OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema híbrido vertical que implemente la recolección y reutilización del agua lluvia y el cultivo hidropónico aplicado a equipamientos institucionales, usando como base de estudio el Colegio Técnico Jaime Pardo Leal ubicado en el barrio Policarpa - Bogotá.

Diseñar → Sistema Vertical; Hidroponía Agua Lluvia → Población Objetivo: Equipamientos Públicos; Caso de estudio: Colegio Técnico Jaime Pardo Leal → Responde a: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE - ONU

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las variables de diseño, con base en el estudio de los sistemas y las condiciones de un lugar de aplicación.

Estudiar Analizar → Lugar → Sistemas → Iuia → Variables de Diseño

2. Generar los parámetros técnico – constructivos y sus detalles para la integración de los sistemas en una propuesta.

Parámetros → Medidas Normativa Técnica Materiales Etapas; Construcción Prototipo escala real

3. Diseñar un manual de aplicación, replicación y construcción del prototipo del sistema RAIN-WALL.
4. Evaluar el manual preliminar del sistema RAIN-WALL, a partir de un workshop, para el diseño final de un manual de replicación, aplicación y construcción del sistema.

Técnicos-constructivos → Parámetros de replicabilidad; Sistema hidropónico; Clima Lugar → Manual de parámetros de replicabilidad

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué parámetros y características debe tener el diseño de un sistema vertical híbrido que implemente la técnica de recolección de aguas lluvias y el cultivo hidropónico, usando como caso de estudio el Colegio Técnico Jaime Pardo Leal ubicado en el barrio Policarpa - Localidad Antonio Nariño?

Programa para las Naciones Unidas de Desarrollo. Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html

José Alejandro. (2016, mayo 31). ¿Qué pasa con el Agua en Colombia?. Recuperado de http://www.geologyin.com/p/pasa-agua-colombia/

Instituto Geológico. (2019, febrero 04). La crisis del agua en Colombia. Recuperado de https://www.semana.com/index.php/noticias-semana-2017/73-la-escuela-de-agua-en-colombia.html

Delgado Pinzón. (2015, septiembre 07). Los 10 problemas que le restan capacidad de agua. Recuperado de https://www.semana.com/ciencia/articulo/10-problemas-que-le-restan-capacidad-el-agua-2297076/

Gomez Martínez, C. D. (2016). Diseño de Sistemas Constructivos Para La Cosecha de Agua de Lluvia. UNAB, 1 20.

Restauración al Tiempo. (1996). «Estudio 15]. El agua en Colombia» en «Rios». Recuperado de https://www.elfenix.com.co/rios/documento/MAM-524627

WWTE. (2019). Proyecciones de población por Departamentos Colombia. Recuperado de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/proyecciones-de-poblacion/proyecciones-de-poblacion-departamental-2005-2020-18-mayo-2020

GANAE. (2017, marzo 16). Encuesta nacional de Calidad de Vida - ECV. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Boletin_Tecnico_ECV_2016.pdf

Vivas, J. (2016, marzo 01). En el barrio de Nuevo del sector argelia-nariño. Recuperado de: https://www.elmeu.com/elcronoperiodico/editorial/articulo/Delas-derrumbe-argelia-nuevo-en-colombia-2556.htm

JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CONSUMO DE AGUA EN COLOMBIA

PROBLEMÁTICAS

- Déficit de agua en zonas rurales y urbanas
- Explotación de los acuíferos naturales
- Desperdicio de agua potable en actividades innecesarias
- No se aprovecha todo el suelo agrícola
- Falta de inversión por parte del estado
- Métodos antiguos y poco eficientes
- Menos población campesina por desplazamiento.

ALIMENTACIÓN EN LAS CIUDADES

SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

- Área de Captación: Cubierta
- Sistema de control: Válvula, registro
- Transporte: Canal
- Sistema de Bombeo
- Filtro Primeras aguas
- Tanque Almacenamiento

VENTAJAS DEL SISTEMA

- Oferta hídrica aprovechable
- Recuperación de los acuíferos naturales
- Ahorro de agua y dinero
- Generación de iniciativas económicas
- Bajos costos de productividad
- Convertir suelo no agrícola en agrícola
- Mayor eficiencia y manejo de los recursos
- Generación de iniciativas económicas

SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÓNICO

- Banco de enraizamiento
- Cultivo Planta
- Solución nutritiva: Tanque
- Soporte y riego Línea de riego
- Distribución Electro-bomba
- automatización: Timer electrónico

En Colombia se desperdicia agua potable en actividades que no lo requieren como aseo, uso del inodoro y lavado de ropa, entre otros, agua que necesitan muchas zonas rurales y urbanas que carecen de este líquido o simplemente no tienen acceso, esto no solo aumenta los índices de mortalidad sino que también impacta los acuíferos naturales debido a la explotación de estos para su obtención.

La demanda agrícola se concentra en 4 problemas principales, Colombia no aprovecha el potencial agrícola que tiene, siendo este de 72 millones de Ha, de los cuales se usan 7.1 millones de Ha, no hay inversión por falta de normatividad y garantías jurídicas, las técnicas aplicadas son poco avanzadas, y la población campesina cada vez es menor debido a el desplazamiento forzado y además las generaciones interesadas en el desarrollo del campo cada vez son menos.

REFERENTES

FILTROS PARA AGUA LLUVIA

Filtro Lluevelluvia (primeras aguas)

Filtro de Acero inoxidable Forma Cilindrica

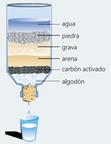
El sistema tiene beneficios en cuanto a espacialidad, fácil instalación, costos y un filtrado de primeras y segundas aguas.

Para este caso se toma el filtro de primeras aguas (hojas y residuos grandes)

Funcionamiento

REFERENTE ESTRUCTURAL

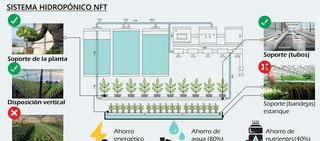
Filtro de arenas (hidroponía)



Filtro de gravedad compuesto por capas de minerales, gravas y arenas, para tratar segundas aguas.

El referente es la estructura metálica, ya que es liviana, duradera y permite una modulación sencilla y resistente.

SISTEMA HIDROPÓNICO NFT



CULTIVO HIDROPÓNICO VERTICAL

El referente permite visualizar la forma en la que se conectan los tubos (mangueras) y la distancia de separación que deben tener verticalmente.

ELECTRO-BOMBA PARÁMETROS

BOMBA

- Potencia (watts)
- Físico (Modelo)
- Caudal (L/s)

Densidad de plantación; Etapa del Cultivo; Tipo de Cultivo; Altura del tanque; Distancia al cultivo; Distancia línea riego; Diseño del sistema; Calidad del agua

Los aspectos que requiere la bomba son físico, potencia y caudal, dependiendo del tipo de variable se necesita aumentar o disminuir cada aspecto.

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

UNIVERSIDAD de La Sabana Facultad de Ingeniería

RAIN - WALL
Sistema vertical que implementa la recolección de aguas lluvias y cultivos hidropónicos

INTEGRANTES:
JUAN DIEGO TRUJILLO MUÑOZ, MARTINEZ RODRIGUEZ
JUAN SEBASTIAN ALVAREZ GUERRERO, TORRES

DIRECTOR DEL TEMA DE ARQUITECTURA:
MSc. PATRICIA DE ARMAS PORTELA

PROYECTO TEMÁTICO DE GRADO

FECHA: 12 JUN. 2022

PROGRAMA ACADÉMICO: X

VARIABLES

Las variables del lugar y las variables ambientales dan como resultado las variables de funcionamiento para el desarrollo del prototipo.

Variables AMBIENTALES: Precipitaciones; Asoleación; Ventilación; Temperatura

Variables del LUGAR: Area de captación: Cubierta; Muro de Aplicación; Terreno de anclaje

Variables de FUNCIONAMIENTO: Demanda; Caudal; Vol. de agua; Tipología; No. de Módulos; Cimentación; Tipo de Cultivo; Disposición del módulo

UBICACIÓN

Colombia: Cundinamarca

Bogotá D.C. Localidad 15

Antonio Nariño: Barrio Policarpa

Colegio Técnico Jaime Pardo Leal SEDE PREESCOLAR

VARIABLES AMBIENTALES

Clima

	ENE 60mm	JUL	63mm
	FEB 74mm	AGO	58mm
84mm	MAR 90mm	SEP	59mm
	ABR 120mm	OCT	128mm
Máx 157mm	MAY 105mm	NOV	128mm
Min 35mm	JUN 61mm	DIC	78mm

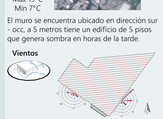
Los meses más lluviosos son abril, mayo, octubre y noviembre con precipitaciones entre 120mm y 128 mm.

Asoleación

14°C
Máx 19°C
Min 7°C

El muro se encuentra ubicado en dirección sur - occ. a 5 metros tiene un edificio de 5 pisos que genera sombra en horas de la tarde.

Vientos



Precipitaciones

El mes con menor lluvia es enero con 60mm en promedio y sólo 8 días de lluvia.

Horas luz

Solsticio de Verano - 21 Julio 4:00pm	Equinoccio de Otoño - 21 Sep 4:00pm	Solsticio de Invierno - 21 Dic 4:00pm
1:00 pm - 9:00 pm 8 horas	12:00 pm - 7:00 pm 7 horas	09:00 am - 17:00 pm 8 horas

Se recibe más horas luz durante el solsticio de invierno, con 8 horas diarias de incidencia solar.

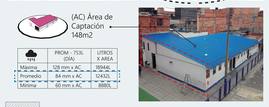
Los vientos más fuertes provienen del Nor - oriente y del oriente, impactando la fachada principal.

La zona del proyecto cuenta con vientos más débiles, protegiendo las plantas de estas corrientes en su etapa más joven.

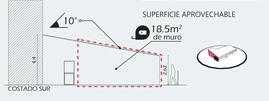
VARIABLES DEL LUGAR

(AC) Área de Captación 148m2

	PROM - 75lts (DIA)	LITROS X AREA
Máxima	128 mm x AC	18944L
Promedio	84 mm x AC	12432L
Minima	60 mm x AC	8880L



SUPERFICIE APROVECHABLE



El terreno es de baldosas de concreto de 50cm x 50cm x 4cm, y por debajo se encuentra una capa de mortero de limpieza de 1cm de grosor.

DEMANDA DE AGUA

Hay un gasto aproximado de 753L diarios que incluyen el consumo en los inodoros, aseo de las aulas de clase, baños y de la zona de juegos. En los baños se tiene en cuenta que los todos los estudiantes van al menos 1 vez por jornada.

2 JORNADAS (mañana - tarde)
Lunes a Viernes

Aseo de las aulas: (1 vez por jornada)
Requiere 1/2 balde(35L c/u) por jornada
2 JORNADAS (mañana - tarde)

17,5 L por jornada x 2
35L Diarios

Aseo de baños: (1 vez por jornada)
Requiere 4 baldes (12L c/u) por jornada

48 L por jornada x 2
96L Diarios

Inodoros: Transición y jardín
147 niños (ambas jornadas)
Descarga inodoros = 4L

147 estudiantes x 4L = 588L
588L Diarios (caso máximo)

Aseo de tapete: (1 vez por semana)
Manguera de 1/2" (34L por minúto)
Requiere 5 minutos

170L = 5minútos / 5 días
34L Diarios

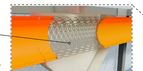
DÍA	SEMANA	MES (20 días)
753L	3765L	15080L

PROYECTO RAIN WALL

FILTRO PRIMERAS AGUAS

Lámina perforada de acero inoxidable 3mm - 5mm.

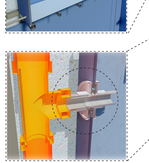
La dimensión de las perforaciones permite el paso del agua y la retención de los hojas y residuos grandes. Para la circulación por el tubo, se maneja una pendiente del 2%.



TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Electro-nivel (a)
Para activar la bomba unemente cuando el tanque este vacío.
Flotador para tanque 3/4 (b)
Limitar el llenado del tanque a 110L

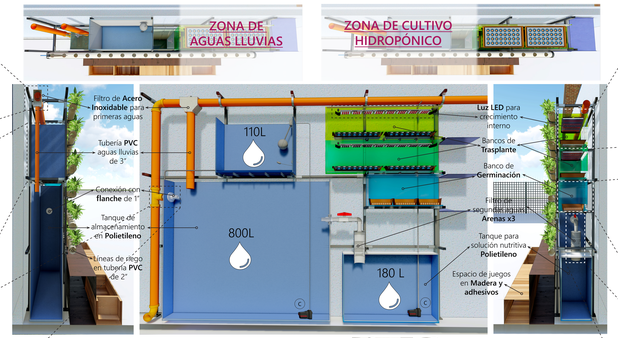
El tanque permite que la distribución se de por gravedad hacia los inodoros y el aseo.



REBOSE

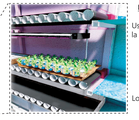
Tuberías aguas lluvias 3" Flanche de 1"

Conectada al tanque y al filtro de acero inoxidable. Para permitir el desecho de los residuos grandes y el rebose del tanque a partir de 1.30mt de altura.



Bomba sumergible dentro del cada tanque (tanque general y cultivo hidropónico) para alimentar las líneas de riego que se encuentra a 2.3mt de distancia del suelo y para el tanque de distribución que está a 2.15mt del suelo.

El **Anclaje** de la estructura al suelo se da por medio de chazos expansivos de 3/8" por 1 1/2" ya que la composición del terreno es de concreto: baldosas de dimensiones 4cm x 50cm x 50cm



BANCOS DE TRASPLANTE

Uso de bandejas manuales con la capacidad de 20 - 30 plantas cada una.

Los espacios se adaptan al tipo de cultivo.

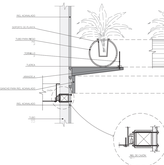
BANCOS DE GERMINACIÓN

Uso de bandejas manuales con espuma agrícola que tienen la capacidad de 60 - 75 semillas para germinar dependiendo del tipo de cultivo. Permite el crecimiento inicial de la planta que es de 4 - 7 días).

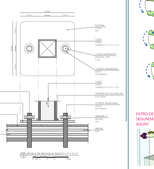
FILTRO DE 2das AGUAS

Filtro de arenas separadas por una membrana, ubicado de forma vertical para que el agua pase por gravedad. La tubería anterior tiene una pend. del 2% y hay una llave de corte para permitir el paso del agua.

LÍNEA DE RIEGO / DETALLE DE RIEL ACANALADO Y GANCHO



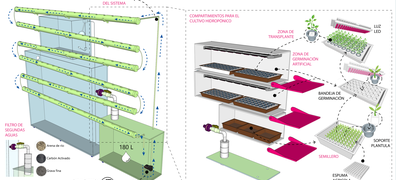
DETALLE DE ANCLAJE AL SUELO



El diseño del sistema articula los componentes esenciales de dos técnicas que mitigan dos problemáticas (desperdicio de agua y seguridad alimentaria), como lo son: el sistema de recolección de aguas lluvias y la práctica de cultivo hidropónico.

FUNCIONAMIENTO RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

El sistema para recolección de aguas lluvias tiene 3 salidas: el agua ingresa por la canal conectada al area de captación, luego llega al tanque general y una bomba lo impulsa al tanque de distribución y este envía el agua por gravedad a los aparatos y válvulas.



FUNCIONAMIENTO CULTIVO HIDROPÓNICO

El agua pasa por el segundo filtro (arenas, minerales, capas), y llega a un tanque donde se prepara la solución nutritiva, tiene una bomba que permite una circulación continua del agua con la solución, la cual se da cada 15-20 días, por lo que no es necesario mantener el tanque lleno. La tubería para las líneas de riego que tienen una pendiente del 1% para permitir la caída del agua por gravedad.

VOLUMEN DE AGUA

Módulo de 3.00m x 2.5m x 0.45m

Tanque de almacenamiento
1.80m x 1.31m x 0.34m > 0.7956m³
800L

Tanque Solución Nutritiva
0.50m x 1m x 0.34m > 0.17m³
170L

6 líneas de cultivo > 108 plantas

DISPOSICIÓN

El sistema Rain Wall, se dispone de forma horizontal, ya que la altura de la sede es de 2.60mt y el módulo tiene 2.50mt; además, el muro aprovechable tiene una disposición horizontal.

TIPO DE CULTIVO

	Germinación (días)	Trasplante (días)	Cosecha (días)	Ciclo (días)	Separación tubos (días)
Lechuga	4 - 5	14	45 - 60	80 - 90	30
Tomate	4 - 5	31	60 - 70	110 - 130	30
Brocoli	7 - 10	14	45 - 60	70 - 90	50
Acelga	4 - 5	-	55 - 65	10 - 15	10
Apio	7 - 10	-	70 - 80	90 - 110	30

Para el caso de estudio, se cultivarán vegetales de clima frío (15–18°C) con una forma de siembra por semillas y una forma de propagación por trasplante o directamente.

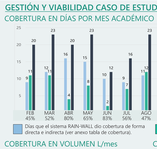
ANCLAJE

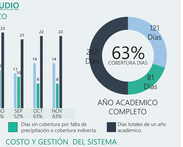
Cuando el suelo es en concreto se pueden usar chazos o tornillos

Cuando el suelo es blando, se hace una zapata junto con láminas de acero para evitar la corrosión de la estructura.

GESTIÓN Y VIABILIDAD CASO DE ESTUDIO

COBERTURA EN DÍAS POR MES ACADÉMICO





COBERTURA EN VOLUMEN L/mes

753L Consumo diario sede preescolar / 800L Módulo base

Con un modulo se suplirá el 65% de agua que se usa para actividades que necesitan agua no potable (teniendo en cuenta el agua recogida para el cultivo).

Colegio JPL 180.000L/mes	Preescolar 15.210 L/mes
Recibo = $2.968.500 / mes	$ 250.839 / mes
$29'685.000 / año	$ 2'508.390 / año

COSTO Y GESTIÓN DEL SISTEMA

En la inversión están contemplados tanto los materiales para la construcción de prototipo, como los elementos de seguridad y herramientas de trabajo (complementarios)

elementos complementarios $ 140.600 + materiales $ 1'160.600 = Costo total $ 1'300.600

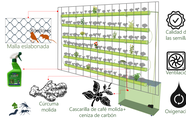
combinando la red de aplicación distrital y la red de plazas de mercado se puede generar zonas para:

- -Incentivar la actividad económica.
- -Zonas de aprendizaje y de trabajo agrícola.
- -Zonas alternativas de producción de alimentos.
- -Incentivar estas técnicas y su practica.

SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA PLAGAS

PROTECCIÓN CONTRA INSECTOS

Para la protección contra insectos se pueden plantar de manera estratégica plantas aromáticas como el ají, la caléndula, la menta, la ruda, entre otros (una al menos en cada línea de riego).



PROTECCIÓN CONTRA HONGOS INSECTOS Y ROEDORES

Otro método para los insectos, es aplicar directamente a la solución nutritiva elementos orgánicos. Para evitar los hongos, debe existir una calidad de las semillas, asegurar una correcta oxigenación del agua, ventilación e higiene. Para la protección contra roedores y aves se propone una malla elaborada.

PLANIMETRÍA

WORKSHOP - SESIÓN TEÓRICA / SESIÓN PRÁCTICA

Se diseño un workshop con los estudiantes de once con énfasis en dibujo arquitectónico se dividido en dos sesiones.
Primero se hizo una sesión teórica donde se habló sobre los aspectos problemáticos, conceptos y técnicos del proyecto, así como una inducción de la sesión practica.

Los estudiantes se dividieron en 4 equipos (a: estructura general, b: filtro segundas aguas y germinación, c: tanque hidroponia, d: tanque general). Cada uno debía ensamblar una parte especifica del prototipo, con ayuda del manual borrador.

MANUAL DE APLICACIÓN Y REPLICACIÓN

Producto del Workshop y la investigación del caso de estudio se sacaron los insumos para diseñar el manual de aplicación y replicación final, que esta compuesto por 5 capítulos, (1.conceptos y variables, 2.aspectos previos, 3.Guía de ensamblaje del sistema RAIN-WALL, 4. funcionamiento del sistema y 5. mantenimiento y recomendaciones).

CONCLUSIONES

- Económico: El costo se recupera ya que permite el ahorro de agua lo que se refleja en la factura de este servicio.
- Fácil ensamblaje: Es de fácil armado aproximadamente 5-7 horas requiere de máximo 3 personas.
- Adaptable: Al ser un modulo se puede aplicar en toda una superficie.
- Reutilizable: El sistema esta diseñado con materiales aprovechables.
- Replicable: Se puede aplicar en diferentes lugares.
- Zona agrícola: producción de alimentos orgánicos.
- Ahorro de recursos: Se aprovecha el agua lluvia

LUGARES DE APLICACIÓN

Equipamientos educativos públicos. / Conjuntos residenciales (privado). / Equipamientos públicos / Instituciones carcelarias

ESPACIO PÚBLICO

1. Trabajo y cultivo
2. Espera y descanso
3. Zona de juegos

LUGARES DE APLICACIÓN

Patios / Culatas / Claustros