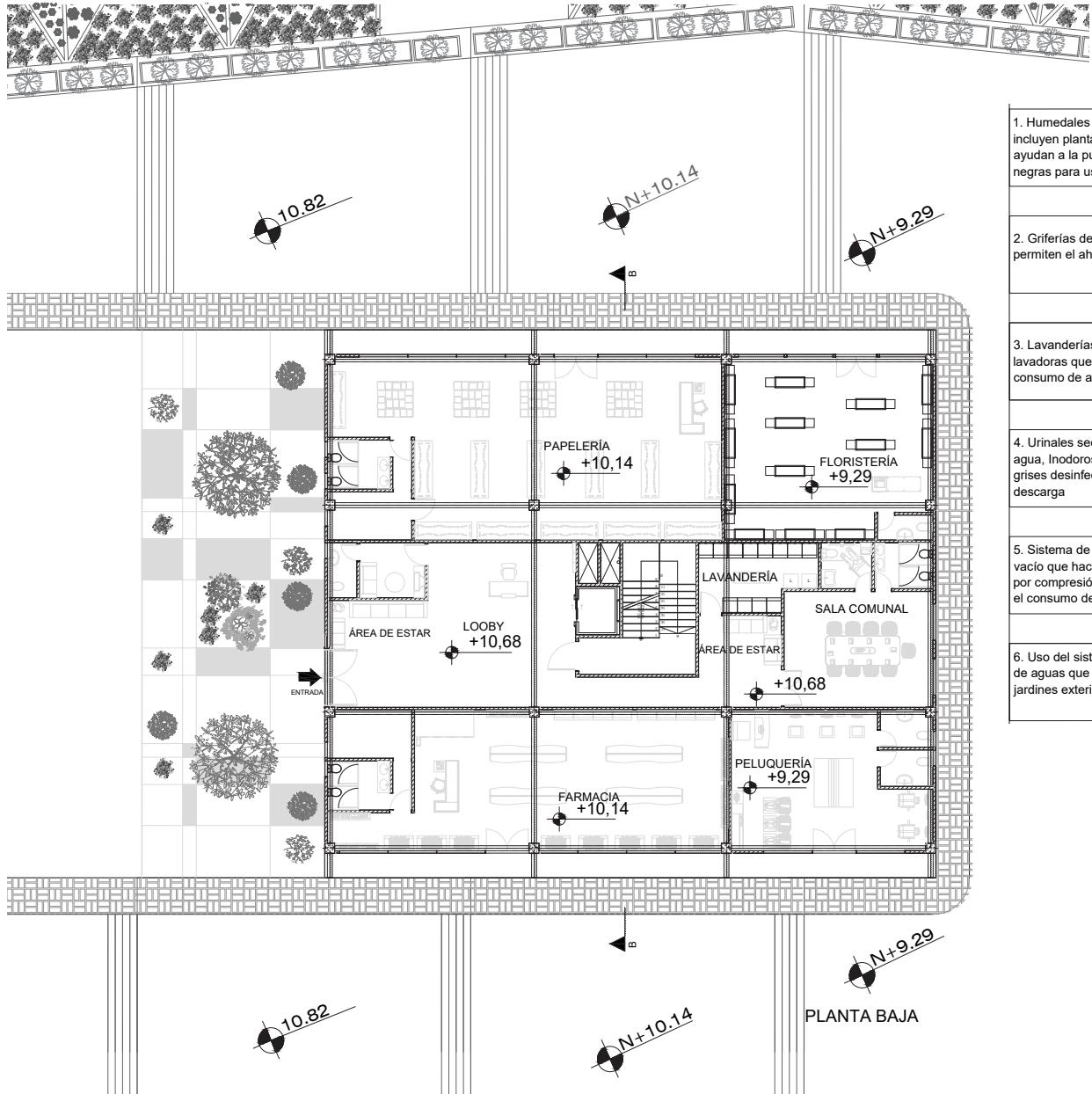
## PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

		KEVIN ORTIZ	PROYECTO DE VIVIENDA SOCIAL	
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO				
ÁREA PRIVADA	Departamento 3 Hab	101	8	808
	Departamento 2 Hab.	75	8	600
	Departamento 1 Hab.	54	8	432
	Cubierta	580	1	580
SEMI-PUBLICO	Área juegos infantiles	40	1	40
	Parque infantil	100	1	100
	Jardines	9	3	27
	Sala Comunal	40	1	40
	lobby	44	1	44
	sala de espera	7	2	14
SUBSUELO	área carga, descarga	200	1	200
	estacionamientos	50	5	50
	bodega por cada	20	13	260
	Cuarto de maquinas	100	1	100
	anta Eléctrica	30	1	30
	cuarto de basura	25	1	25
	estacionamiento	60	20	20
	escaleras	12	1	12
	ascensor	4	2	8
	bodega por cada departamento	15	1	15
SERVICIO	Depósitos de Limpieza	15	1	15
	Depósitos de Basura	12	1	12
	Lavandería	13	1	13
	Cuarto de Seguridad	15	2	30
	Garita de seguridad	9	2	18
COMERCIO	Farmacia	100	1	100
	Peluquería	50	1	50
	Floristería	68	1	68
	Papelería	126	1	126
			<b>Total m2</b>	<b>3837,0</b>

# PLANTA ARQUITECTÓNICA



# PLANTA ARQUITECTÓNICA



1. Humedales artificiales que incluyen plantas específicas que ayudan a la purificación de aguas negras para uso posterior

2. Griferías de bajo consumo que permiten el ahorro de agua

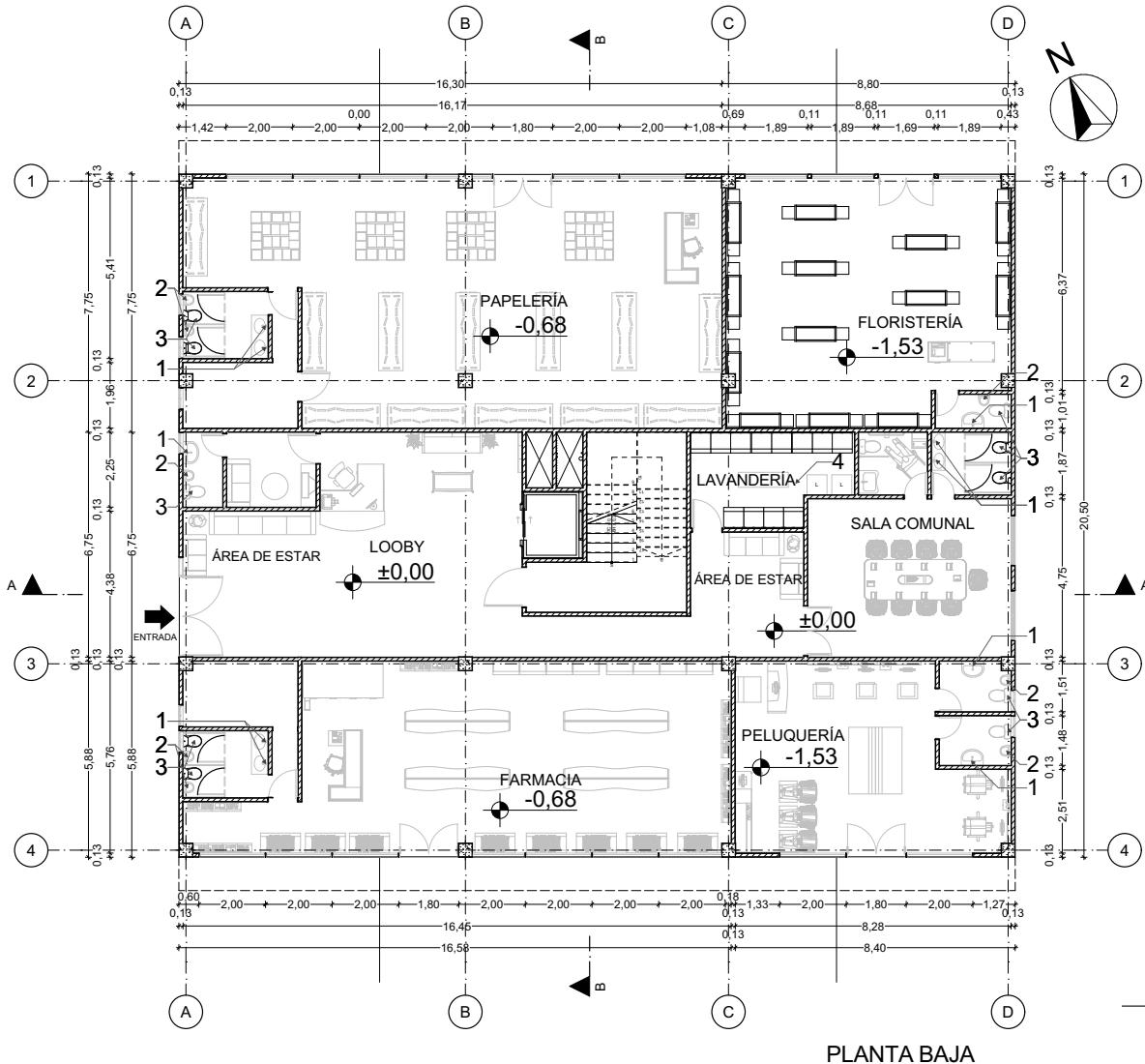
3. Lavanderías comunitarias con lavadoras que optimizan el consumo de agua

4. Urinales secos que no usan agua, inodoros que utilizan aguas grises desinfectadas para uso por descarga

5. Sistema de saneamiento por vacío que hace uso de descarga por compresión de aire y reduce el consumo de agua

6. Uso del sistema de purificación de aguas que servirá para regar jardines exteriores

# PLANTA ARQUITECTÓNICA



## 1 Eficiencia Hídrica

Griferías de bajo consumo que permiten el ahorro de agua

## 2 Estrategias de Eficiencia

Uso de urinales secos que no necesitan agua

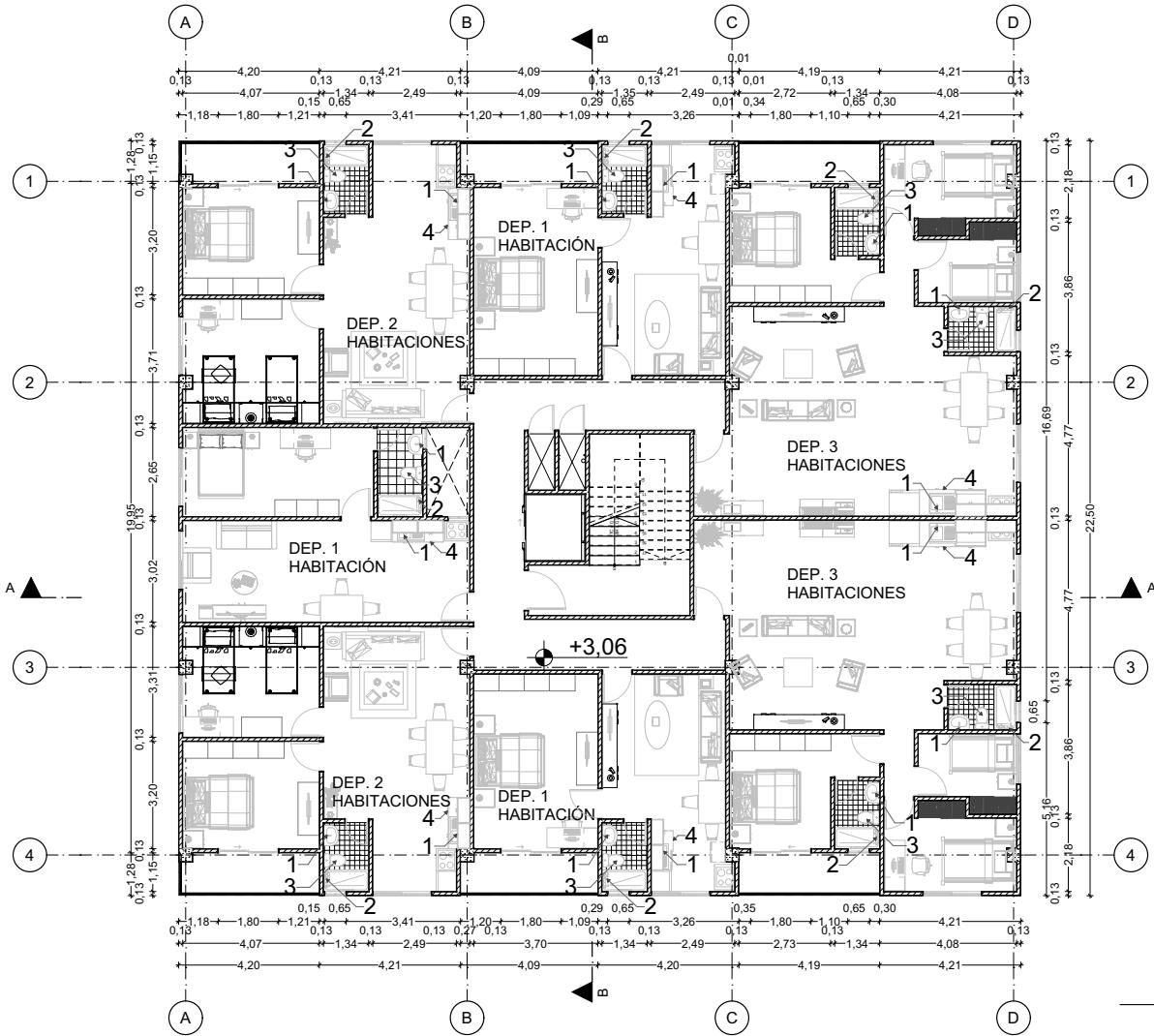
## 3 Reutilización de Aguas Grises

Inodoros que usan aguas grises tratadas y sistema de saneamiento por vacío

## 4 Convivencial Comunal

Lavanderías comunitarias con lavadoras que optimiza el consumo de agua

# PLANTA ARQUITECTÓNICA



## UBICACIÓN DE NIVEL

4	Vivienda
3	Vivienda
2	Vivienda
1	Vivienda
PB	Comercio
S1	Parqueadero

NIVEL 1 Y 3

### 1 Grifos con sensor infrarrojo

Permite que al ser usada no se mantenga la llave abierta de manera innecesaria o que pueda quedar mal cerrada evitando desperdicio y fugas

### 2 Ducha con optimizador de agua

Al emplear duchas de bajo flujo, se reduce el consumo de agua sin afectar negativamente su funcionalidad

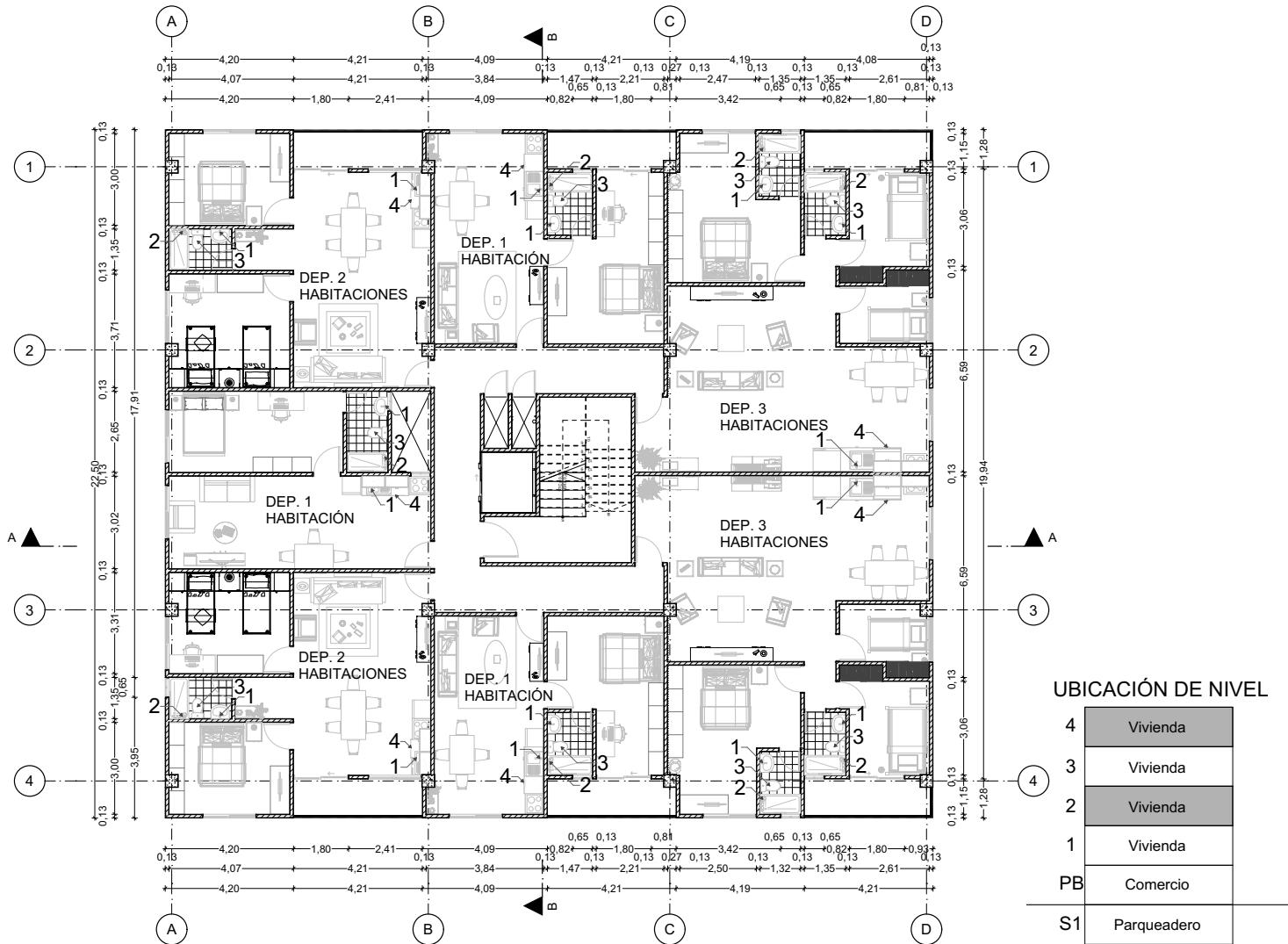
### 3 Sistema de saneamiento por vacío

El uso de inodoros que funcionan en descarga por compresión de aire permite ahorrar hasta un 90% de agua

### 4 Lavavajillas de bajo consumo de agua

Al usar un lavavajillas automático para limpiar los platos en lugar de hacerlo por el método manual se realiza un uso mas eficiente del agua

# PLANTA ARQUITECTÓNICA



NIVEL 2 Y 4

## 1 Grifos con sensor infrarrojo

Permite que al ser usada no se mantenga la llave abierta de manera innecesaria o que pueda quedar mal cerrada evitando desperdicio y fugas

## 2 Ducha con optimizador de agua

Al emplear duchas de bajo flujo, se reduce el consumo de agua sin afectar negativamente su funcionalidad

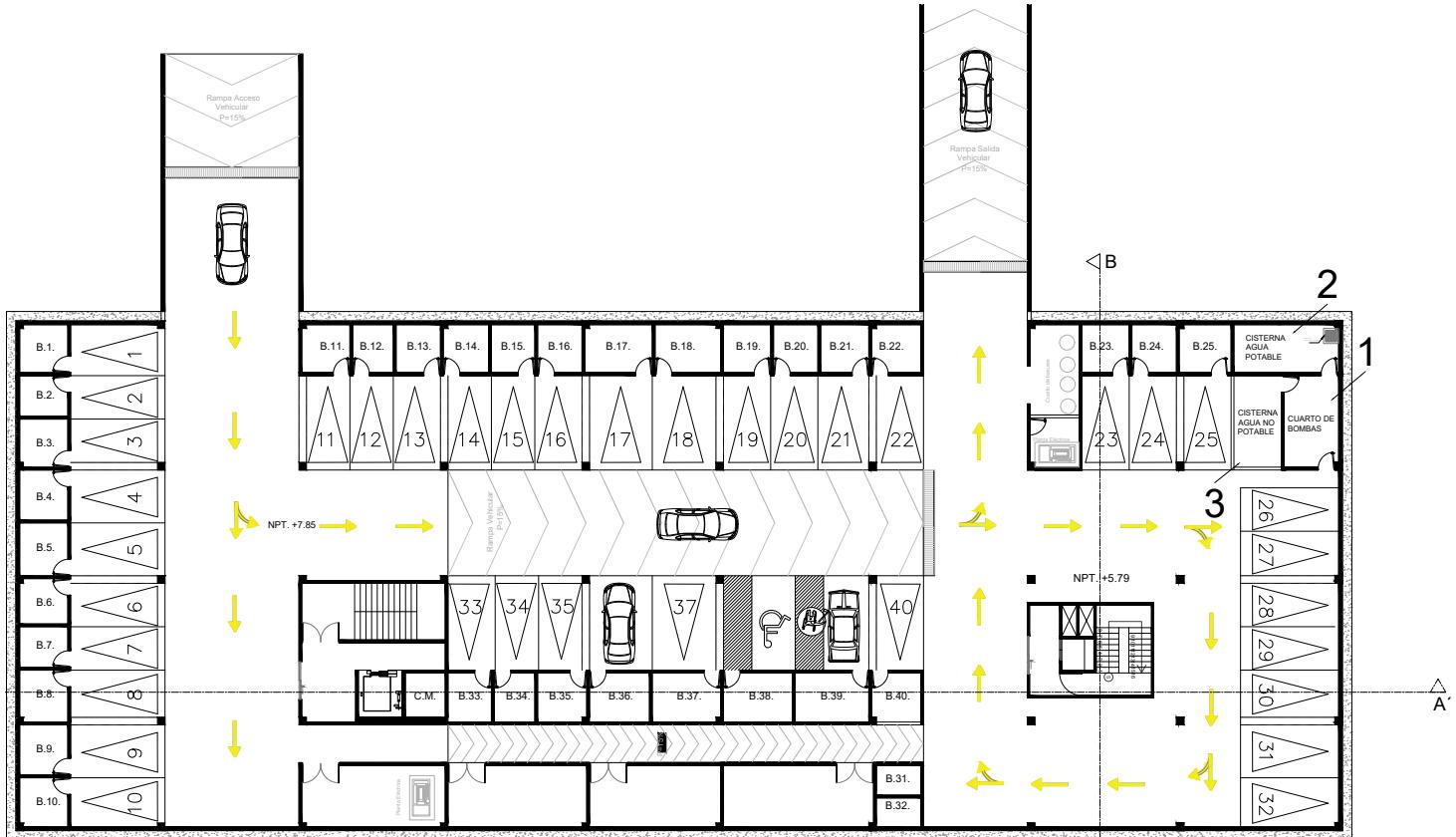
## 3 Sistema de saneamiento por vacío

El uso de inodoros que funcionan en descarga por compresión de aire permite ahorrar hasta un 90% de agua

## 4 Lavavajillas de bajo consumo de agua

Al usar un lavavajillas automático para limpiar los platos en lugar de hacerlo por el método manual se realiza un uso más eficiente del agua

# PLANTA ARQUITECTÓNICA



PARQUEADERO

UBICACIÓN DE NIVEL

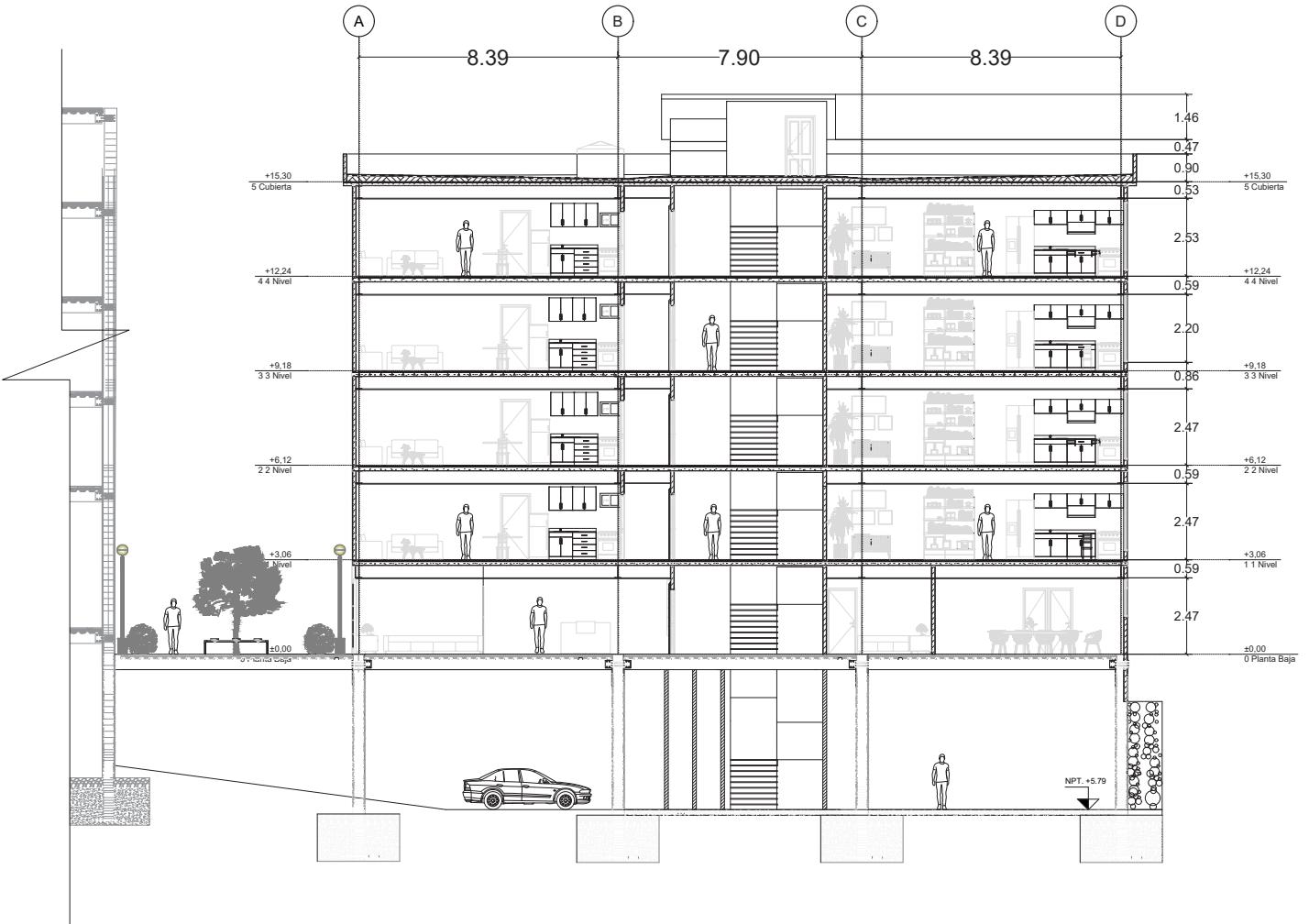
1. Cuarto de Bombas y Tratamiento de desinfección de agua

2. Cisterna de recolección de aguas pluviales captadas y purificadas aptas para consumo

3. Cisterna de aguas grises desinfectadas reutilizables para actividades de no consumo

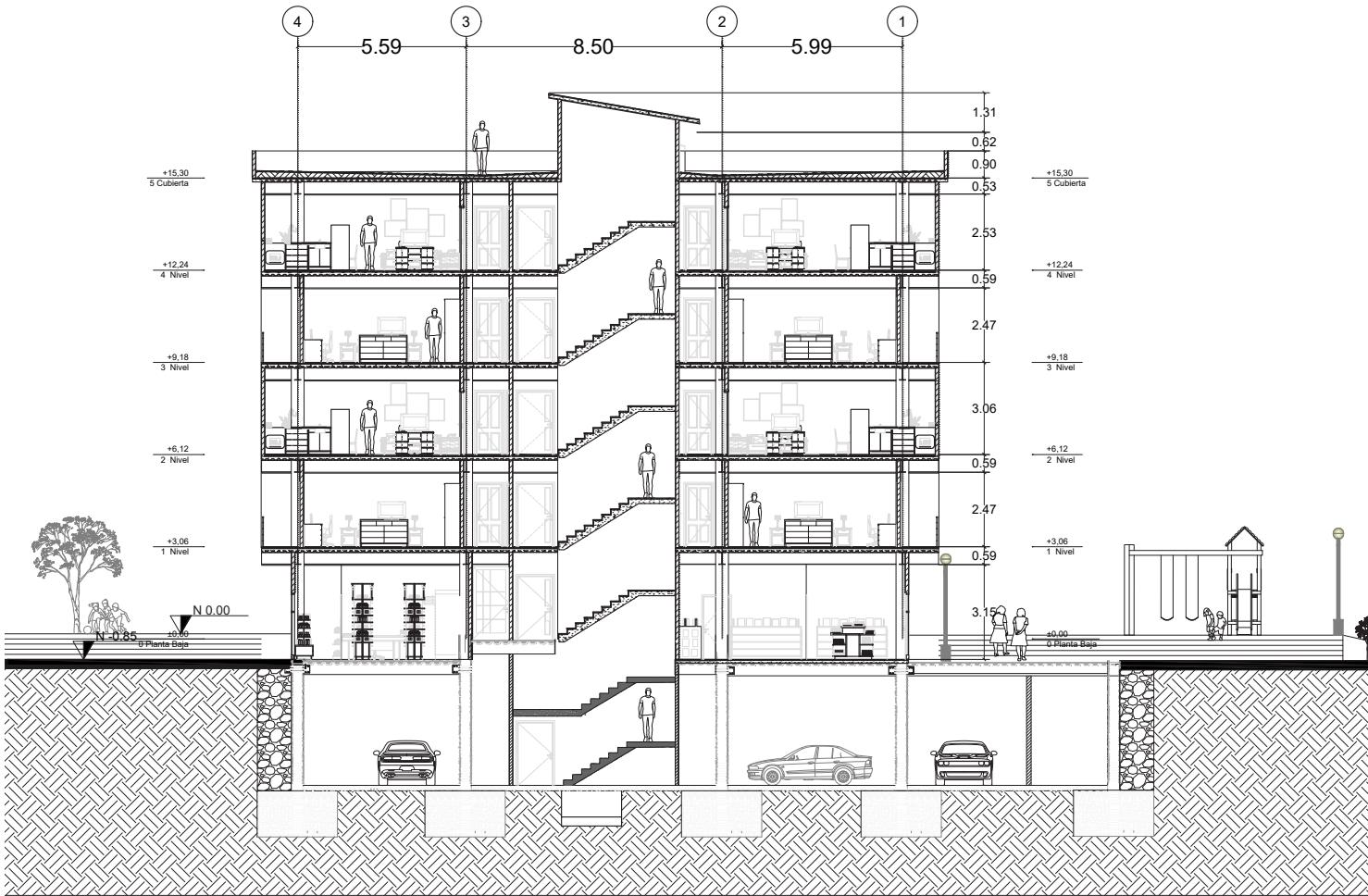
4	Vivienda
3	Vivienda
2	Vivienda
1	Vivienda
PB	Comercio
S1	Parqueadero

# CORTE ARQUITECTÓNICO



CORTE A - A'

# CORTE ARQUITECTÓNICO



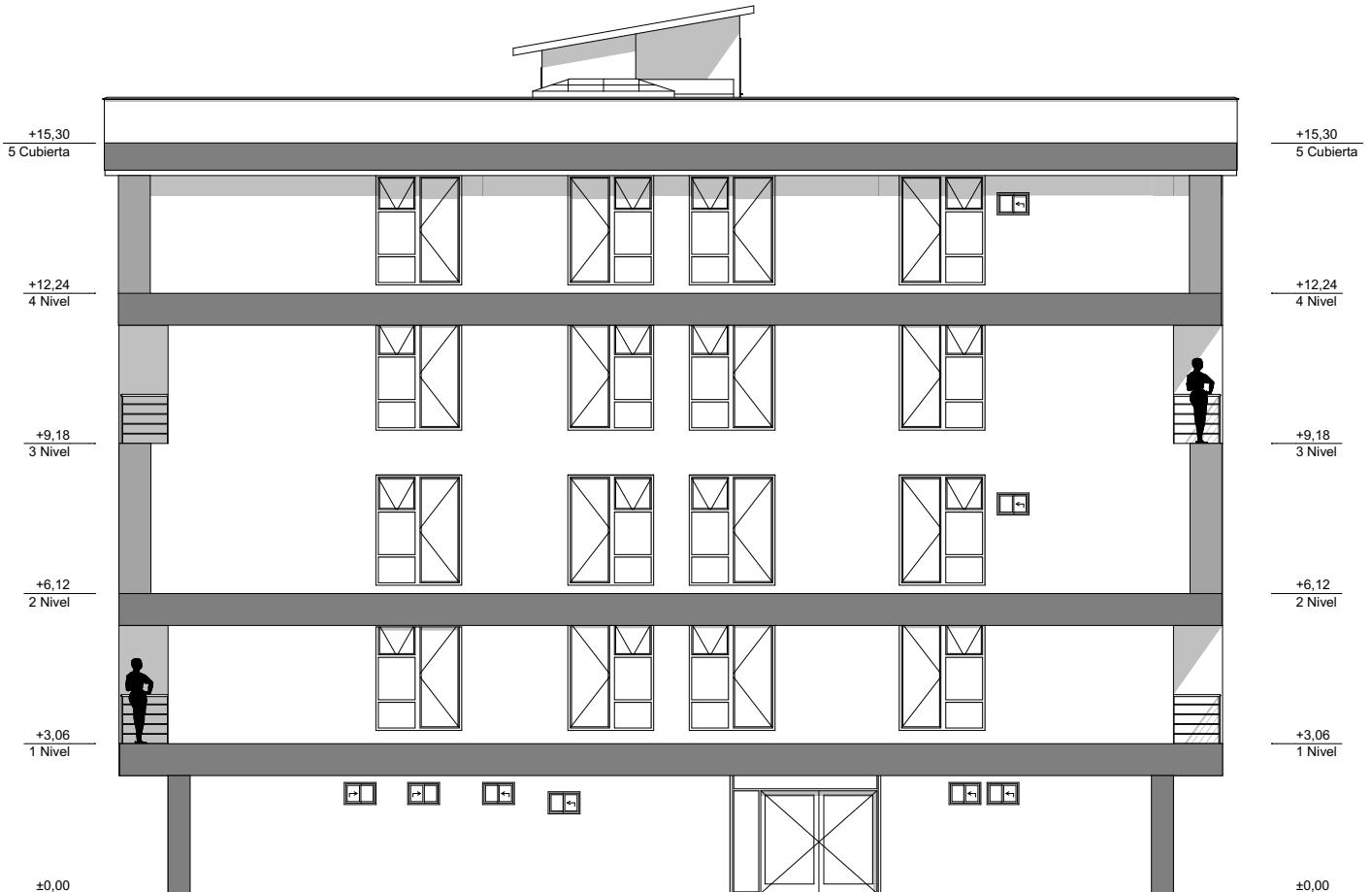
CORTE B - B'



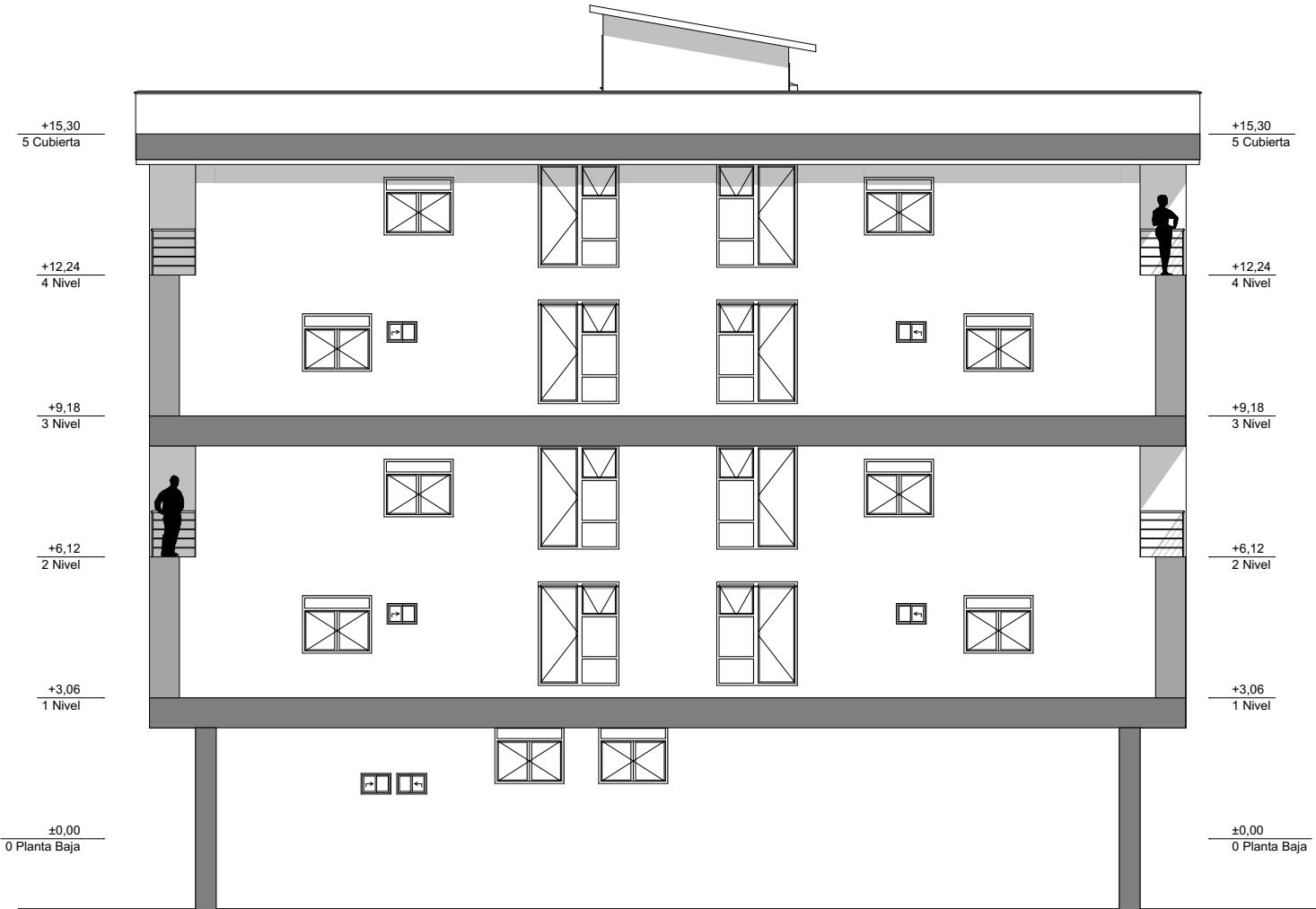
FACHADA FRONTAL



FACHADA POSTERIOR



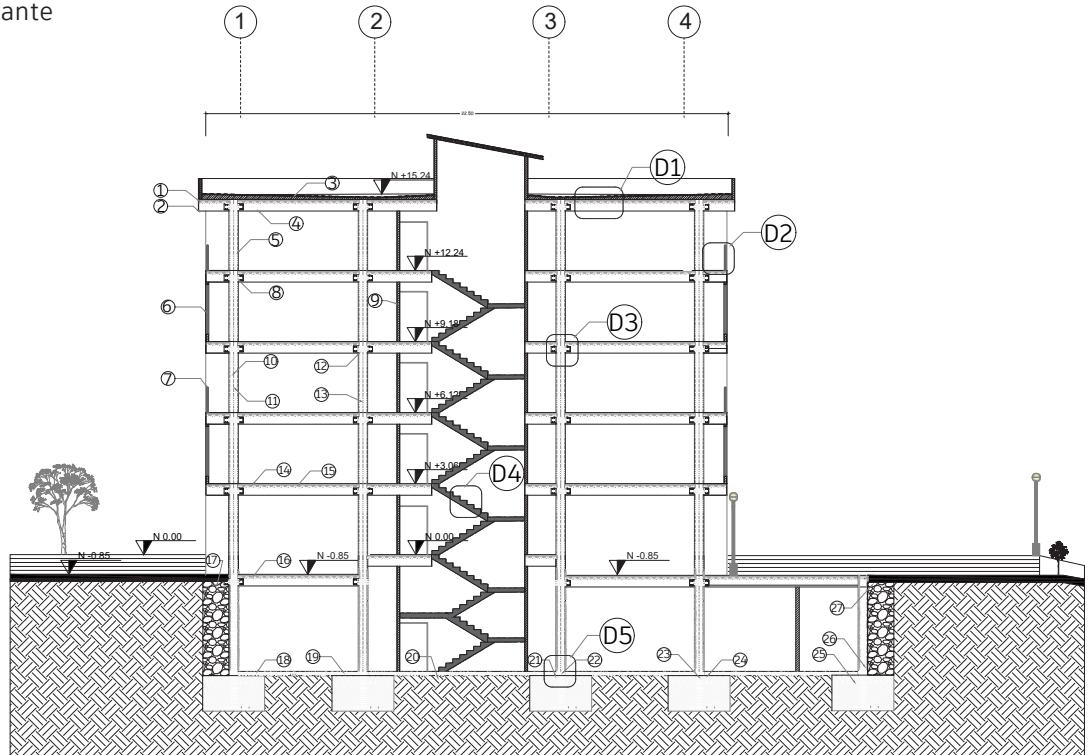
**FACHADA LAT. IZQUIERDA**



**FACHADA LAT. DERECHA**

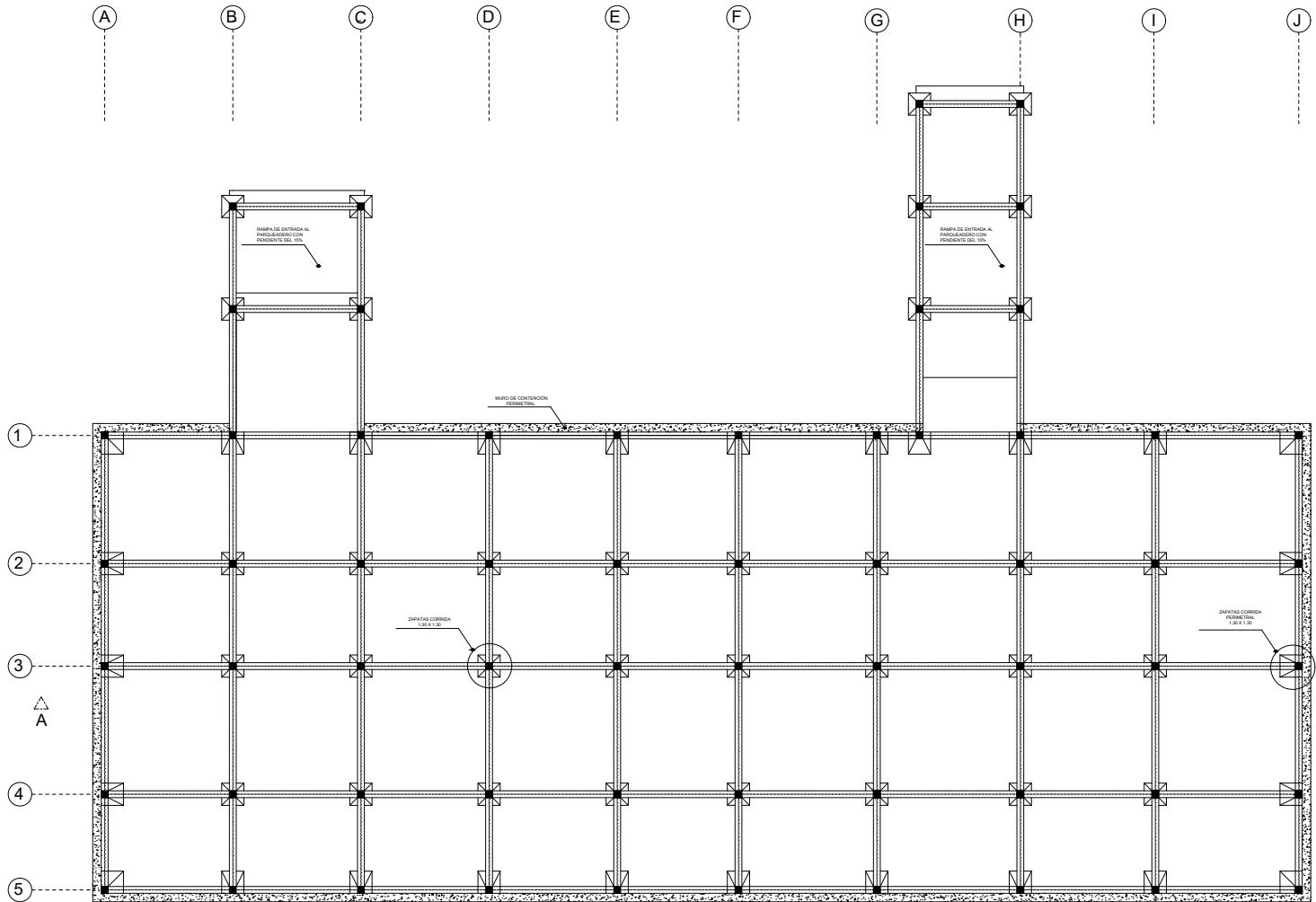
## CORTE ESTRUCTURAL

- ① Losa Colaborante
- ② Viga Principal I 20x40
- ③ Superficie Impermeabilizante
- ④ Panel de Yeso de 12.7mm
- ⑤ Estuco Enlucido E: 15mm
- ⑥ Ventana Aluminio
- ⑦ Barandilla de Aluminio
- ⑧ Ángulo Metálico, Unión viga-columna
- ⑨ Bloque 20x40x10
- ⑩ Columna de Hormigón de 40 X 40
- ⑪ Hormigón Ciclópeo  $f'c = 180\text{kg/cm}^2$
- ⑫ 4Ø #5 en Columna
- ⑬ E# 3Ø 7cm en Columna
- ⑭ Revestimiento de piso (Cerámica 50 x 50)
- ⑮ Pegazulejo
- ⑯ Hormigón Simple  $f'c = 180\text{kg/cm}^2$
- ⑰ Sobecimiento de H°C
- ⑱ Carpeta E: 20mm
- ⑲ Piedra Bola para Contrapiso
- ⑳ Suelo Nivelado y Compactado
- ㉑ Cadena de Amarre 30x30cm
- ㉒ Placa Metálica (Unión Zapata - Columna)
- ㉓ Armada de Zapata
- ㉔ Replanteo
- ㉕ Mejoramiento de Suelo
- ㉖ Subrasante Compactado
- ㉗ Muro de Contención (Piedra de Cantera)



CORTE ESTRUCTURAL

# PLANTA DE CIMENTACIÓN



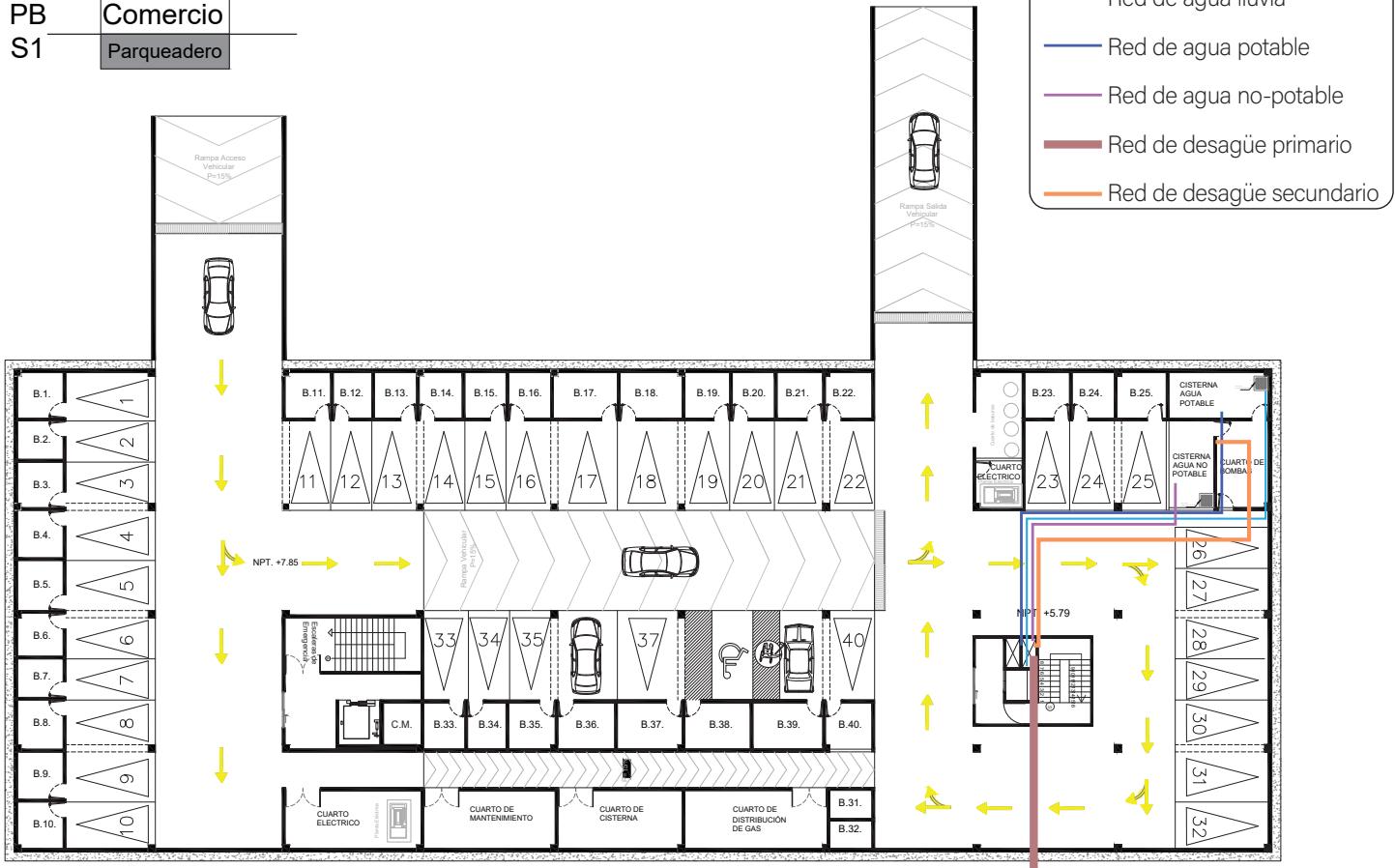
PLANTA DE CIMENTACION  
ZAPATA AISLADA



# PLANOS DE INSTALACIONES

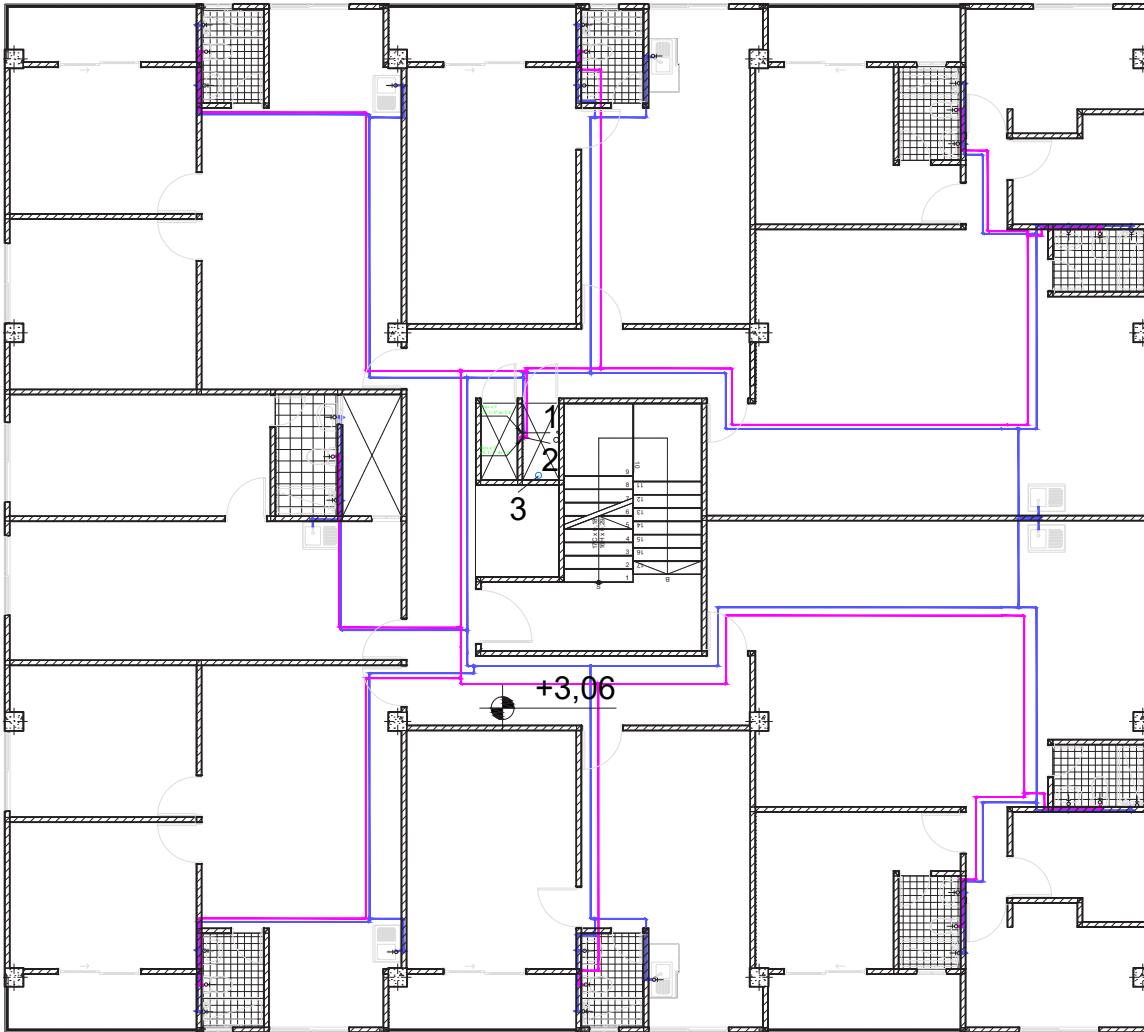
## UBICACIÓN DE NIVEL

4	Vivienda
3	Vivienda
2	Vivienda
1	Vivienda
PB	Comercio
S1	Parqueadero



## SUBSUELO- PARQUEADERO

# PLANOS DE INSTALACIONES



**LEYENDA DE AGUA**

- TUBERIA DE AGUA FRIA (A°F) PVC.RIGIDO CLASE A-10
- TUBERIA DE AGUA CALIENTE (A°C) C-PVC RIGIDO
- SALIDA DE AGUA FRIA
- SALIDA DE AGUA CALIENTE
- REDUCCION

UBICACIÓN DE NIVEL

- 4 Vivienda
- 3 Vivienda
- 2 Vivienda
- 1 Vivienda
- PB Comercio
- S1 Parquadero

ESTRATEGIAS PASIVAS SOSTENIBLES

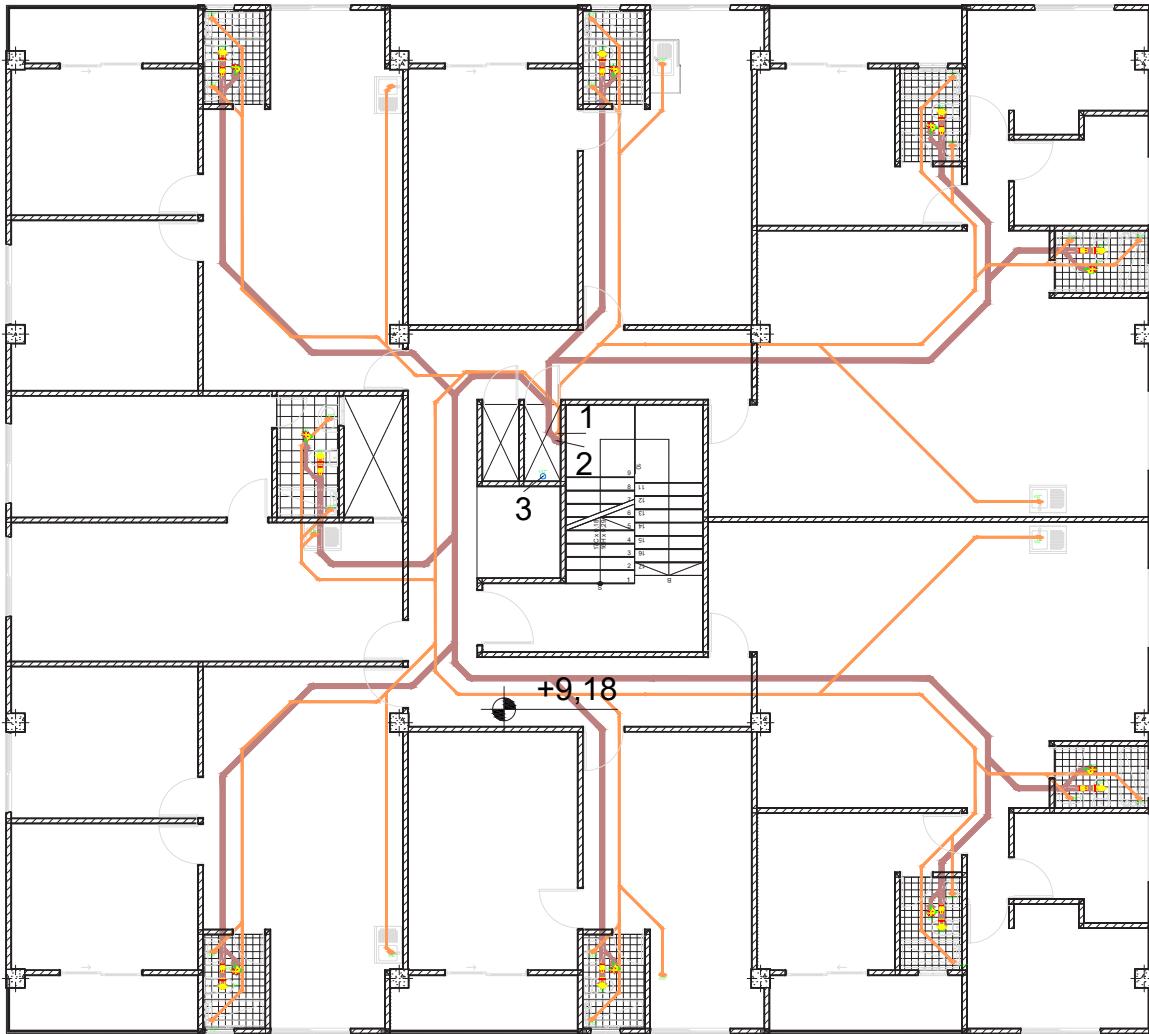
1. TUBERIA DE AGUA FRIA (A°F) PPR.RIGIDO CLASE A-10.

2. TUBERIA DE AGUA CALIENTE (A°C) C-PPR RIGIDO

3. Tubería Ø2" bajante de agua lluvia captada en superficie de cubierta

NIVEL 1 Y 3

# PLANOS DE INSTALACIONES



**LEYENDA DE AGUA**

- TUBERÍA DE AGUA FRÍA (A/F) PVC RÍGIDO CLASE A
- TUBERÍA DE AGUA CALIENTE (A/C) C-PVC RÍGIDO
- SALIDA DE AGUA FRÍA
- SALIDA DE AGUA CALIENTE
- REDUCCIÓN

UBICACIÓN DE NIVEL

NIVEL 1 Y 3

- 4 Vivienda
- 3 Vivienda
- 2 Vivienda
- 1 Vivienda
- PB Comercio
- S1 Parqueadero

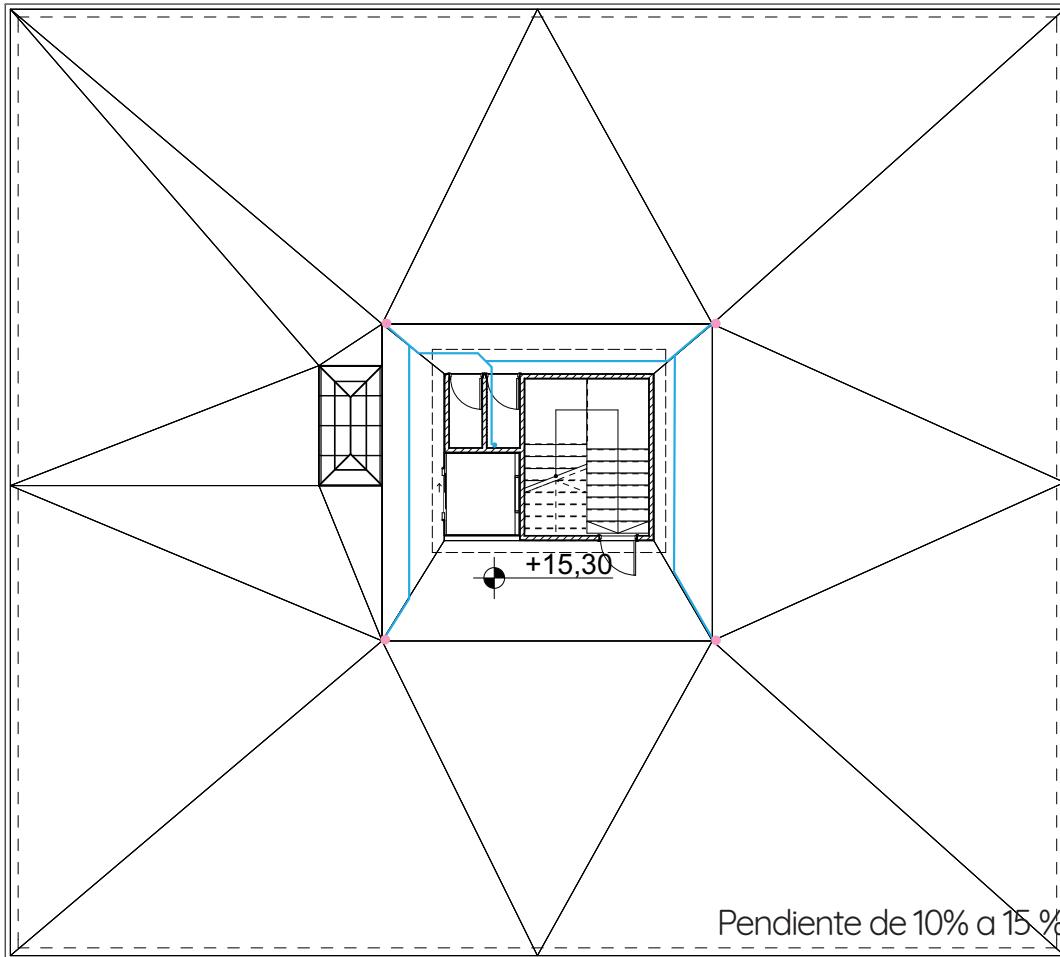
ESTRATEGIAS PASIVAS SOSTENIBLES

1. Tubería Ø2"evacuación de agua gris

2. Tubería Ø4"evacuación de agua negra

3. Tubería Ø2" bajante de agua lluvia captada en superficie de cubierta

## PLANOS DE INSTALACIONES



### LEYENDA

- Coladera de agua lluvia
- Red de agua lluvia

### UBICACIÓN DE NIVEL

4	Vivienda
3	Vivienda
2	Vivienda
1	Vivienda
PB	Comercio
S1	Parqueadero

### CUBIERTA- SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

#### 1 Captación de Agua

Terraza inaccesible (solo para mantenimiento), cubierta con material impermeable con capacidad de recolección de agua lluvia

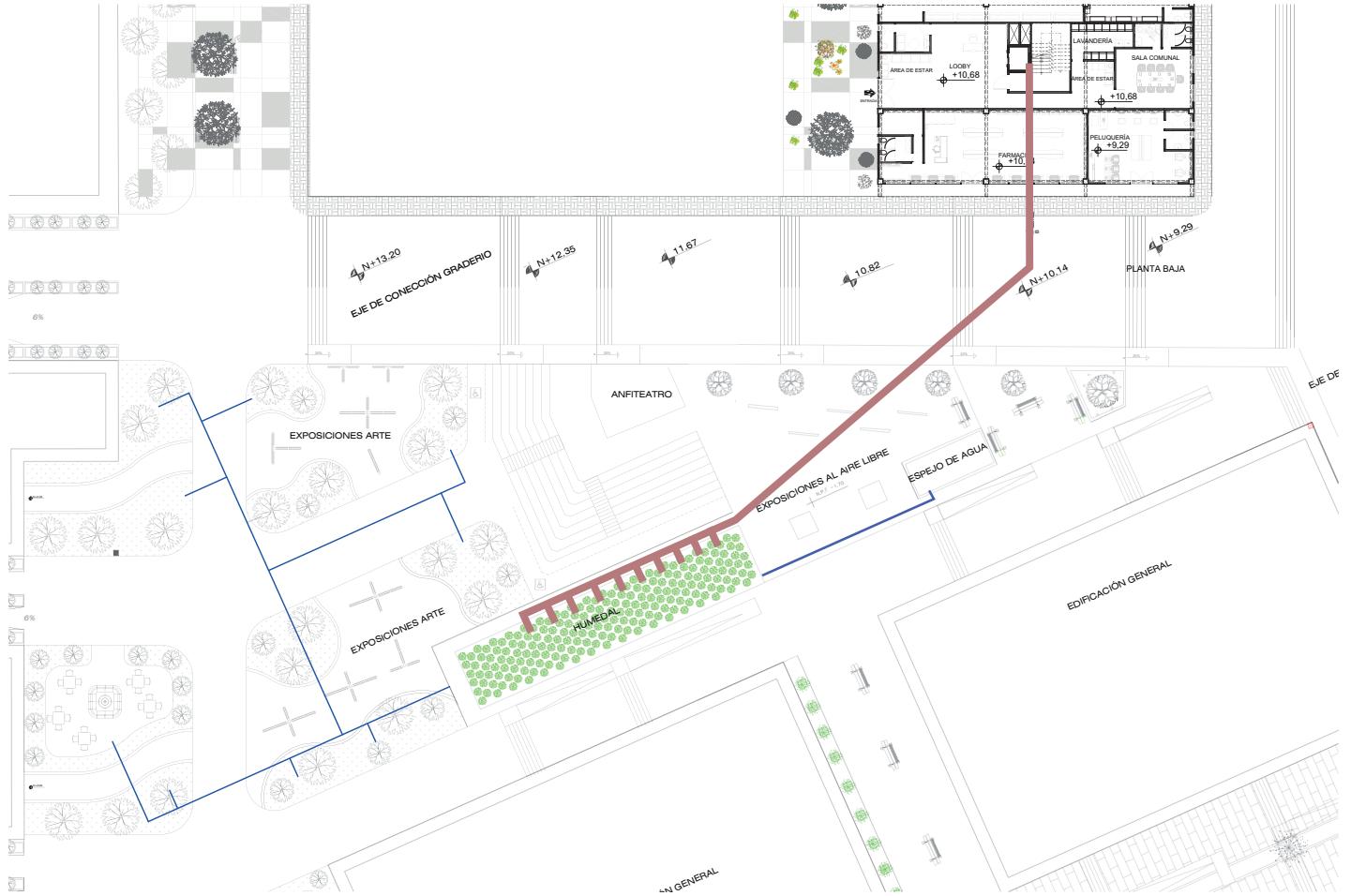
#### 2 Pendiente

Pendiente e inclinación de superficie entre 10% y 15% para llevar el agua captada a las recolectoras de agua

#### 3 Desagüe con filtro

Desagüe de cubierta redondo con filtro para impedir el paso de elementos solidos que permite la recolección de aguas lluvias

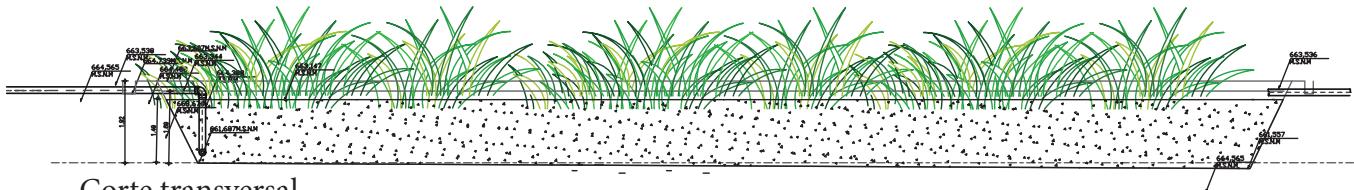
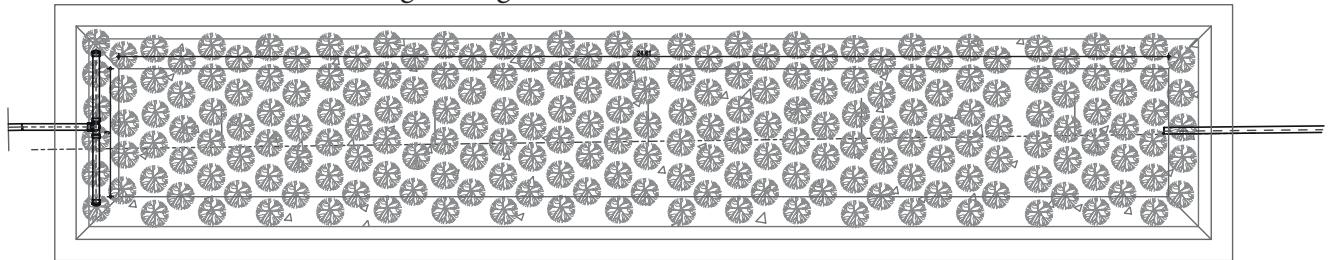
# ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA HÍDRICA



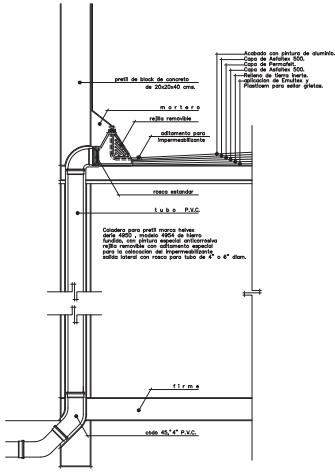
## ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA HÍDRICA



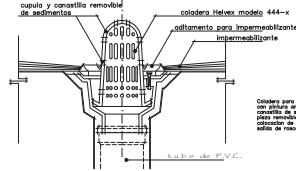
Planta de tratamiento de aguas negras



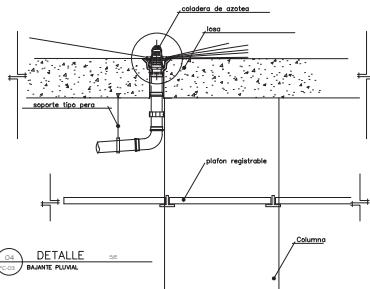
# ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA HÍDRICA



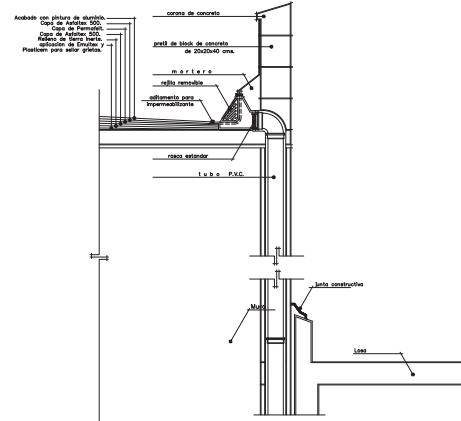
01 DETALLE  
 BAJANTE DE COLADERA DE PRETEL



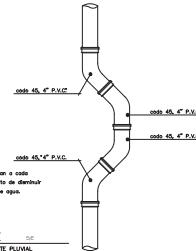
02 DETALLE  
 COLADERA DE AZULEA



03 DETALLE  
 BAJANTE PLUMAL

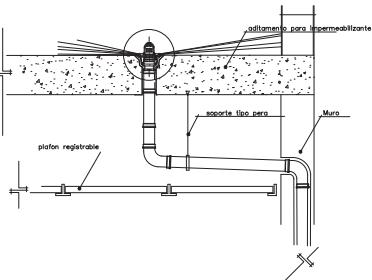


04 DETALLE  
 COLADERA DE PRETEL



05 DETALLE  
 BAJANTE EN BAJANTE PLUMAL

Los desvíos se encuentran a cada  
 200 cms. con el propósito de disminuir  
 la velocidad del caudal de agua.



06 DETALLE  
 COLADERA DE AZULEA

**RENDERS EXTERIORES**



**Espacio Público**



**Vista exterior del edificio**

## RENDERS EXTERIORES



Vista frontal de edificio



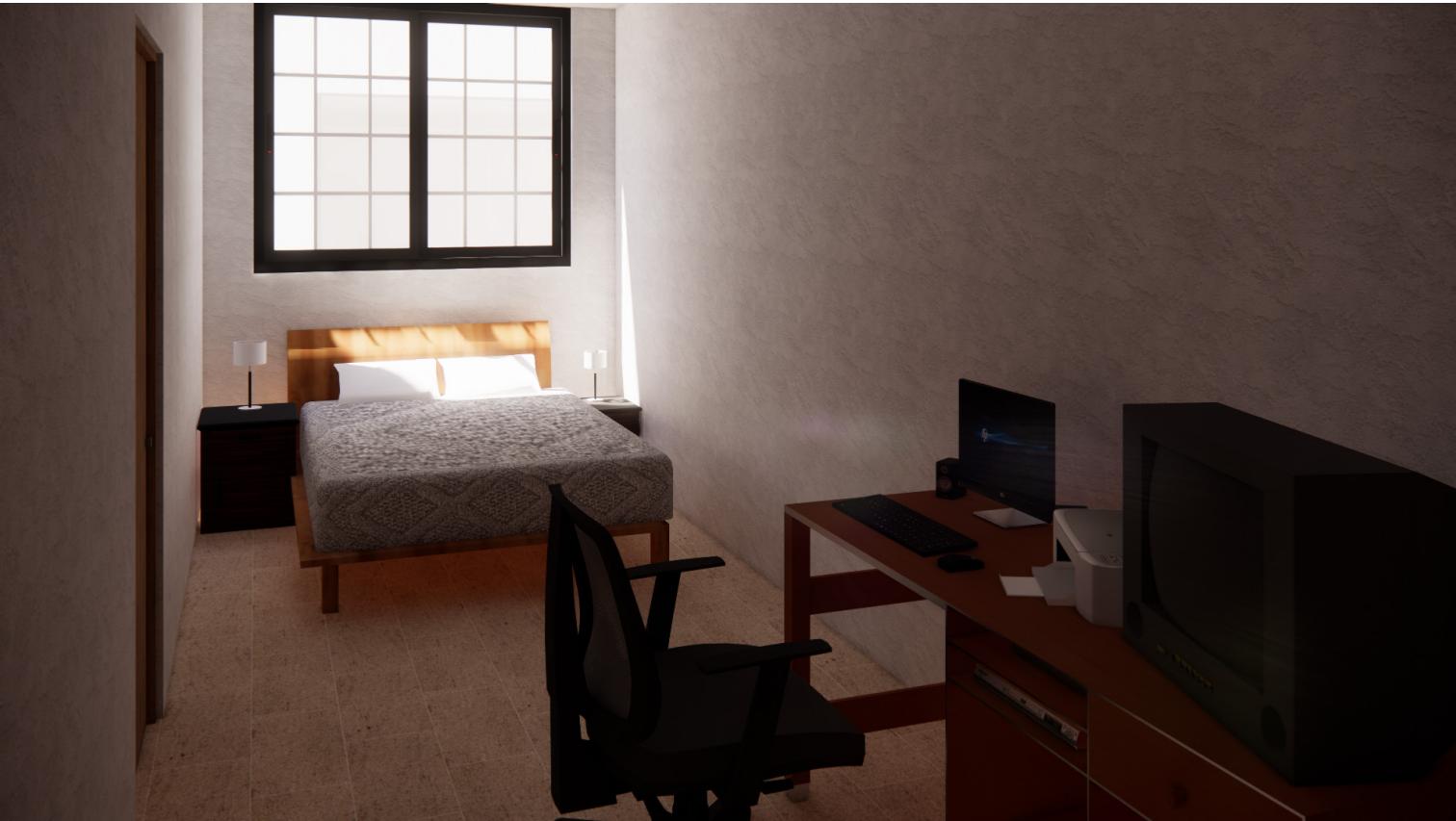
Lobby residencial



Sala comunal



Lavandería comunitaria



**Dormitorios**



Cocina y comedor



Sala de estar

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

- Mediante el análisis realizado para la determinación del sistema más viable de reutilización, ya sea agua de lluvia o agua gris, se pudo constatar que el presente proyecto posee las suficientes áreas de cobertura para captación de aguas lluvias, y por otra parte las precipitaciones de la zona no son tan elevadas para los fines necesarios, razón por la cual no se abastecía suficientemente al edificio según las necesidades de consumo del mismo, por lo que se utilizó el sistema de reutilización de agua gris mediante el cual si se podía abastecer en gran forma al edificio de agua regenerada.
- Gracias a la implementación del Sistema de reutilización de aguas grises, existió una reducción y desconexión total en los consumos de agua potable del Edificio, el cual se analizó tanto de manera diaria como anual, de esta forma los datos obtenidos demuestran que el agua total de suministro 2325 m<sup>3</sup> es mayor que las necesidades de consumo que son 2066 m<sup>3</sup>.
- En términos de Eficiencia Hídrica del Proyecto, se pudo alcanzar una valorización del 70% en el cumplimiento del estándar de EDGE y un cumplimiento satisfactorio del estándar del pétalo de agua de LBC al comprobarse que el proyecto cumple con ser un edificio regenerativo y puede satisfacer las necesidades del agua de los usuarios al estar desconectado al 100% de las redes de agua potable

## RECOMENDACIONES

- Para un aprovechamiento total del sistema de reutilización, se podrá realizar tanto un aparato de reutilización de aguas pluviales como de aguas grises, destinando cada uno de los usos a servicios distintos, tales como en reutilización en aparatos sanitarios, riego, limpieza, lavado de vehículos, entre otros que ya no requieren agua que pudiera ser consumida por las personas, para la seguridad de las personas.
- Una operación más adecuada en términos de Eficiencia Hídrica de los edificios podría ser mediante una máquina de reutilización total, tanto de aguas pluviales como de aguas grises, seguida de la implementación de aparatos sanitarios con un eficiente uso de agua potable, logrando así consumos bajos en proyectos residenciales pero con el mismo o mejor servicio de alta calidad dentro del sistema.
- Para futuros proyectos en los que se necesita una cantidad adicional de aguas grises debido a la necesidad de la misma según la población, existe la viabilidad del uso de agua de lavadoras que prácticamente tienen parámetros precisos de primer nivel y puede ser aprovechada de una mejor manera, sin embargo, en este proyecto dejó de usarse porque había suficiente agua gris para cumplir con las necesidades de reutilización del edificio.

**ANEXOS**

## PLANOS TÉCNICOS

<https://drive.google.com/file/d/1-k7P4irgJnbxhBTou93jXdFvEvMyoSm4/view?usp=sharing>

## RECORRIDO VIRTUAL



**REFERENTES  
BIBLIOGRAFICOS**

## BIBLIOGRAFÍA

- ACERO COMERCIAL. (Mayo de 2018). ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A. Obtenido de <http://acerocomercial.com/>
- AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. (junio de 2012). PROGRAMA NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA. *pneua*, 25 - 26.
- Albarrán, M., Banda, F., Colla, E., Concha, H., Ferreira, M., Figueroa, A., & Orellana, J. (1997). Reducción de Pérdidas en Sistemas de Agua Potable. Santiago.
- Allen, L. (2015). Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior (Vol. 2). Greywater Action.
- ANAVAM. (2015). ANAVAM. Recuperado el 02 de diciembre de 2017, de <http://anavam.com/la-gestion-del-agua-y-eficiencia-hidrica/>
- Anónimo. (2005). Módulos para Capacitación del Personal de Servicios de Abastecimiento de Agua en Países en Desarrollo (Vol. 3.7).
- ANQIP. (2017). MANUAL DE EFICIÊNCIA HÍDRICA EM EDIFÍCIOS. En A. Afonso, & C. Rodrigues, MANUAL DE EFICIÊNCIA HÍDRICA EM EDIFÍCIOS (págs. 52-90). Aveiro: ANQUIP.
- Asensio Avellanas, A. (2015). LOCALIZACIÓN Y REPARACIÓN DE ESCAPES DE AGUA EN TUBERÍAS SIN OBRAS. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Ávalos Castillo, Y., & Rovira Pinto, A. (16 de Octubre de 2012). SCIELO. Recuperado el 16 de diciembre de 2017, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222013000400011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000400011)
- BAG. (2018). Manual de diseño para tratamiento de aguas jabonosas. BAG environmental engineering.
- Baquero, M. (Agosto de 2013). Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Obtenido de Universidad de Cuenca: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/download/313/266>

## BIBLIOGRAFÍA

- Barcelona Treball. (Noviembre de 2012). Aprovechamiento de aguas pluviales para el consumo doméstico. *Barcelonactiva*, 1 - 3.
- Bermejo Arnaldos, D. (2012). Reutilización de aguas residuales domésticas. Estudio y comparativa de tipologías edificatorias: depuradoras naturales como alternativa sostenible. Universidad de Alicante.
- Bilbao Bizkaia, U. P. (2015). Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. Recuperado el 20 de noviembre de 2021, de [http://www.consorciodeauas.com/ahorro\\_agua/index\\_cast.html#/deep-linking](http://www.consorciodeauas.com/ahorro_agua/index_cast.html#/deep-linking)
- Bourguett, V., Casados, J., Mireles, V., González, E. H., & Cervantes, T. (2003). Manual para el uso eficiente y racional del agua ¡utiliza sólo la necesaria!. (1ª ed. ed.). México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- CANO MARIN, C. (2015). EVALUACIÓN DE UN TRATAMIENTO DE FLOCULACIÓN-FLOTACIÓN PARA EL AGUA RESIDUAL. Universidad de Bogota, 57.
- Chiesa, V. M., & Rivas, E. (23 de marzo de 2007). ALA. Recuperado el 16 de diciembre de 2021, de <https://www.alainet.org/es/active/16499>
- Chow, V., Maidment, & D.R & Mays. (1988). *Applied Hydrology*. En McGraw- Hill, *Applied Hydrology* (pág. 498). Nueva York.
- CONSUMER REPORTS. (08 de junio de 2015). EL DIARIO. Recuperado el 26 de octubre de 2021, de <https://eldiariony.com/2015/06/08/tips-practicos-reducirconsumo-agua/>
- DIEA, D. d. (2012). Información Ambiental en Hogares. INEC, 6 - 12. ECOLOGÍA HOY. (15 de julio de 2016). ECOLOGÍA HOY. Recuperado el 01 de diciembre de 2021, de <https://ecologiahoj.net/medio-ambiente/ideas-paracuidar-el-agua/>
- EDESA. (2018). EDESA. Obtenido de <http://www.edesa.com.ec/>

