

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS JARDINES
VERTICALES EN LAS FACHADAS DE LA SEDE P UNIVERSIDAD ECCI BOGOTÁ**

JAVIER ROSERO MEDINA
RAFAEL URQUINA GUERRERO

UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ, D.C

2019

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS JARDINES VERTICALES
EN LAS FACHADAS DE LA SEDE P UNIVERSIDAD ECCI BOGOTÁ

JAVIER ROSERO MEDINA

RAFAEL URQUINA GUERRERO

Proyecto de investigación para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

ASESOR

Ing. Miguel Ángel Urián Tinoco

Esp. Gerencia de mantenimiento

UNIVERSIDAD ECCI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

BOGOTÁ, D.C

2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Oficiado en la ciudad de Bogotá D.C. a los 20 días del mes de Junio del 2019, para la facultad de posgrados, Especialización en Gerencia de Mantenimiento de la universidad ECCI.

DEDICATORIA

A Dios creador del universo y dueño de mi vida, que me permite construir otros mundos posibles. A mi Abuela y Madre, por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de este gran logro desde la lejanía. A mi familia por permitirme soñar y crecer con mi imaginación. A mis amigos por enseñarme que no hay límites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mí, que por medio de las discusiones y preguntas, me hacen crecer en conocimiento.

JAVIER ROSERO MEDINA

Doy gracias a Dios por permitirme realizar este objetivo de hacer mi especialización en Gerencia de mantenimiento, infinitas gracias por tantas bendiciones; Al Instituto Nacional de Cancerología por permitirme ampliar mis conocimientos y adquirir más competencias para mi desarrollo profesional; A mi esposa y mis hijos, por todo el apoyo brindado durante toda esta etapa académica, sin ellos, no habría sido posible este maravilloso logro, los amo.

RAFAEL URQUINA GUERRERO

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo constante de nuestro profesor y asesor del trabajo de grado Ing. Miguel Ángel Urián Tinoco, quien nos aportó insumos y conocimientos claves fundamentales para el desarrollo de nuestras habilidades y nos forjó como docente, unas bases sólidas en las competencias de la Gerencia de Mantenimiento, útiles y esenciales para la elaboración del presente documento.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este trabajo de grado, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

Tabla de Contenidos

1.	Título de investigación.....	13
2.	Problema de investigación	13
2.1.	Descripción del problema	13
2.2.	Planteamiento del problema.....	14
2.3.	Sistematización del problema	14
3.	Objetivos de la investigación	15
3.1.	Objetivo general.....	15
3.2.	Objetivos específicos	15
4.	Justificación y delimitación	16
4.1.	Justificación de la investigación	16
4.2.	Delimitación de la investigación.....	17
4.3.	Limitaciones para el desarrollo de la investigación	17
5.	Marco Referencial.....	17
5.1.	Estado del arte.....	17
5.1.1.	Estado del arte nacional	17
5.1.2.	Estado del arte internacional.....	23
5.2.	Marco Teórico.....	30
5.2.1.	Antecedentes	32
5.2.2.	Definición	33
5.2.3.	Estructura de Soporte	35
5.2.4.	Contenedores.....	35
5.2.5.	Sustrato	35
5.2.6.	Sistema de Riego.....	36
5.2.7.	Especies Vegetales.....	36
5.2.8.	Trabajo Vertical en Alturas.....	36
5.2.9.	Trabajo seguro en Alturas	37

5.2.10.	Mantenimiento de jardines.....	37
5.3.	Marco Legal	38
5.4.	Marco Histórico	43
6.	Marco Metodológico.....	44
6.1.	Recolección de la información.....	44
6.1.1.	Tipo de investigación.....	44
6.1.2.	Fuentes de obtención de la información	46
6.1.3.	Herramientas.....	48
6.1.4.	Metodología de la Investigación.....	48
6.1.5.	Recopilación de la información	50
6.2.	Análisis de la información	54
6.3.	Propuesta de Solución.....	54
6.3.1.	EDR - Estructura de Desglose de Recursos.....	55
7.	Resultados esperados e impacto.....	56
8.	Análisis financiero	58
8.1.	Costo anual de mantenimiento.....	59
9.	Conclusiones y recomendaciones	60
9.1.	Conclusiones.....	60
9.2.	Recomendaciones	61
10.	Bibliografía	63
11.	ANEXOS	66
	ANEXO No 1.....	66
1.	Caracterización	66
2.	Análisis de criticidad.....	69
3.	Descripción de los elementos y equipos	70
4.	Taxonomía del sistema	76
5.	Análisis micro climas Bogotá – <i>Fuente IDEAM</i>	77
6.	Actividades de mantenimiento.....	80

7.	Actividades de mantenimiento detalladas.....	82
8.	Propuesta para la mejora y optimización de las actividades de mantenimiento ...	85
9.	GANT Anual de Mantenimiento Preventivo	86
10.	Presupuesto de mantenimiento anual.....	87
11.	Acciones de mejora.....	88
ANEXO No 2.....		92
ANEXO No 3.....		93

Tabla de Imágenes

Imagen 1 Jardín Vertical SDA área: 120m2. Ubicación: Av caracas # 54 – 38 http://www.ambientebogota.gov.co/image/image_gallery?uuid=2c34c36f-792e-479b-9de8-af00f7390442&groupId=10157&t=1417811467573	18
Imagen 2 Fuente Jardineros, Ed. Secretaría de Ambiente, Bogota.....	19
Imagen 3 by Groncol-AD in Infraestructura Verde.....	21
Imagen 4 La pared exterior del Musée du Quai Branly de París https://culturacolectiva.com/disenio/patrick-blanc-una-vuelta-al-mundo-en-jardines-verticales	24
Imagen 5 El Puente Max-Juvénal en Aix-en-Provence (Francia) Patrick Blanc antes https://i1.wp.com/ecotelhado.com.co/wp-content/uploads/2013/08/522361_10150912348699381_1855620817_n.jpg?w=632	25
Imagen 6 Puente Max Juvenal Aix en Provence https://www.aryse.org/wp-content/gallery/patrick-blanc/pont_max_juvenal_aix_en_provence_6.jpg	25
Imagen 7 Centro Comercial Rozzano Milán – Italia http://conciencia-sustentable.abilia.mx/wp-content/uploads/2013/01/3.jpg	26
Imagen 8 Casas césped de Islandia https://www.arquitecturayempresa.es/sites/default/files/content/casa_cesped_islandia1.jpg	28
Imagen 9 Copenhague http://www.revistavivienda.com.ar/wp-content/uploads/techos31.jpg	30
Imagen 10 Sedum acre primavera.....	38
Imagen 11 Sedum rupestre.....	38
Imagen 12 Techos verdes y jardines verticales https://image.isu.pub/150702221808-dac552b42abedddff823bd27f479edd6/jpg/page_1_thumb_large.jpg	39
Imagen 13 tipos de anclaje http://verticalrah.com/wp-content/uploads/2016/09/tipos-de-anclaje.jpg	41
Imagen 14 http://verticalrah.com/wp-content/uploads/2017/04/20-1.jpg	43
Imagen 15 Vista imaginaria de los jardines de Babilonia https://www.merveilles-du-monde.com/es/Siete/images/Jardins-de-Babylone/Jardins-de-Babylone-01b.jpg	44

Imagen 16 Tipo de investigación, Tomado de la guía metodológica ECCI.....	45
Imagen 17 Tomado de la guía metodológica ECCI.....	46
Imagen 18 Recursos: Rosero Javier y Urquina Rafael	55
Imagen 19 Presupuesto anual de gastos por: Rosero Javier y Urquina Rafael.....	59
Imagen 20 Universidad ECCI sede P Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	66
Imagen 21 Análisis de Criticidad.....	69
Imagen 22 Resultado Análisis	70
Imagen 23 Foto aérea del Sistema Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	71
Imagen 24 Sistema vertical Por: Rosero Javier y Urquina Rafael.....	71
Imagen 25 Especies utilizadas Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	72
Imagen 26 Sistema de almacenamiento Sistema Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	73
Imagen 27 Especies costado occidental fachada Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	73
Imagen 28 Sedum tipo I Por: Rosero Javier y Urquina Rafael.....	75
Imagen 29 Sedum tipo II Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	76
Imagen 30 Medición temperatura promedio sector Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	78
Imagen 31 Medición Precipitaciones promedio sector Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	78
Imagen 32 Medición Humedad Relativa promedio Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	79
Imagen 33 Medición Brillo Solar promedio Por: Rosero Javier y Urquina Rafael	79
Imagen 34 Medición Pluviosidad promedio Por: Rosero Javier y Urquina Rafael.....	80

INTRODUCCIÓN

Como parte de la propuesta de trabajo efectuada en el segundo módulo de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento, se realizó un procedimiento de trabajo el cual pretende tener una visión total de la eficiencia en los jardines verticales de la sede p de la Universidad ECCI en Bogotá, a partir de cada uno de los seminarios que componen esta Especialización, enmarcado en los criterios de: Diagnostico y evaluación, Propuestas y estrategias de mejoramiento en términos Visuales, Estéticos, Funcionales e Hídricos.

Palabras Claves: Jardines verticales, Sostenibilidad, Eficiencias, Trabajo en Altura, Sustrato, Ciclo de Vida, Sistema de Riego

RESUMEN

Este documento de investigación, analiza el estado y los efectos que se dan actualmente en los jardines verticales de la sede P Universidad ECCI Bogotá, donde junto con un paso a paso de la implementación de un plan de mantenimiento, se logra amplificar el ciclo de vida del actual sistema instalado, su eficiencia energética y eficiencia hídrica, para tener un proyecto rediseñado eco eficientemente.

1. Título de investigación

Propuesta de un plan de mantenimiento para los jardines verticales en las fachadas de la sede P Universidad ECCI Bogotá.

2. Problema de investigación

2.1. Descripción del problema

El edificio de la sede P de la Universidad ECCI en Bogotá ubicado en la Calle 51 # 19 - 36, diseñado por el Arquitecto Leoncio Soler y construido entre los años 2014 y 2015, edificación de 6 pisos con semisótano, soportada con una estructura metálica a la vista en donde se aprecia las columnas, vigas y riostras con entrepisos en placas de concreto sobre lámina de Steel deck. En los costados sur y occidental su envolvente está compuesto de vidrio templado, adosado a estas fachadas se aprecia una estructura metálica que sirve de soporte para el sistema de jardines verticales, el cual desde el enfoque de sostenibilidad ayuda a las instalaciones a contar con confort térmico en cuanto a la refrigeración y aislante acústico ayudando a mitigar el ruido exterior.

En la actualidad el estado del material vegetal de los jardines verticales, no es el mejor, presenta un aspecto muy deteriorado, hasta el punto de perder su función ornamental y su objetivo de sostenibilidad, esto como resultado de la falta de mantenimiento al que se ha visto sometido el sistema en sus escasos 4 años de existencia.

2.2. Planteamiento del problema

Con base en la descripción del problema, los autores proponen la siguiente pregunta de investigación.

¿La aplicación de un plan de mantenimiento, mejorará a través de las condiciones actuales de los jardines verticales en las fachadas de la sede P Universidad ECCI Bogotá?

2.3. Sistematización del problema

Al observar las fachadas sur y occidental del edificio de la sede P de la Universidad ECCI en Bogotá, se evidencia a simple vista el importante deterioro de las especies vegetales sembradas en el jardín vertical, lo que denota la carencia o falta de rutinas de mantenimiento tanto a las especies, como al sistema de soporte y de riego, que lesionan fuertemente la apariencia externa del edificio y afectan las condiciones internas de control de temperatura del edificio en cada uno de sus seis pisos; factor fundamental para el cual se diseñaron los jardines verticales en las fachadas del edificio.

El estado actual demuestra que en el último año las fachadas no han contado con un plan de mantenimiento preventivo ni correctivo. Este párrafo está desarrollado con base en el desglose de la hipótesis y teniendo en cuenta que la sistematización del problema es segregar en preguntas más pequeñas la hipótesis

Basados en:

- ¿POR QUÉ?: se evidencia a simple vista las especies vegetales con un deterioro importante.

- ¿COMO?: se evidencia la falta de rutinas de mantenimiento del sistema
- ¿DESDE CUANDO?: en apariencia se percibe que no se ha realizado mantenimiento desde hace un año

Y teniendo en cuenta que la hipótesis fue:

“La Formulación e implementación de un correcto plan de mantenimiento, para el sistema de jardines verticales mejorará las condiciones actuales de la fachada sur y occidental del edificio P de la universidad ECCI”.

3. Objetivos de la investigación

3.1. Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los jardines verticales en las fachadas de la sede P Universidad ECCI Bogotá.

3.2. Objetivos específicos

Diagnosticar el estado actual de los jardines verticales en cuanto al mantenimiento, a través de una inspección visual y el diligenciamiento de una lista de chequeo al sistema, con el fin de identificar fallos y errores en su procedimiento.

Definir el plan de mantenimiento de los elementos que componen el sistema (estructura de soporte, recipientes, sistema de riego, especies vegetales), mediante la formulación de un programa de mantenimiento preventivo, garantizando así la estabilidad del sistema.

Plantear las rutinas de mantenimiento preventivo para el sistema instalado, generando una periodicidad de intervención de cada elemento de acuerdo con su naturaleza, logrando optimizar los costos de ejecución y teniendo en cuenta la aplicación de protocolos de trabajo en altura debido al nivel de riesgo para ejecución de la actividad.

4. Justificación y delimitación

4.1. Justificación de la investigación

En la actualidad existe una multitud de sistemas constructivos y enfoques mediante los cuales se ofrece al usuario el servicio de diseño, construcción y mantenimiento, es el caso de la fachada verde llamada también: muro verde, jardín vertical, muro vivo o muro vegetal, este surge como un nuevo concepto reconocido, es un sistema de protección a la edificación y como una ventaja en cuanto a su aspecto visual.

El cubrir una pared de la edificación con una especie vegetal, no simplemente es mejorar el exterior y proporcionar un toque propio al lugar, esta es una práctica natural que ayuda a mejorar las condiciones internas y externas de una edificación. Actualmente en los edificios la vegetación es presentada como un material más, como una textura, un acabado

el cual genera beneficios en el entorno. Los comúnmente llamados jardines verticales se han convertido en elementos que ahora son esenciales dentro de los proyectos de construcción, ahora estos se toman el plano vertical, ya no son solo enredaderas trepadoras, si no auténticos jardines, pieles verdes y recubrimientos vivos.

4.2. Delimitación de la investigación

La edificación objeto de estudio se encuentra ubicado en la Calle 51 # 19 – 36 sede P de la Universidad ECCI Bogotá.

4.3. Limitaciones para el desarrollo de la investigación

Por información limitada del proyecto objeto de estudio, se tomarán datos aproximados de los componentes instalados; el tiempo estimado es de ocho (8) meses para desarrollo del trabajo, y respecto al área financiera del proyecto objeto de estudio, se contará con recurso de los proponentes. En cuanto a la normativa, la información técnica del edificio no se puede publicar en este documento.

5. Marco Referencial

5.1. Estado del arte

5.1.1. Estado del arte nacional

- En el año 2009 el concejo de Bogotá expidió el acuerdo 418 “Por el cual se promueve la implementación de tecnologías arquitectónicas sustentables, como

techos o terrazas verdes, entre otras en el D. C. y se dictan otras disposiciones”, de esta manera, en el año 2011 la Secretaría Distrital de Ambiente publicó la Guía Técnica de Techos verdes para la ciudad (Fontalvo Ceballos, 2014), este acuerdo aporta a la presente investigación un instrumento para mejorar el entorno de las edificaciones y a la biodiversidad de la ciudad.



Imagen 1 Jardín Vertical SDA área: 120m². Ubicación: Av. caracas # 54 – 38

http://www.ambientebogota.gov.co/image/image_gallery?uuid=2c34c36f-792e-479b-9de8-af00f7390442&groupId=10157&t=1417811467573

- En el año 2014, la Secretaría de Ambiente de Bogotá ubicada en la Avenida Caracas con calle 54, se convierte en la primera construcción Distrital con un jardín vertical, el cual se encuentra instalado en fachada simulando la panorámica de la capital. Buscando crear armonía con el entorno, los muros vivos o jardines verticales se imponen haciendo juego con la arquitectura, con amplios beneficios en el exterior como en el interior de las edificaciones que adoptan esta serie de envolventes, mejorando sus condiciones en confort térmico y acústico. En algunos lugares de la

ciudad, es posible observar muros en los que se encuentran diversas especies de plantas, esto es visto comúnmente, como un adorno de la edificación, pero pocas veces se llega a analizar si esto tiene una función o un aporte en el espacio en el cual se encuentra. Este proyecto es importante para el desarrollo de la investigación, ya que nos permite conocer sobre los diferentes elementos de la naturaleza que pueden ser parte fundamental en una edificación, aportándole a esta, no solo la parte estética, sino también siendo una herramienta que contribuya a dar beneficio a la edificación y al entorno en donde se encuentra.(Alcaldía Mayor de Bogotá & Secretaría Distrital de Ambiente, 2015)

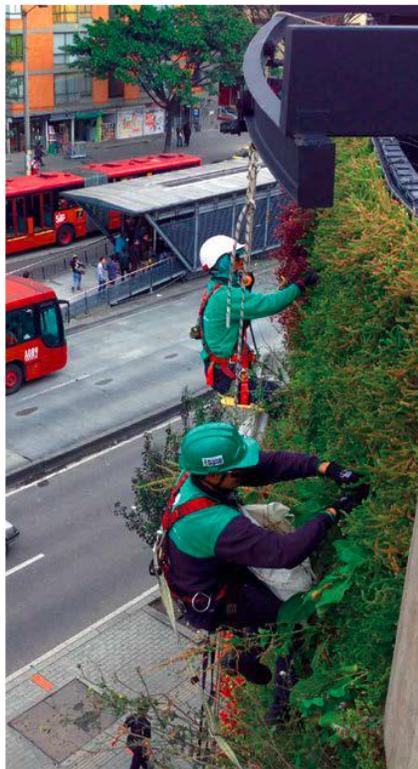


Imagen 2 Fuente Jardineros, Ed. Secretaría de Ambiente, Bogotá

Por otra parte, los conceptos como arquitectura sostenible, verde, bioclimática, pasiva, urbanismo sostenible, 26 Eco ciudades, bio construcción, en fin, conceptos relacionados en mayor o menor orden con la responsabilidad existente entre ambiente y la construcción. En algunos casos estos conceptos pueden aparentar ser similares, estos definen un reconocimiento muy amplio el cual empieza desde la necesidad de la estructura de los materiales, hasta la disposición final de los mismos. Los conceptos anteriormente mencionados están bajo un mismo denominador “la reducción del impacto ambiental”. Por impacto ambiental “se puede definir ampliamente el impacto ambiental como la alteración significativa de los sistemas naturales y transformados y de sus recursos, provocada por acciones humanas. Por tanto, los impactos se expresan en las diversas actividades y se presentan tanto en ambientes naturales como en aquellos que resultan de la intervención y creación humana”(Espinoza, 2001).

- En la ciudad de Bogotá capital de Colombia, se construyó el edificio residencial Santalaia ubicado en la Carrera 4 con calle 76, el cual tiene el jardín vertical más alto del mundo. “Los arquitectos Carlos Lleras y Luis Guillermo Vallejo de la empresa Exacta Proyecto Total, han liderado el diseño del edificio y su construcción. La empresa colombiana Groncol realizó los jardines verticales con el apoyo tecnológico de la empresa española Paisajismo Urbano. El tiempo de diseño de esta obra fue de 8 meses y su ejecución se realizó en otros 8 meses”(Groncol-AD & Mosquera Pardo, 2016), este proyecto aporta a la investigación por la gestión

en el proceso de implementación, funcionamiento y mantenimiento de los jardines instalados en el edificio.



Imagen 3 by Groncol-AD in Infraestructura Verde

La inquietud por el ambiente ha sido la causa de visión de nuevas estrategias enfocadas a la creación de construcciones sostenibles, involucrando y estableciendo la relación hombre-naturaleza, con el fin de tener un desarrollo sostenible es decir satisfacer las necesidades presentes, sin introducir problemas al ambiente y sin comprometer las generaciones futuras, al mezclar la innovación y el diseño, tratando de crear materiales para uso de la construcción a partir de residuos o de los mismos componentes naturales, utilizando energías alternativas que apuntan al buen uso de la energía.

- En el año 2014 los estudiantes Valeria Jimenez; Stefania Correa, Natalia Romero y Andres Felipe Rodriguez en el repositorio de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, en la revista formativa titulada terrazas verdes

tendencia en Bogotá, dan a conocer el uso de vegetación en las fachadas de las edificaciones como una estrategia de sostenibilidad y armonía con el exterior(Jimenez, Correa, Romero, & Rodriguez, 2014), este trabajo aporta a la presente investigación en las ventajas de introducir vegetación en las edificaciones.

- En el año 2013 los profesionales y miembros del grupo de investigación arquitectura, urbanismo y clima de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Montería, en su investigación dan a conocer sobre el por qué las fachadas verdes influyen de forma positiva en la sostenibilidad de los edificios y en el ahorro energético, centrandó su trabajo en la vegetación como técnica pasiva de ahorro de energía en el edificio administrativo de la Universidad Pontificia Bolivariana(Muñoz Campillo & Torres Sena, 2013), este trabajo aporta a la presente investigación en la eficacia de la ventilación y confort térmico interno de las instalaciones.
- En el año 2017, los estudiantes de la Universidad El Bosque Laura Alejandra Castro, Juan Sebastián Cuevas, Daniela Ortégón, Juan Antonio Pulido Alcón, Ana María Torres, Möriz Velásquez, realizaron la publicación en la Revista de Tecnología. N°. 1, Artículo de Revista en Dialne “Jardines verticales como alternativa para mejorar el estado de ánimo de la población de adultos en un centro gerontológico de la ciudad de Bogotá D.C. (Colombia)”, con base en el desarrollo del proyecto se concluye que los escenarios verdes, como jardines verticales, traen

beneficios a la salud mental y física de los adultos mayores, porque podrían transmitir sensaciones de tranquilidad y serenidad, lo que puede ayudar a mejorar notablemente su estado de ánimo(Castro et al., 2017), este trabajo aporta a la presente investigación en las ventajas de mantener vegetación como un componente de interacción con las personas que habitan edificaciones con componentes naturales.

- En el año 2017, Miguel Andrés Rubiano Arquitecto de la Universidad de La Salle, dentro de su artículo “La fachada ventilada y el confort climático: un instrumento tecnológico para edificaciones de clima cálido en Colombia”(Martín, 2015), da a conocer que el avance de la fachada ventilada experimenta un aumento exponencial, debido a la necesidad de contar con eficiencia de energía dentro de las edificaciones, este artículo aporta a la investigación en los componentes de disminución de emisiones en dióxido de carbono y costos de energía.

5.1.2. Estado del arte internacional

- En el año 1998, Patrick Blanc “botánico francés que trabaja para el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), especializado en plantas del sotobosque tropical, es el inventor de un sistema para crear jardines verticales en forma de muro vegetal. Gracias a esta técnica el paisaje gris de las ciudades, adquiere un nuevo rostro, el del color verde. Dibuja en las paredes de los edificios con helechos, musgos, hierbas y arbustos, integra la naturaleza de forma nueva en nuestra vida

cotidiana”(Savinio, 2012). Este botánico aporta a la presente investigación en el manejo de vegetación vertical y manejo de variedad de especies.



Imagen 4 La pared exterior del Musée du Quai Branly de París

<https://culturacolectiva.com/disenio/patrick-blanc-una-vuelta-al-mundo-en-jardines-verticales>

- En el año 2008, Patrick Blanc el botánico francés da inicio a uno de los proyectos icono de los jardines verticales, el “Puente Max-Juvénal en Aix-en-Provence (Francia) es uno de ellos; cubrió los 605 metros cuadrados de cemento y 15 metros de altura, cambio por completo el aspecto de este espacio y le dio un nuevo respiro a la ciudad. Utilizó más de 20.000 plantas además de su belleza este jardín vertical aporta números beneficios, refresca el ambiente, contribuye a la producción de oxígeno y disminución de CO₂. Un puente muy original que llama la atención de cualquier conductor o viandante”(Helecho Ecotelhado, 2013). Obra de gran interés y aporte a la presente investigación por sus características.



Imagen 5 El Puente Max-Juvénal en Aix-en-Provence (Francia) Patrick Blanc antes

<https://i1.wp.com/ecotelhado.com.co/wp->

content/uploads/2013/08/522361_10150912348699381_1855620817_n.jpg?w=632



Imagen 6 Puente Max Juvenal Aix en Provence <https://www.aryse.org/wp->

content/gallery/patrick-blanc/pont_max_juvenal_aix_en_provence_6.jpg

- En el 2012, el arquitecto Francesco Bollani en “un centro comercial en Rozzano, cerca de Milán, obtuvo un inusual récord mundial, el jardín vertical más grande del mundo, pues éste cubre una superficie de 1.263 metros cuadrados con un total de 44 mil plantas. Se trata de una obra sustentable, combina la belleza natural con el ahorro de energía y el respeto por el medio ambiente, pues el jardín ayuda a regular la temperatura en el centro comercial, mediante la luz solar directa, lo cual reduce el consumo de electricidad.”(Sustentable, 2013). El arquitecto Bollani, contribuye con sus proyectos a la investigación, en la regulación de la temperatura a la edificación objeto de estudio.



Imagen 7 Centro Comercial Rozzano Milán – Italia <http://conciencia-sustentable.abilia.mx/wp-content/uploads/2013/01/3.jpg>

- En el año 2013, el estudiante Juan Navarro Portilla de la Universidad Pontificia de Valencia en su trabajo de grado titulado los jardines verticales en la edificación, da a conocer el uso de vegetación en las fachadas de las edificaciones como una estrategia de sostenibilidad y armonía con el exterior(Navarro Portilla, 2013), este trabajo aporta a la presente investigación, en las ventajas de introducir vegetación en las edificaciones.
- Hoy en día las fachadas verdes o en material vegetal heredan sus técnicas de las soluciones arquitectónicas de tiempos anteriores. La arquitectura de antaño en sus diversos climas y formas fue una respuesta intuitiva y un desarrollo de conceptos y soluciones perfectamente válidos para la arquitectura de hoy, en el uso de materiales propios en cada zona o región, y que con diferentes sistemas constructivos pueden ser adaptados de tal forma que al ser combinados pueden dar como resultado soluciones integrales de comodidad, confort y belleza, cumpliendo perfectamente conceptos como la funcionalidad social y física.
- El hombre a través de la arquitectura a lo largo del tiempo dio respuesta a sus necesidades primarias de protección y abrigo, acompañado de una gran integración y adaptación a su entorno y medio ambiente. El uso de vegetación en las respuestas y expresiones arquitectónicas del hombre se encuentran principalmente en el norte de Europa, y algunas islas Británicas donde la utilización de vegetación como la turba y el césped, fue la solución a las dramáticas y adversas condiciones climáticas,

ofreciendo un aislamiento superior, comparado con edificaciones hechas con solo madera o piedra. En países como Islandia las estructuras de madera que daban soporte a las edificaciones, eran cubiertas en su totalidad por turba, y en las cubiertas se sembraba césped con el fin de que creciera sobre la turba y así dar un aislamiento térmico efectivo a las bajas temperaturas de este hemisferio.



Imagen 8 Casas césped de Islandia

https://www.arquitecturayempresa.es/sites/default/files/content/casa_cesped_islandia1.jp

g

Adaptación ingeniosa con un entorno sostenible y ecológico, en donde la madera junto con las piedras atrapaba el calor en el día, siendo liberado hacia el interior en la noche, teniendo en cuenta la gran capacidad de aislamiento de la tierra que mantenía la temperatura

constante. Por otro lado, el césped funcionaba como sujetador de la tierra para evitar que se desmoronara o derrumbara, gracias a su alta inercia térmica, dando a las viviendas alta confortabilidad al interior. *“Las casas césped son uno de los primeros ejemplos de arquitectura sostenible. Ante la falta de determinados materiales constructivos entra en juego el ingenio del hombre que planteó una construcción eficiente con materia prima del entorno, piedra y césped, que se integra y respeta el medio ambiente”*(Mompó García, 2015).

- Durante la arquitectura orgánica de inicios del siglo XX, la vegetación continuo jugando un papel fundamental, este movimiento arquitectónico promovido fundamentalmente por arquitectos del norte de Europa en especial arquitectos escandinavos, en Suiza Le Corbusier y Frank Lloyd Wright norteamericano, quien contrasto el término de “arquitectura orgánica”, cada vez más se ven edificaciones con “techos y muros verdes”, la tendencia a utilizar las fachadas y cubiertas de los edificios como jardines está en auge por las múltiples ventajas desde el punto de vista funcional, de sostenibilidad y paisajístico. Los países que están a la vanguardia y que son pioneros en este tipo de edificaciones hoy en día son Estados Unidos, Canadá y Alemania.(Vivienda, 2018)



Imagen 9 Copenhague <http://www.revistavivienda.com.ar/wp-content/uploads/techos31.jpg>

5.2. Marco Teórico

Con el fin de dar sustento científico al documento, se desarrollaran consultas bibliográficas de los temas, definición de jardines verticales, estructura de soporte, contenedores, sustrato, sistema de riego, especies vegetales, trabajo vertical en alturas, trabajo seguro en alturas, mantenimiento de jardines, tipos de mantenimiento correctivos, preventivos y predictivos para cada uno de los elementos del sistema, metodologías y estrategias de mantenimiento aplicables a los jardines verticales y muros verdes.

El cuidado y manutención de los jardines verticales requiere de una gran suficiencia de trabajo y técnica en el área de los paramentos vegetales y de la arquitectura verde. Incluso a pequeñas escalas, siendo uno de los argumentos más complejos de calcular los costos de mantenimiento.

En el mantenimiento de jardines verticales y muros verdes, se debe tener en cuenta muchos factores y condicionantes al momento de entrar a diseñar un programa de mantenimiento sostenible, lo que nos llevan a hacernos varias preguntas:

- ¿Es necesario contar con sistemas de elevación para trabajo seguro en alturas? De ser así, ¿se puede utilizar mecanismos de elevación o sistemas que permitan implementar andamios certificados?
- ¿Es necesario contar con técnicos especialistas en trabajo en alturas? La capacitación de este tipo de personal es distinta a la de los técnicos que normalmente se utilizan en el mantenimiento de jardinería, y por tanto, su costo puede elevar el rubro de mano de obra. Por lo general, estos técnicos requieren un valor mayor, ya que aportan más competencias y han de tratar con más riesgos.
- ¿Los técnicos y operarios que actualmente atienden el mantenimiento de los jardines verticales de la sede P, saben cómo gestionar correctamente el riego en un jardín vertical?
- ¿La atención y el mantenimiento de un jardín vertical implica tener mayores conocimientos?

Si damos respuesta a todas estas preguntas, nos encontraremos que los trabajos y rutinas de mantenimiento admitirán el uso de sistemas más técnicos de elevación que aumentaran los costos, bien sea por su alquiler, o por el tiempo que se debe invertir en su montaje.

Existe también la posibilidad de implementar sistemas de control demótico, ese control diario o de revisión del sistema supondrá unas horas/año que dedicaremos a su revisión, que deberán contabilizarse para calcular los costos de mantenimiento del jardín vertical.

Dependiendo de las especies que se escojan o se seleccionen, habrá que valorar la dedicación, tiempo y tipos de rutinas de mantenimiento a realizar, los sistemas hidropónicos necesitaran de controles mayores que un sistema concebido sobre sustratos. Esto implicaría tener que estar más atento a que el riego en un jardín hidropónico no falle nunca, o bien que tengamos los dispositivos necesarios para atender rápidamente una falla en el sistema de riego. Cualquiera de las dos opciones deberá ser examinada y contabilizada.

Es posible que existan muchos más aspectos a considerar para la implementación de un programa de mantenimiento, pero estos nos dan bases y herramientas para afirmar que no se puede comparar o equiparar el método, la forma y el costo de las rutinas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de un jardín vertical con los de un jardín convencional.

5.2.1. Antecedentes

El uso de material vegetal en las fachadas de las edificaciones, son herencia de arquitecturas y sistemas constructivos de antaño. Estos desarrollos arquitectónicos en su diversidad de representaciones y climas, desarrollaron intuitivamente conocimientos

válidos, al manejar materiales disponibles del entorno y técnicas constructivas adaptadas, combinando así la imagen exterior con la comodidad y funcionalidad interior.

La utilización de material vegetal en las fachadas y cubiertas de las edificaciones, como complemento a su arquitectura, proviene de épocas remotas, pasando por los mitológicos jardines colgantes de Babilonia (año 605 a.C.), los jardines en los pórticos y galerías de la arquitectura romana de Pompeya en Villa dei Misteri, los periodos góticos y renacentistas hasta la arquitectura orgánica a principios del siglo XX, donde la vegetación jugaba un papel protagónico en su concepción.

Hoy en día, los jardines verticales son una técnica innovadora constructiva para la composición de los edificios con el entorno urbano y la vegetación. Son una estrategia sostenible para ser usada en las fachadas de los proyectos arquitectónicos denominándolos *“Sistemas Vegetales Verticales para Edificios”*.

5.2.2. Definición

*“Los jardines verticales son muros vegetales que pueden ser utilizados en distintas construcciones tanto interiores como exteriores y surgen como un nuevo concepto que reverdece paredes maximizando el uso del bien más escaso en la ciudad: **El espacio**. Esta técnica integra la **vegetación** y la **arquitectura** de una forma natural, entregando colores y formas al entorno urbano, calidad de vida a las personas, beneficios medio ambientales, todo de una manera sustentable, innovadora y eco amigable. Así, fachadas de edificios públicos y privados, departamentos, casa habitación, centros comerciales, casinos,*

colegios, universidades, hoteles, restaurantes, son lugares propicios para la instalación de un Jardín Vertical”(Palero Marco, 2018)

El sistema se basa en el manejo de estructuras independientes, principalmente diseñadas a base de mallas, gaviones sintéticos y metálicos, cables, estructuras metálicas y enrejados. Todos estos elementos de soporte se instalan de manera independiente a la fachada del edificio, con el fin de que las especies crezcan y busquen su desarrollo cubriendo los paramentos de la edificación y evitando la asociación directa con las superficies del mismo. Estas estructuras de soporte se complementan con paneles pre vegetados, módulos verticales, filtros de geo textil plantados, recipientes o carcasas plásticas o metálicas, formando un sistema envolvente en el edificio, dominando y apoyando la vegetación con especies las cuales crecen en el medio.

Existen dos tipos de sistemas utilizados dependiendo de las especies vegetales y su posterior mantenimiento, sistemas extensivos de fácil implantación y poco mantenimiento, y sistemas intensivos que requieren una implantación más tediosa y un mantenimiento mayor.

Por otra parte, y de acuerdo a la instalación interna o externa de las edificaciones, también se clasifican en fachadas vivas para ambientes exteriores y fachadas vivas para ambientes interiores, teniendo esta última una doble clasificación, activas y pasivas, dependiendo de

los dispositivos instalados para mejorar y potenciar las propiedades del sistema, como sistemas de riego, ventiladores, etc.

5.2.3. Estructura de Soporte

Es el elemento en el que se apoya los diferentes componentes del sistema, y que permite la organización y composición de las fachadas, los volúmenes y las formas. La estructura de soporte, unifica los distintos elementos que intervienen en un sistema de vegetación vertical, y en la totalidad de los casos, muestra una visión muy de forma y de lo que observamos.

5.2.4. Contenedores

Los sistemas contenedores se presentan como un sistema de paneles de depósito de sustrato, en donde las especies vegetales cuentan con el espacio para su crecimiento y desarrollo, anclados mediante una estructura metálica. Estos paneles o contenedores se construyen con rafia, geo textil y rejilla electro soldada, cajas de fruta de polietileno o estructuras similares.

5.2.5. Sustrato

Es el material sólido diferente al suelo que al ser introducido en el contenedor de forma pura o en otros casos mezclado con otros inactivos, ayuda a la especie con su desarrollo y crecimiento, además de servir como medio para soportar la raíz, este debe estar compuesto

por componentes que sean ricos en nutrientes, capaces de retener agua y conservar su combinación a lo largo del ciclo de vida.

5.2.6. Sistema de Riego

“Conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las especies. El sistema de riego consta de una serie de componentes, aunque no necesariamente el sistema de riego debe constar de todas ellas, ya que el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial principalmente en su variante de riego por inundación, por aspersión, o por goteo”(Solórzano Angulo, 2012)

5.2.7. Especies Vegetales

Componentes orgánicos con vida que crecen y no cambian de sitio por impulso propio, es todo aquel ser vivo referente a las plantas.

5.2.8. Trabajo Vertical en Alturas

Es aquel trabajo, en el cual se utilizan cuerdas y/o cables junto con otro tipo de accesorios y herramientas para que una persona se suspende en el aire, con el fin de realizar algún tipo de tareas, se requiere el conocimiento avanzado de técnicas de alpinismo y escalada. Entre las más usadas es la técnica del rappel.(Ministerio de la Protección Social, 2008)

5.2.9. Trabajo seguro en Alturas

“Se define como cualquier actividad o desplazamiento que realice un trabajador mientras este expuesto a un riesgo de caída de distinto nivel, cuya diferencia de cota sea aproximadamente igual o mayor a 1.5 metros con respecto del plano horizontal inferior más próximo”(Ministerio de Trabajo, 2012)

5.2.10. Mantenimiento de jardines

El sistema de jardines verticales en las fachadas sur y occidental del edificio P de la universidad ECCI en Bogotá, está conformado por una estructura de soporte tipo columnas, ancladas a ménsulas metálicas, conformando 32 escalerillas verticales de 14 metros, las cuales funcionan como elemento portante para 80 carcasas de PVC intercaladas en cada una, para un total de 2.560 contenedores o soportes que contienen 4 plantas por contenedor, para un gran total de material vegetal de 10.240 plantas, por lo que se considera un sistema intensivo, con una red de riego diseñado en mangueras de PVC de ½” de diámetro y dos goteros de ¼” por cada contenedor, toda esta red alimentada por agua lluvia almacenada en tanques subterráneos, que elevan el agua hasta el piso sexto a través de bombas que inundan el riego y es regido mediante un sistema temporizador que se activa durante 30 minutos cada 24 horas a las 5:00 AM. Las especies con las que cuenta el sistema son *Sedum acre primavera* imagen 10 y *Sedum rupestre* imagen 11.



Imagen 10 Sedum acre primavera



Imagen 11 Sedum rupestre

5.3. Marco Legal

El diseño y construcción de jardines verticales en la ciudad de Bogotá, no cuenta con una legislación o normatividad a cumplir. Mas sin embargo en la alcaldía de Bogotá y a través de la secretaria distrital de ambiente, se elaboró un documento que se denominó “*Techos Verdes y Jardines Verticales, guía práctica, una piel natural para Bogotá*”(Alcaldía Mayor de Bogotá & Secretaría Distrital de Ambiente, 2015) publicado en mayo de 2015, en el cual se realiza un detallado plan de manejo para este tipo de sistemas, ayudando con la retención de la lluvia reduciendo los costos de riego, absorción de ruido, mitigación del

efecto isla de calor, aprovechamiento de residuos orgánicos, estos son algunos beneficios ambientales que ofrece la implementación de la infraestructura vegetada en las ciudades.

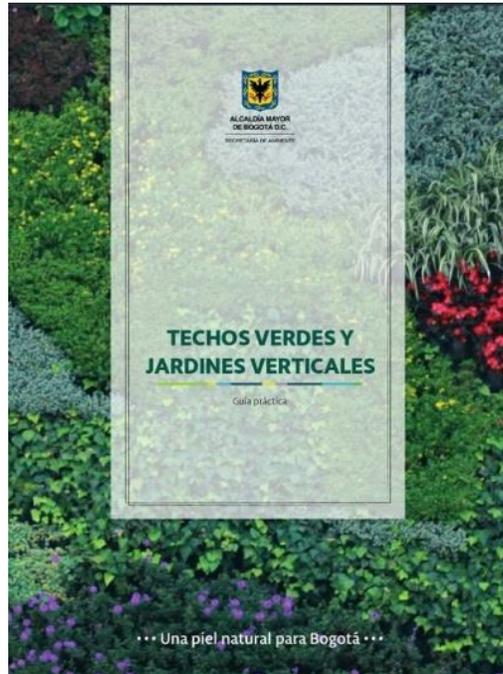


Imagen 12 Techos verdes y jardines verticales https://image.isu.pub/150702221808-dac552b42abedddff823bd27f479edd6/jpg/page_1_thumb_large.jpg

- La guía muestra “un referente del estado de los techos verdes y jardines verticales en el Distrito Capital, sus principales beneficios, investigaciones, tipologías, requerimientos mínimos para su implementación, tips e ideas de expertos”(Secretaría Distrital de Ambiente, 2011). Igualmente contiene información para conocer cómo hacer parte del directorio de la construcción sostenible, así como los datos de empresas del sector que ofrecen estos servicios.”

- En temas de mantenimiento si existe una legislación clara teniendo en cuenta, que las rutinas y actividades de mantenimiento se deben realizar a alturas superiores a 1.50 metros, por lo que el personal que las realice deberá estar certificado en trabajo seguro en alturas y por consiguiente estará regido por la resolución 1409 del 23 de julio de 2012 del Ministerio de Trabajo.(Ministerio de Trabajo, 2012)

De otro lado y como complemento a este trabajo seguro en alturas, está la normatividad de anclajes certificados que debe tener toda edificación que pretenda tener o realizar mantenimiento de sus fachadas y culatas.

“El trabajo en alturas, es uno de los trabajos de alto riesgo con mayor mortalidad en el mundo. Debido a esto, algunas empresas, han desarrollado políticas y mecanismos para minimizar ese riesgo y proteger la vida. Los anclajes, son uno de esos mecanismos, tal vez el más utilizado a la hora de realizar actividades de alturas, debido a su versatilidad y bajo costo.

Existen diferentes tipos de anclajes certificados y se debe elegir el adecuado de acuerdo a: i) la labor a realizar, ii) la capacidad de carga y resistencia y iii) el sitio de instalación. Además, se debe verificar que se certifique la instalación acorde a una norma o guía técnica. De acuerdo a la resolución 001409 existen dos definiciones que se deben distinguir porque ambas determinan los tipos de anclajes.”(Ministerio de Trabajo, 2012), todos estos elementos bajo una norma internacional de certificación.

En Colombia no existe una metodología (norma o guía técnica) con la cual se puedan probar los anclajes certificados. Muchos instaladores de anclajes, simplemente aplican una carga al anclaje sin tener en cuenta alguna norma donde se determine cuanta carga se debe aplicar y por cuanto tiempo.(Ministerio de la Protección Social, 2008)

Existe una norma internacional para prueba de anclajes certificados que es la más reconocida – la norma UNE EN 795 Clase A1.

De acuerdo a esta norma, para poder probar anclajes certificados que cumplan con éste estándar se debe cumplir 2 requisitos:

1. “Los anclajes deben ser removibles de la estructura”.

Quiere decir esto, que anclajes que sean embebidos directamente en la estructura, no son anclajes que se puedan certificar.



Imagen 13 tipos de anclaje <http://verticalrah.com/wp-content/uploads/2016/09/tipos-de-anclaje.jpg>

- 1-Punto de Anclaje 2-Estructura 3-Fijación Permanente
4-Anclaje Estructural 5-Concreto, Aislamiento u otra cubierta

El tipo de anclajes que se muestra en la imagen 13 no son certificables. En los anclajes certificables, existe únicamente un anclaje estructural (4), embebido mediante una fijación permanente (3) que normalmente es un epóxico de alta resistencia, al cual se fija el punto de anclaje (1) que es certificado mínimo a 3600 lb. En otras palabras, varillas embebidas con epóxico, ganchos, anillos soldados, platinas soldadas, no son anclajes certificables en su instalación.

2. *“Deben soportar una fuerza de extracción de 6 kN durante al menos 15 segundos”*

El equipo que se usa para esta prueba es un probador de anclajes. Este probador de anclajes debe tener un medidor de fuerza o dinamómetro instalado y calibrado para medir la carga aplicada. Los equipos que tienen manómetro miden presión de extracción, por lo que no es un equipo diseñado para esta prueba. Los equipos adecuados poseen para la medición un dinamómetro.



Imagen 14 <http://verticalrah.com/wp-content/uploads/2017/04/20-1.jpg>

5.4. Marco Histórico

Desde la construcción de los mitológicos Jardines colgantes de Babilonia en el 605 a.C., es evidente que la humanidad no ha cesado en rodearse de elementos vegetales como cubiertas y jardines, en los sitios lugares donde convive. Los jardines colgantes de Babilonia son un conjunto de jardines ubicados en la antigua ciudad de Babilonia, en Irak. Sus bellezas los hacen enlistados en las antiguas listas de las maravillas del mundo, y ahora aparecen en la lista canónica. Pero a pesar de las descripciones de varias personas autorizadas, esta maravilla del mundo es la más cuestionable. Algunos incluso se preguntan si realmente existieron, porque si tenemos rastros arqueológicos de la mayoría de las otras

maravillas del mundo, o al menos evidencia tangible de sus realidades, para los jardines de Babilonia, es mucho más difícil tener prueba.(Noguès, 2013)



Imagen 15 Vista imaginaria de los jardines de Babilonia <https://www.merveilles-du-monde.com/es/Siete/images/Jardins-de-Babylone/Jardins-de-Babylone-01b.jpg>

6. Marco Metodológico

6.1.Recolección de la información

6.1.1. Tipo de investigación

Este documento se enmarca en la investigación descriptiva cualitativa por sus características actuales, buscando las condiciones funcionales de las fachadas verticales en nuestro entorno.

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
• Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

Imagen 16 Tipo de investigación, Tomado de la guía metodológica ECCI

La línea de investigación a la que pertenece es la Gerencia de Mantenimiento.

Grupo de investigación:	TEIN-ECCI
Líneas de investigación	Gerencia de Mantenimiento
Sublíneas	<p><u>Gerencia de Mantenimiento:</u> Desarrolla procedimientos para la adecuada toma de decisiones, donde se establecen planes y estrategias conducentes a mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los diversos sistemas, instalaciones y equipos productivos, se enfoca en la planeación, dirección y control de los procesos y recursos de mantenimiento. De acuerdo a lo anterior, se pueden desarrollar proyectos sobre aplicaciones de nuevas estrategias de mantenimiento, desarrollo de planes de mantenimiento dirigidos a la labor operativa, financiera y de talento humano.</p> <p><u>Gestión de Indicadores de mantenimiento:</u> Tiene como fin establecer las medidas necesarias para el control del ciclo de vida de los activos, estas medidas de control se trabajan a través de indicadores los cuales pueden ser operativos, financieros, de personal, etc. El objetivo es mejorar la productividad y maximizar los rendimientos de la inversión, para ello se desarrollan proyectos de evaluación de reemplazo de activos, control y seguimiento de indicadores de gestión, implementación de programas de gestión de activos, entre otros.</p>

Imagen 17 Tomado de la guía metodológica ECCI

6.1.2. Fuentes de obtención de la información

6.1.2.1 Fuentes de obtención de la información Primaria.

Las fuentes de obtención de la información primaria serán todas las que puedan aportar información y conocimiento nuevo, que enriquezca la investigación y ayude a la solución del problema objeto de la investigación como son:

- Entrevista funcionarios área de mantenimiento Locativo Universidad ECCI

- “Techos Verdes y Jardines Verticales, guía práctica, una piel natural para Bogotá”(Alcaldía Mayor de Bogotá & Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).
- “Manual de Riego de Jardines” Consejo de Agricultura y Pesca, junta de Andalucía, Año 2000(Solórzano Angulo, 2012).
- Trabajo seguro en alturas legislado por la resolución 1409 del 23 de julio de 2012 del Ministerio de Trabajo(Ministerio de la Protección Social, 2008)

6.1.2.2. Fuentes de obtención de información Secundaria.

Las Fuentes de información Secundarias eran bases de datos científicas, de las que se extraerá información de artículos, trabajos de investigación que interpreten conocimiento para la solución del problema objeto de la investigación.

- “Como elegir el Jardín Vertical Adecuado”, Matías Gabriel ECOZONA.
- Jardines Verticales para una Bogotá Verde, Juan Carlos Fontalvo Ceballos, octubre 17, 2014.
- Los Jardines Verticales en la Edificación, Juan Navarro Portilla, Universidad Politécnica de Valencia, Septiembre de 2013.
- “Revista Diners, diciembre de 2016.
- Revista Habitar, 1 de marzo de 2018, Edificio Santalaia.

6.1.3. Herramientas

Las herramientas que se utilizaran para la búsqueda y obtención de la información será la siguiente:

- Visitas de Inspección Física.
- Listado de chequeo detallado.
- Planos Edificio sede P.
- Entrevista.

6.1.4. Metodología de la Investigación

El presente trabajo de investigación denominado *“Propuesta de un plan de mantenimiento para los jardines verticales en las fachadas de la sede P Universidad ECCI Bogotá”*, corresponde a un proyecto de desarrollo, teniendo en cuenta que su objetivo es resolver un problema específico, a través de la formulación de una solución práctica a través de un plan o método de mantenimiento.

La naturaleza del proyecto de investigación es cualitativa de acuerdo con los razonamientos que se realizaran, en busca de dar solución a un problema, mediante el análisis, interpretación y comprensión del mismo, por los objetivos de la investigación, será un estudio de análisis y formulación.

Mediante una investigación de campo se propone cumplir el objetivo específico de la investigación que dice: “Diagnosticar el estado actual de los jardines verticales en cuanto

al mantenimiento, a través de una inspección visual y el diligenciamiento de una lista de chequeo al sistema, con el fin de identificar fallas y errores en su procedimiento”. Se diseñara un listado detallado de los elementos que hacen parte de todo el sistema de jardín vertical y sus subsistemas, para luego confrontarlo ante el departamento de mantenimiento e infraestructura de la Universidad ECCI, a través de una visita y entrevista “in situ” a los encargados del mantenimiento de las fachadas, y poder identificar posibles fallas o errores en los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo que se realizan al sistema de jardines verticales en todos sus elementos.

Sobre la base de estos hallazgos encontrados en la investigación de campo a los procedimientos de mantenimiento que se realizan a las fachadas verdes de la sede P, se cumplirán los otros dos objetivos específicos, mediante la construcción de un plan detallado de mantenimiento preventivo y correctivo de cada uno de los elementos que hacen parte de todo el sistema (Estructura de soporte, contenedores, sistema de riego, sustratos y material vegetal), planteando rutinas de mantenimiento periódicas que garanticen mediante un ciclo la estabilidad de cada elemento según sea su naturaleza, teniendo siempre como premisa la optimización de costos y recursos de ejecución, y la aplicación de protocolos de trabajo seguro en alturas que garanticen y blinden la seguridad en la ejecución de todo el proceso de mantenimiento del sistema.

6.1.5. Recopilación de la información

La recopilación de la información se deberá realizar mediante un proceso planeado y de observación. Y consistirá en la realización de entrevista al personal de mantenimiento de la universidad ECCI, a través de una lista de chequeo y una inspección detallada, soportada con registro fotográfico de todos los elementos del sistema de fachadas verticales de la sede “P” (Ver anexo No 2 y 3)

LISTA DE CHEQUEO

1. ¿Cuánto tiempo tiene de instalado el sistema de Jardines Verticales?

2. ¿Cuál es el estado actual del sistema de jardines verticales?

3. ¿El Sistema de jardines verticales cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo?

4. ¿Cómo es el programa de mantenimiento, en qué consiste?

5. ¿Cómo son las rutinas de los diferentes elementos del sistema?

6. ¿Cuál es el tipo de sistema de riego?

7. ¿Utiliza agua reciclada para alimentar el sistema?

8. ¿Cómo es el sistema de recolección de agua?

9. ¿Cómo es el sistema de Bombeo que alimenta el sistema de riego?

10. ¿Qué especies vegetales tiene sembradas hoy el sistema de jardines verticales?

11. ¿Qué tipo de sustrato contienen las especies vegetales?

12. ¿Cada cuánto tiempo se realiza la renovación y cambio de especies vegetales?

13. ¿Qué método de fertilización y abono se utiliza en el componente vegetal?

14. ¿Cómo son los protocolos de seguridad para el trabajo seguro en alturas durante las rutinas de mantenimiento?

15. ¿Existen elementos de anclaje y soporte certificados en el edificio que faciliten las rutinas de mantenimiento?

Una vez se tenga este proceso de recopilación de la información, y los instrumentos para su obtención, se procederá a la aplicación de las herramientas y mecanismos definidos, para luego proceder con una preparación detallada de la información y de ser necesario su codificación.

6.2. Análisis de la información

Se hará el análisis de los resultados de la visita de campo a las fachadas del edificio de la sede P, la lista de chequeo y la entrevista al personal del departamento de planta física de la universidad ECCI, para determinar las posibles causas o fallas en el procedimiento de mantenimiento que se realiza hoy en día al sistema de jardines verticales del edificio. El análisis del material gráfico y de imágenes será fundamental ya que mostrará, fallas y errores en el mantenimiento y estado actual del sistema. (Ver Anexo 2 y 3)

Determinar a través de esta información, qué elementos y factores deben ser corregidos o mejorados para solucionar el problema del deterioro manifiesto de los jardines verticales de las fachadas del edificio, y definir claramente las estrategias y mecanismos de mejora y buenas prácticas que deberán ser parte de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo y correctivo, que se formulará para dar solución al problema que existe hoy.

6.3. Propuesta de Solución

Para garantizar el ciclo de vida de un jardín vertical, se hace indispensable el mantenimiento a todos los componentes, y con el fin de cumplir esta condición es

recomendable la implementación de un sistema de fácil acceso y eficiente en cuanto al uso del recurso hídrico reutilizado de las lluvias, por otro lado, la utilización de especies con baja exigencia de absorción de agua resistentes al ambiente exterior, todo esto acompañado del diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, para los diferentes componentes que hacen parte del sistema de jardines verticales, en las fachadas occidental y sur de la sede P de la universidad ECCI, que garantice la estabilidad y funcionamiento integral del sistema.

6.3.1. EDR - Estructura de Desglose de Recursos

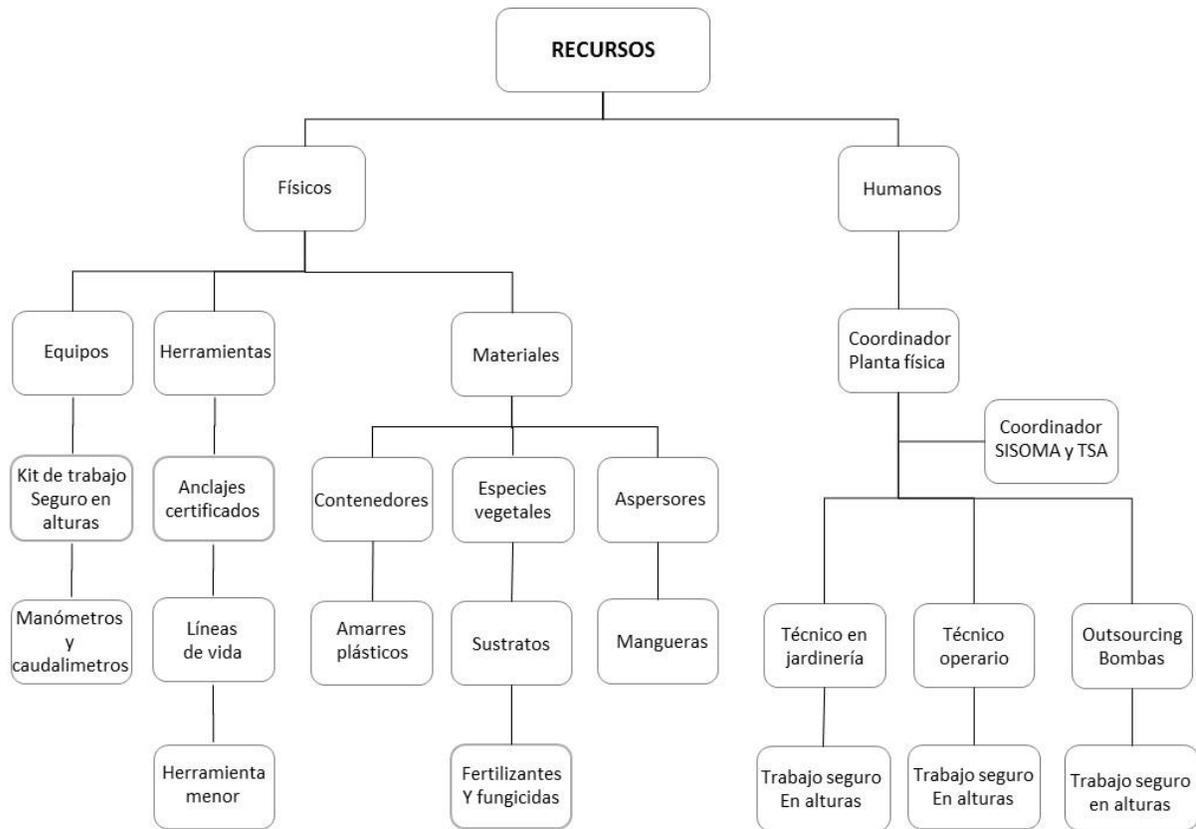


Imagen 18 Recursos: Rosero Javier y Urquina Rafael

Este deberá ser cíclico en el tiempo, y con la periodicidad que exija cada uno de los elementos de todo el sistema así:

- Rutina de Mantenimiento preventiva LILA, para el sistema de riego por aspersión y difusión. – Frecuencia Mensual.
- Rutina de mantenimiento preventiva LILA para las bombas de suministro que abastecen el sistema de riego. – Frecuencia Bimestral.
- Rutina de mantenimiento preventiva, para el sistema de soporte estructural y de anclaje a la fachada. – Frecuencia Trimestral.
- Rutina de mantenimiento correctiva para los elementos contenedores del material vegetal. – Frecuencia Trimestral.
- Elaboración de un plan de riego, consistente en la realización de un calendario en el que se determina el momento de efectuar el riego y la cantidad que se debe aplicar en cada uno de ellos, teniendo en cuenta variables y datos climáticos como evapotranspiración y precipitaciones de la zona.
- Rutina de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las especies y material vegetal y sustratos del sistema. – Frecuencia Mensual.

7. Resultados esperados e impacto

Los resultados que se esperan con la implementación del plan de mantenimiento para los jardines verticales de las fachadas sur y occidental del edificio de la sede P de la universidad ECCI, son los siguientes:

- Recuperación del estado inicial de las fachadas de acuerdo con su diseño inicial, realizado por la universidad a través del proyecto arquitectónico creado por el Arq. Leoncio Soler.
- Dar nuevamente a la edificación, las propiedades de edificio verde de la sede P, restaurando sus características físicas y arquitectónicas, para lo que fueron diseñados sus jardines verticales como son, el aislamiento acústico y térmico para lograr el confort al interior de las áreas del edificio, y controlar la transferencia de calor y ruido hacia el interior del edificio, minimizando los flujos energéticos entre las zonas interiores y las exteriores del edificio, mejorando la eficiencia térmica y esto se hace gracias a los procesos de refrigeración que hace la capa vegetal.
- Mejorar las condiciones ambientales del sector teniendo al edificio como hito ambiental de la zona, siendo este un elemento de estación de fauna de paso o en migración, la producción de oxígeno que filtran las partículas nocivas provenientes de chimeneas y tubos de escape, mitigando los efectos de la contaminación atmosférica del sector.
- Restablecer el funcionamiento de los sistemas de riego y recolección de aguas lluvias de la sede P.
- Garantizar los factores para que el jardín vertical de la sede P, se desarrolle de forma óptima con el plan. El tipo de mantenimiento que se trace de acuerdo con el diseño de las fachadas del edificio y las plantas elegidas, van a ser características determinantes para conseguir el jardín duradero y una solución que trascienda en el tiempo.

- Mejorar la calidad de las corrientes de aire, gracias al proceso de evapotranspiración que hacen las plantas. Con grandes beneficios para la salud física, de los usuarios del edificio, pues al tratarse de espacios coloridos, mejoran el estado de ánimo de las personas.

8. Análisis financiero

El costo total de implementación del mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema de jardines verticales de las fachadas de la sede P de la universidad ECCI, tiene un valor anual de \$44.424.412, lo que determina un costo mensual promedio de \$3.668.701.

Todo esto después de realizar el presupuesto de ejecución de las diferentes actividades para los sistemas que componen los jardines verticales, de acuerdo con el siguiente cuadro resumen y el Anexo No 2.

8.1.Costo anual de mantenimiento

PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO JARDINES VERTICALES SEDE P UNIVERSIDAD ECCI			
SISTEMA	ELEMENTO	ACTIVIDAD / MES	COSTO ANUAL ACTIVIDAD
SISTEMA DE SOPORTE	MENSULAS ESTRUCTURALES	Inspección Visual	\$ -
		Limpieza y Pintura	\$ 3.600.000
	ESCALERILLA DE SOPORTE	Inspección Visual	\$ -
		Limpieza y Pintura	\$ 2.560.000
	ANILLOS DE SUJECION	Inspección Visual	\$ -
Ajuste y Torqueo		\$ 320.000	
SISTEMA DE DEPOSITO Y CONTENEDORES	CONTENEDORES	Inspección Visual	\$ -
		Recambio	\$ 537.600
	AMARRES	Ajuste	\$ 921.600
		Recambio	\$ 409.600
SISTEMA DE RIEGO	PANEL DE CONTROL DIGITAL	Inspección Visual	\$ -
		Ajuste	\$ 700.000
	TABLERO ELECTRICO	Inspección Visual	\$ -
		Ajuste (Termo gráfica)	\$ 760.000
	BOMBA DE AGUA	Inspección Visual	\$ -
		Limpieza	\$ 200.000
		Ajuste	\$ 560.000
	MANGUERAS	Inspección Visual	\$ 1.080.000
		Recambio	\$ 954.000
	ASPERORES	Inspección Visual	\$ 2.048.000
		Recambio	\$ 3.072.012
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Inspección Visual	\$ 60.000	
	Limpieza y Desinfeccion	\$ 360.000	
SISTEMA VEGETAL	SUSTRATO ORGANICO	Limpieza	\$ 3.072.000
		Aireación o Remoción	\$ 3.072.000
		Control Fitosanitario	\$ 2.304.000
		Añadir Sustrato Nueva	\$ 1.689.600
		Abono y Nutrición	\$ 1.612.800
	MATERIAL VEGETAL	Poda Funcional	\$ 3.072.000
		Poda de Estética	\$ 3.840.000
		Control Fitosanitario	\$ 2.304.000
		Resiembra	\$ 4.915.200
VALOR PROMEDIO MENSUAL	\$ 3.668.701	VALOR SUB TOTAL POR MES/AÑO:	\$ 44.024.412

Imagen 19 Presupuesto anual de gastos por: Rosero Javier y Urquina Rafael

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1. Conclusiones

Como resultado del diagnóstico realizado a los jardines verticales, mediante inspección visual, es evidente que este se encuentra en deterioro inminente sin ajustarse a las condiciones del entorno, y mediante la verificación de los procesos de mantenimiento correctivo y preventivo analizados mediante la lista de chequeo realizada al sistema y la entrevista de campo a los técnicos de mantenimiento, se evidencia fallas y falencias en el proceso actual que obligan a hacer cambios importantes para el mejoramiento drástico de todo el sistema y su apariencia exterior.

En pro de lograr una integralidad en el funcionamiento de todo el sistema de jardines verticales, se hace necesario vincular todos los elementos que hacen parte del sistema (Estructura de soporte, recipientes, sistema de riego, especies vegetales), para que funcionen de manera independiente, pero cumpliendo su funcionalidad para con los demás elementos, y lograr así el buen funcionamiento y estabilidad de los jardines verticales de la sede P y su apariencia física al exterior.

El lograr una perfecta periodicidad en el mantenimiento a cada uno de los elementos del sistema, garantizara una intervención en los temas relativos al mantenimiento del sistema, así como un replanteamiento o cambio de los componentes instalados. De manera que se pueda aprovechar de forma eficiente el enfoque de sostenibilidad y eficiencia del sistema instalado, optimizando costos y mitigando al máximo el riesgo en la realización y ejecución

de las rutinas, mediante la implementación de protocolos de seguridad para el trabajo en alturas.

9.2.Recomendaciones

Para disfrutar de un jardín con especies vegetales saludables y llenas de vitalidad, es importante cuidar aspectos claves: el sustrato y su abono. Las especies, ya sean de interior o de exterior, crecen y se alimentan a partir de la tierra, es su sustento y la base de su desarrollo, por eso es fundamental un buen mantenimiento del jardín y saber cuándo hacer las rutinas.

Todos los jardines, tanto aquellos con plantas de suelo como los formados a partir de macetas y los sistemas de jardines verticales y muros verdes, necesitan un mantenimiento regular, unos cuidados periódicos para que todas las especies crezcan sanas, con una puesta a punto básica se conseguirá mantener un jardín radiante durante todo el año.

Hay que controlar que las especies no sufran el ataque de plagas, insectos o enfermedades. En realidad, los insectos son animales que viven de forma natural en el jardín, pero es conveniente vigilar que no afectan al desarrollo normal de las especies.

El mantenimiento del sistema de riego es primordial en la preservación de un sistema de jardines verticales o muros verdes, garantizar el funcionamiento y disponibilidad de este

sistema puede ser el 60% del correcto funcionamiento y bienestar del sistema, con él se podrá mantener la correcta humedad del sustrato y vigilar que el material vegetal reciba la cantidad adecuada y necesaria para su correcto funcionamiento.

Si el material vegetal sufre el ataque de alguna plaga o enfermedad, se deben combatir con tratamientos fitosanitarios; la presencia de insectos comunes tales como caracoles, babosas, ácaros, hormigas y gusanos, se pueden controlar con insecticidas y fungicidas, evitando así diversas enfermedades.

Las especies dañinas llamadas malas hierbas, son habituales en los jardines de exterior, un mantenimiento periódico evitará su proliferación, ya que se deben quitar de raíz cuando todavía son pequeñas.

10. Bibliografía

- Alcaldía Mayor de Bogotá, & Secretaría Distrital de Ambiente. (2015, mayo). Guía práctica techos verdes y jardines verticales. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Recuperado de <http://www.ambientebogota.gov.co/>
- Castro, L. A., Cuevas, J. S., Ortigón, D., Alcón, J. A. P., Torres, A. M., & Velásquez, M. (2017). Jardines verticales como alternativa para mejorar el estado de ánimo de la población de adultos en un centro gerontológico de la ciudad de Bogotá D.C. (Colombia). *Revista de Tecnología*, 16(1), 47-58.
- Espinoza, G. (2001). Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO - CED.
- Fontalvo Ceballos, J. C. (2014, octubre 17). Jardines Verticales para una Bogotá Verde [Informativa]. Recuperado 10 de marzo de 2019, de <https://www.las2orillas.co/jardines-verticales-para-una-bogota-verde/>
- Groncol-AD, & Mosquera Pardo, A. (2016, octubre). Infraestructura verde, un nuevo aire para Bogotá Groncol [Corporativa]. Recuperado 9 de diciembre de 2018, de <http://groncol.com/infraestructura-verde-un-nuevo-aire-para-bogota/>
- Helecho Ecotelhado. (2013, agosto). El Puente Max-Juvénal en Aix-en-Provence (Francia) Patrick Blanc [Corporativa]. Recuperado 25 de marzo de 2019, de <http://ecotelhado.com.co/el-puente-max-juvenal-en-aix-en-provence-francia-patrick-blanc/>

- Jimenez, V., Correa, S., Romero, N., & Rodriguez, A. F. (2014). Terrazas verdes, tendencia en Bogotá. Recuperado de <http://190.131.241.186/handle/10823/851>
- Martín, M. A. R. (2015). La fachada ventilada y el confort climático: un instrumento tecnológico para edificaciones de clima cálido en Colombia. *Dearq. Revista de Arquitectura*. Recuperado de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/abs/10.18389/dearq18.2016.08>
- Ministerio de la Protección Social. Resolución 003673, Pub. L. No. 3673, 3673 22 (2008). Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Ministerio de Trabajo. Resolución 1409, Pub. L. No. 1409, 1409 Diario Oficial 48517 de 2012 27 (2012). Recuperado de <http://www.mintrabajo.gov.co/web/guest/inicio>
- Mompó García, M. (2015, noviembre). Casas césped de Islandia, las primeras cubiertas verdes [Corporativa]. Recuperado 10 de marzo de 2019, de <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/casas-cesped-de-islandia-las-primeras-cubiertas-verdes>
- Muñoz Campillo, L. M., & Torres Sena, R. D. (2013). Las fachadas verdes como herramienta pasiva de ahorro energético en el bloque administrativo de la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Montería. *Dearq*, (13), 140-149. <https://doi.org/10.18389/dearq13.2013.11>
- Navarro Portilla, J. (2013). *Los jardines verticales en la edificación*. Universitat Politècnica de València, Valencia. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/33814>

- Noguès, O. (2013). Los jardines colgantes de Babilonia [Corporativa]. Recuperado 26 de marzo de 2019, de <https://www.merveilles-du-monde.com/es/Siete/Jardines-colgantes-de-Babilonia.php>
- Palero Marco, R. (2018). Jardines verticales [Corporativa]. Recuperado 9 de diciembre de 2018, de <http://www.integralgarden.com/index.php/jardines-verticales>
- Savinio, A. (2012, febrero). Patrick Blanc: Jardines Verticales [Corporativa]. Recuperado 10 de marzo de 2019, de <https://www.aryse.org/patrick-blanc-jardines-verticales/>
- Secretaría Distrital de Ambiente. Resolución 6423, Pub. L. No. 6423, 6423 Publicada en el Registro Distrital 4789 3 (2011). Recuperado de <http://190.27.245.106/BLA/resoluciones/RESOLUCIONES%202011/6423.pdf>
- Solórzano Angulo, A. J. (2012). *Diseño e implementación de un sistema de riego por aspersión, en cacao (Theobroma cacao L) en el capus de la ESPAM-MFL (Uso mixto)*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de MANABÍ Manuel Félix López, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/19/1/Sol%20c3%20rzano%20Angulo%20Ana%20Johana.pdf>
- Sustentable, A. | B. C. (2013, abril). Italia tiene el jardín vertical más grande del mundo [Corporativa]. Recuperado 25 de marzo de 2019, de <http://conciencia-sustentable.abilia.mx/italia-tiene-el-jardin-vertical-mas-grande-del-mundo/>
- Vivienda. (2018, mayo). Techos verdes obligatorios, en Vivienda [Corporativa]. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <http://www.revistavivienda.com.ar/actualidad/noticias/techos-verdes-obligatorios>

11. ANEXOS

ANEXO No 1

PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL SISTEMA DE JARDINES VERTICALES SEDE P UNIVERSIDAD ECCI BOGOTÁ.



Imagen 20 Universidad ECCI sede P Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

1. Caracterización

El edificio inteligente de la sede P de la Universidad ECCI en Bogotá se encuentra ubicado en la Calle 51 # 19 - 36, diseñado por el Arquitecto Leonsio Soler y construido entre los años 2014 y 2015, teniendo como objetivo principal ser una edificación de gestión auto sostenible utilizando en su infraestructura conceptos de diseño relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios

interiores y la selección de materiales, permitiendo una mejora global en el impacto medioambiental en su construcción acercándose a una certificación LEED de edificio auto sostenible.

La Edificación cuenta con 6 pisos y semisótano, soportada por una estructura metálica a la vista en donde se aprecia las columnas, vigas y riostras diagonales, con entrepisos a la vista en placas de concreto sobre lámina de Steel deck. En los costados sur y occidental su piel envolvente está compuesta de vidrio templado de 8 mm. Adosado a estas fachadas mediante ménsulas estructurales, se aprecia 32 estructuras metálicas tipo escalerilla que sirve de soporte para el sistema LEAF-BOX de jardines verticales y que a su vez sirven de sistema de aislamiento con la fachada, el cual desde el enfoque de sostenibilidad ayuda a las instalaciones a contar con confort térmico en cuanto a la refrigeración y aislante acústico ayudando a mitigar el ruido exterior y controlando la humedad al interior de la edificación.

Soportado sobre estas escalerillas se encuentran instaladas 2.560 carcasas plásticas en polipropileno, tipo contenedor, repartidas en 80 unidades por columna, las cuales cuentan con una longitud vertical de 14 mts. Y que albergan más de 10.240 plantas (4 unds) por cada contenedor, y más de 9.700 kgs de sustratos orgánicos. Las especies con las que cuenta el sistema son *Sedum acre primavera* y *Sedum rupestre*.

Todo el sistema se encuentra atendido por un sistema de riego automatizado por difusores con más de 1.800 metros de mangueras de PVC de ½” y 3/8” y dos difusores de aspersion

por cada uno de los contenedores, alimentados por un tanque de almacenamiento de 10.000 litros de aguas lluvias que son recicladas para atender el sistema y que se encuentra ubicado en el sótano del edificio y que a través de un sistema de bombeo automatizado elevan el agua hasta el piso 6to, para efectuar mediante el funcionamiento de un temporizador un riego por 30 minutos cada 24 horas a las 5:00AM los siete días de la semana.

En la actualidad el estado del material vegetal de los jardines verticales, no es el mejor, al observar las fachadas sur y occidental del edificio de la sede P de la Universidad ECCI en Bogotá, se evidencia a simple vista el importante deterioro de las especies vegetales sembradas en el jardín vertical, hasta el punto de perder su función ornamental y su objetivo de sostenibilidad, lo que denota la carencia o falta de rutinas de mantenimiento tanto a las especies, como al sistema de soporte y de riego, que lesionan fuertemente la apariencia externa del edificio y afectan las condiciones internas de control de temperatura del edificio en cada uno de sus seis pisos; factor fundamental para el cual se diseñaron los jardines verticales en las fachadas del edificio. Resultado final de la falta de mantenimiento al que se ha visto sometido el sistema en sus escasos 4 años de existencia.

2. Análisis de criticidad

CLASIFICACIÓN	ITEM DE APLICACIÓN	NORMA DE EVALUACIÓN		
		A	B	C
S	SHE	Dependiendo de la falla se ocasiona un riesgo que puede ocasionar una lesión grave o muerte y pérdida superior.	Dependiendo de la falla se ocasiona un riesgo que puede ocasionar una lesión seria y pérdida media.	Dependiendo de la falla se ocasiona un riesgo que puede ocasionar una lesión leve y pérdida menor.
Q	Calidad del producto	NA	NA	NA
P	Producción	NA	NA	NA
M	Mantenimiento	Equipo único y su tiempo de reparación es por encima de 4 horas	Equipo en stand by y su tiempo de reparación es entre ½ y 4 horas	Tiempo de reparación por debajo de ½ hora
C	Costos	Costo superior a los \$1000 USD	Costo de reposición entre \$500 y \$250 USD	Costo de reparación por debajo de \$250 USD

Imagen 21 Análisis de Criticidad

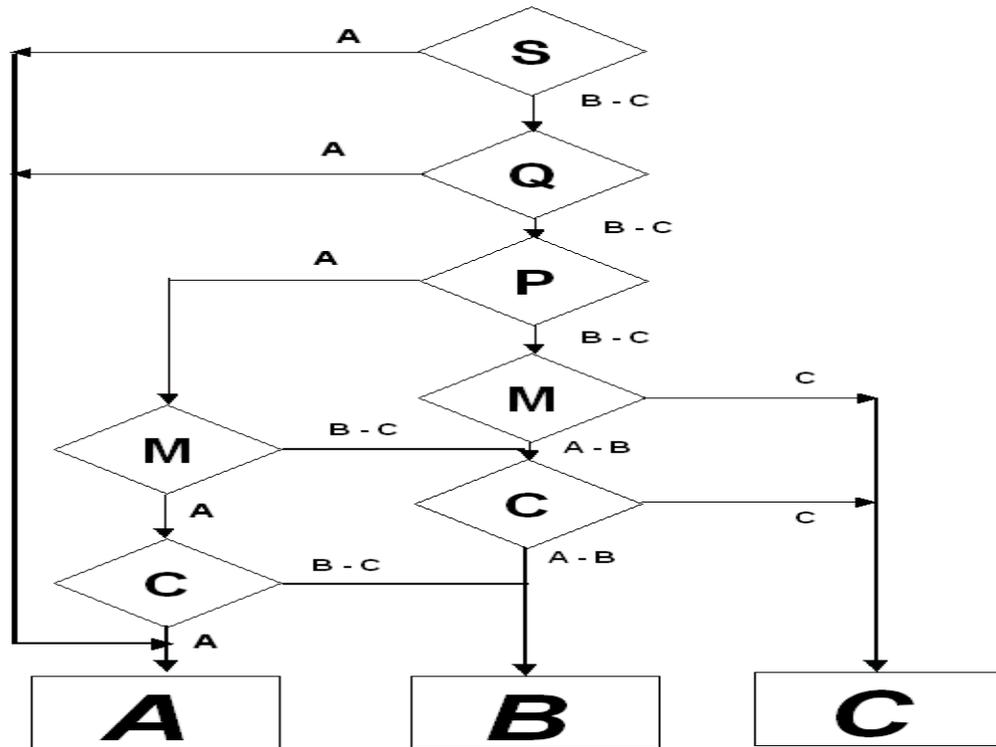


Imagen 22 Resultado Análisis

3. Descripción de los elementos y equipos

3.1.Sistema estructural

3.1.1. Ménsula estructural

La palabra ménsula proveniente del latín *ménsula* (mesa pequeña). En arquitectura una ménsula es cualquier elemento estructural en voladizo. En el caso de los jardines verticales en las fachadas del edificio P de la universidad ECCI, consiste en unos elementos en perlines cuadrados de acero de 4 pulgadas de diámetro y 5/16 de espesor, de 60 cms de longitud.



Imagen 23 Foto aérea del Sistema Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

Que se encuentran adosados a la estructura metálica del edificio mediante unos elementos de anclaje metálicos soldados a las vigas de la estructura.

3.1.2. Escalerillas de soporte y aislamiento contenedores

Las escalerillas de soporte están conformadas por estructuras metálicas en tubular de acero de 1 1/4" de 3/4" de espesor con elementos longitudinales de 3.40 mts y elementos transversales de 50 cms., en platina de acero de 1" por 5/16 de espesor soldados de manera intercalada cada 16 cms.



Imagen 24 Sistema vertical Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

Estas estructuras se encuentran articuladas a las ménsulas a través de anillos en platina de 1" x 5/16" pernadas con tornillos pasantes y tuercas en cada extremo de la ménsula.

3.2.Contenedores sustratos y material vegetal

Las carcasas o contenedores plásticos en polipropileno funcionan como los recipientes que albergan los sustratos orgánicos y las plantas. Estos van soportados sobre los elementos transversales de las escalerillas de manera escalonada por cada lado de la misma, a través de una pestaña que entra en la platina y sostiene el elemento.



Imagen 25 Especies utilizadas Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

3.3.Sistema de Riego

Sistema de riego automatizado por difusores con más de 1800 metros de mangueras de PVC de ½" y 3/8" y dos difusores de aspersion por cada uno de los contenedores, alimentados por un tanque de almacenamiento de 10.000 litros de aguas lluvias que son recicladas para atender el sistema y que se encuentra ubicado en el sótano del edificio y que a través de un sistema de bombeo automatizado elevan el agua hasta el piso 6to para

efectuar mediante el funcionamiento de un temporizador un riego por 30 minutos cada 24 horas a las 5:00AM los siete días de la semana.



Imagen 26 Sistema de almacenamiento Sistema Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

3.4.Sistema vegetal

3.4.1. Sustrato Orgánico

El sustrato orgánico en la biología, es la superficie en la que vive un una especie, que está formada tanto por factores bióticos como abióticos.



Imagen 27 Especies costado occidental fachada Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

Esta tierra sirve de base para que la planta pueda asentarse, anclarse y desarrollarse correctamente. Del sustrato depende, en gran medida, que el crecimiento sea adecuado.

Pero no solo por esto. Además, los distintos tipos de sustratos son los encargados de facilitar a la planta su nutrición. No solo por lo que contienen sino porque, también, son el medio a través del cual la planta absorbe agua.

3.4.2. Plantas

3.4.2.1. *Sedum acre primavera* - Planta herbácea estolonífera, perenne, con hojas verdes, imbricadas, piriformes, crassas y de sabor picante. Forma cojines densos, muy ramificados. Se extiende a través de estolones y también mediante las semillas que produce. La floración es muy vistosa y abundante, con flores de cinco pétalos, de forma estrellada, muy brillantes, de color amarillo intenso. Atrae mucho las mariposas. Es de fácil implantación. Indiferente al tipo de suelo (calizo o silíceo). Vive bien en terrenos pedregosos, limosos, arenosos, incluso arcillosos, si dispone de un buen drenaje. Puede vivir en fisuras de rocas y muros. Requiere muy poca profundidad de sustrato. Vive bien en suelos pobres en nutrientes y materia orgánica. <http://www.carex.cat/es/vivers-carex/catalogo/sedum-acre-.aspx>



Imagen 28 Sedum tipo I Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

3.4.2.2. *Sedum rupestre* - Planta perenne, ligeramente leñosa, estolonífera, de tallos reptantes, erectos en los extremos. Los tallos estériles hacen ramificaciones foliosas de aspecto más o menos cilíndrico. Hojas imbricadas, alargadas y cilíndricas o un poco planas, con el extremo curvado (el nombre botánico se debe a esta tendencia de las hojas). Las hojas muertas son caducas (a diferencia de *S. rupestre* ssp. *elegans*). Forma proyecciones semejantes a estolones en la base de las hojas. Las cabezas floríferas son semejantes a umbelas, de flores amarillo dorado. El cultivar 'Aureum' tiene las hojas amarillentas. Es de fácil implantación.



Imagen 29 Sedum tipo II Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

Indiferente al sustrato (calizo o silíceo). Vive bien sobre suelos esqueléticos, poco profundos, en roquedos, muros y tejados, a pleno sol o a media sombra. Admite todo tipo de sustrato (arcilloso, limoso, arenoso, etc.). Requiere un buen drenaje. Vive bien en suelos pobres en nutrientes y materia orgánica. <http://www.carex.cat/es/vivers-carex/catalogo/sedum-rupestre-ssp--reflexum---aureum-.aspx>

4. Taxonomía del sistema

División y sub división del sistema de jardines verticales sede P universidad ECCI Bogotá.

- Sistema de Soporte
 - Ménsulas estructurales
 - Escalerillas de soporte
 - Anillos de sujeción

- Sistema de depósito y contenedores.
 - Contenedores
 - Amarres
- Sistema de riego
 - Sistema digital (Panel de control)
 - Sistema eléctrico (Tablero)
 - Bombas
 - Sistema de distribución (Mangueras)
 - Aspersores
 - Tanque de almacenamiento
- Sistema Vegetal
 - Sustrato Orgánico
 - Plantas

5. Análisis micro climas Bogotá – Fuente IDEAM.

La ciudad de Bogotá se encuentra zonificada por el IDEAM en 23 áreas de microclimas, cada uno monitoreado permanentemente por una estación de medición de las diferentes variables climáticas. La sede P de la Universidad ECCI se encuentra ubicada dentro de las coordenadas de la Estación de medición Universidad Nacional del IDEAM, y presenta los siguientes promedios anuales históricos:

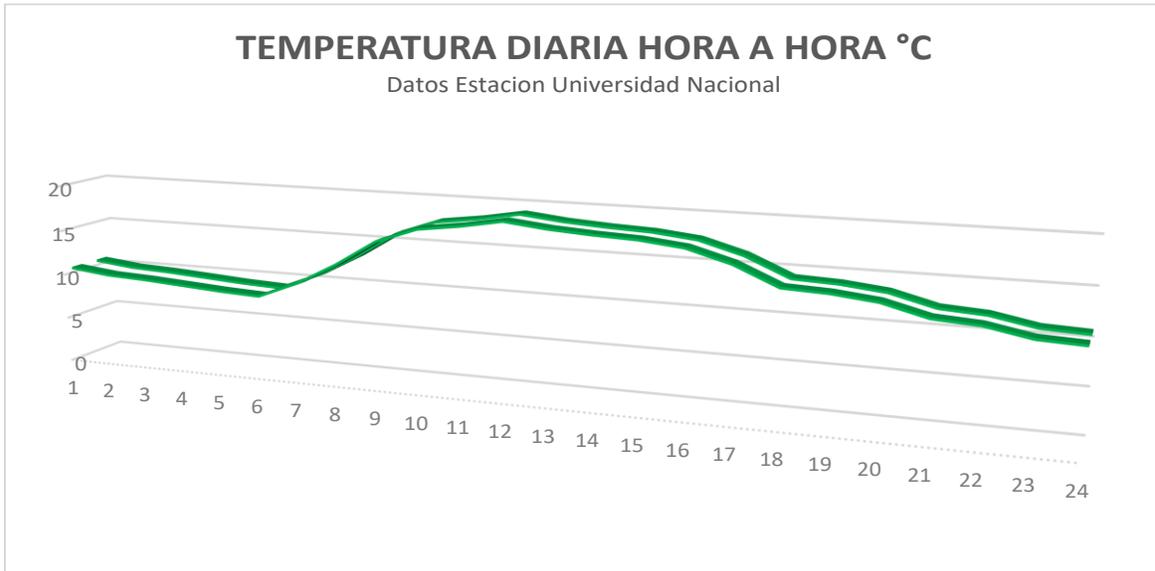


Imagen 30 Medición temperatura promedio sector Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

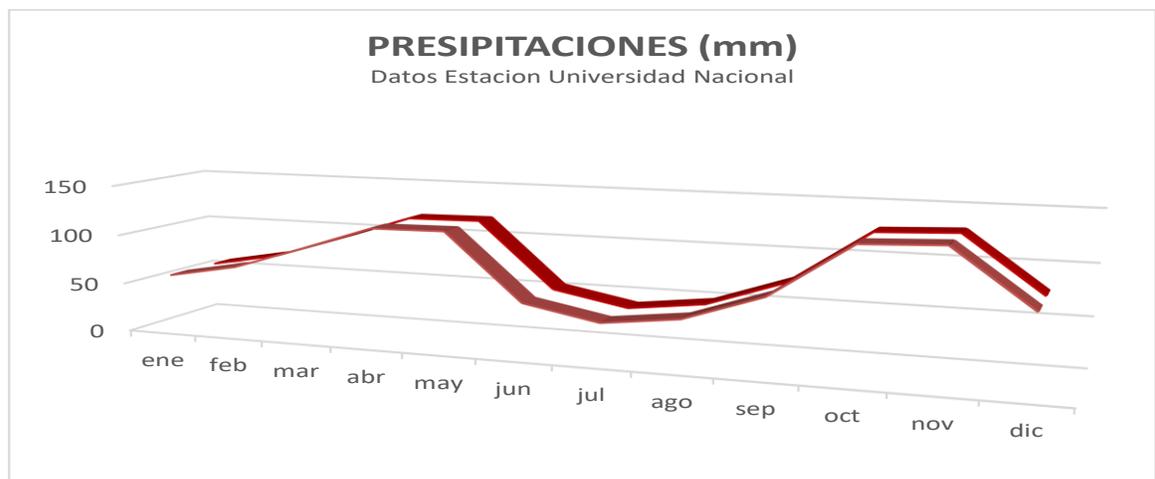


Imagen 31 Medición Precipitaciones promedio sector Por: Rosero Javier y Urquina

Rafael

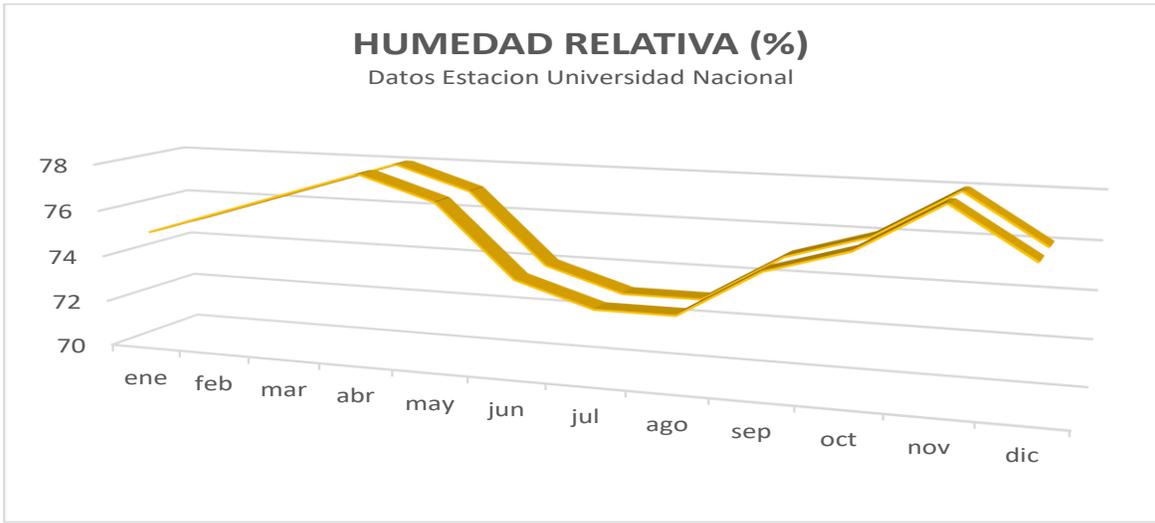


Imagen 32 Medición Humedad Relativa promedio Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

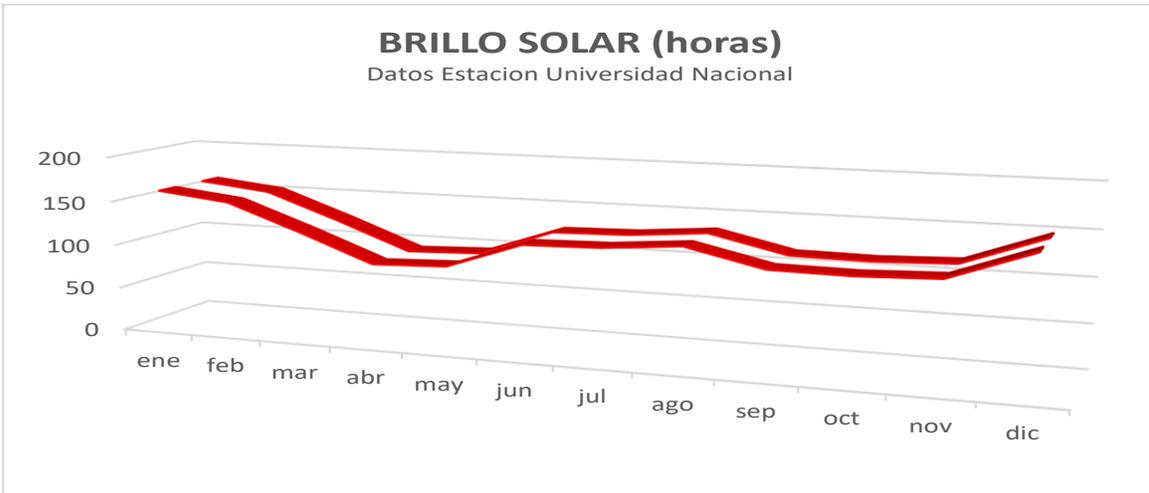


Imagen 33 Medición Brillo Solar promedio Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

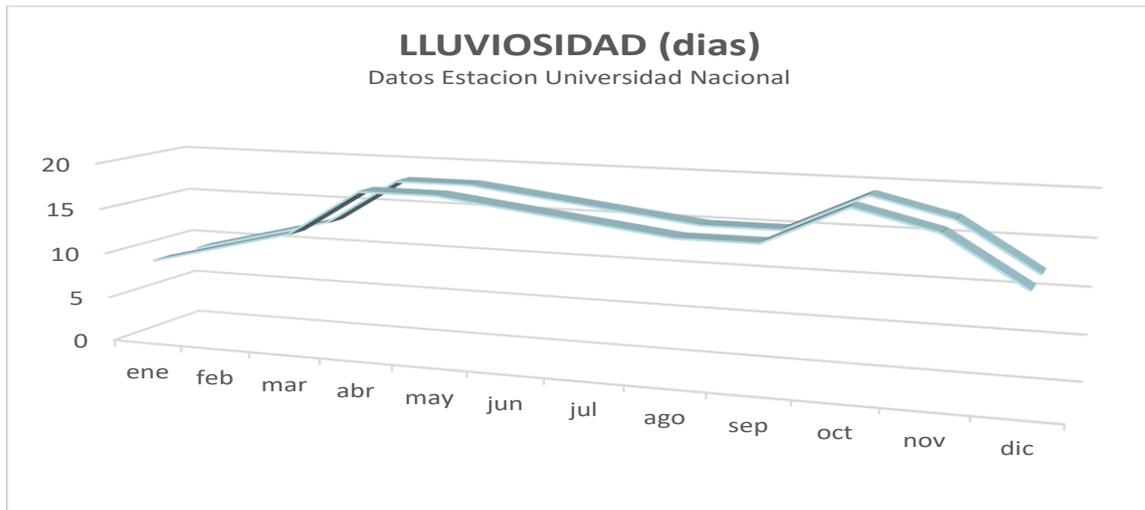


Imagen 34 Medición Pluviosidad promedio Por: Rosero Javier y Urquina Rafael

6. Actividades de mantenimiento

6.1.Sistema de soporte

- Rutina de mantenimiento preventiva
- Limpieza, Inspección y Ajuste
- Semestral
- Técnico operario
- Tiempo de ejecución 4 días
- TSA Trabajo Seguro en Alturas

6.2.Sistema de Soporte

- Rutina de mantenimiento preventiva y correctiva
- Inspección, Ajuste y Recambio

- Semestral
- Técnico operario jardinero
- Tiempo de ejecución 4 días
- TSA Trabajo Seguro en Alturas

6.3.Sistema de Riego

- Rutina de mantenimiento preventiva y correctiva
- Limpieza, Inspección y Ajuste
- Bimensual y Semestral
- Técnico eléctrico y mecánico
- Tiempo de ejecución 1 y 3 días
- TSA Trabajo Seguro en Alturas

6.4.Sistema de Vegetal

- Rutina de mantenimiento preventiva y correctiva
- Limpieza, Inspección y Ajuste
- Mensual
- Técnico operario en jardinería
- Tiempo de ejecución 5 días
- TSA Trabajo Seguro en Alturas

7. Actividades de mantenimiento detalladas

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO JARDINES VERTICALES SEDE P UNIVERSIDAD ECCI								
SISTEMA	CRITICIDAD	ELEMENTO	ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCION	TIPO DE TECNICO	TIPO DE PERMISO	CICLO	DESCRIPCION TAREA
SISTEMA DE SOPORTE	C	MENSULAS ESTRUCTURALES	Inspección Visual	6 horas	Operativo	TSA	Semestral	. Verificar el estado físico de los elementos de anclaje y articulación de las ménsulas, si cuenta con indicios de oxido o corrosión.
			Limpieza y Pintura	16 horas	Operativo	TSA	Anual	. Realizar limpieza con cepillo de acero . De presentar oxido o corrosión se deberá aplicar dos manos de pintura a base de aceite en los elementos de anclaje y articulacion. pintura de Esmalte
		ESCALERILLA DE SOPORTE	Inspección Visual	6 horas	Operativo	TSA	Semestral	. Verificar el estado de las soldaduras en las uniones de los tubulares y las platinas transversales.
			Limpieza y Pintura	24 horas	Operativo	TSA	Anual	. Realizar limpieza con cepillo de acero . De presentar oxido o corrosión se deberá aplicar dos manos de pintura a base de aceite en los elementos de anclaje y articulacion. pintura de Esmalte
		ANILLOS DE SUJECION	Inspección Visual	6 horas	Operativo	TSA	Semestral	. Verificar el estado de los anillos y los pernos de sujeción a la ménsula.
			Ajuste y Torqueo	16 horas	Operativo	TSA	Anual	. Se debe ajustar y torquear los pernos de fijación a la escalerilla y a la ménsula estructural, hasta que estén completamente fijos.
SISTEMA DE DEPOSITO Y CONTENEDORES	C	CONTENEDORES	Inspección Visual	8 horas	Jardinero	TSA	Semestral	. Verificar el estado de las carcasas o contenedores que estén libres de fisuras o agrietamientos que no permitan mantener la humedad al interior del sustrato.
			Recambio	24 horas	Jardinero	TSA	Semestral	. Cambiar las carcasas o contenedores que estén rotos , fisurados y con agrietamientos, completamente, no se deben tratar de reparar.
		AMARRES	Ajuste	16 horas	Jardinero	TSA	Semestral	. Apretar y ajustar los amarres plásticos que se hallan cedido.
			Recambio	24 horas	Jardinero	TSA	Anual	. Hacer recambio de los amarres plásticos que se encuentren demasiado cedidos y que no aprieten o que presenten daños en el trinquete de ajuste plástico, garantizando el ajuste de los contenedores.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO JARDINES VERTICALES SEDE P UNIVERSIDAD ECCI								
SISTEMA	CRITICIDAD	ELEMENTO	ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCION	TIPO DE TECNICO	TIPO DE PERMISO	CICLO	DESCRIPCION TAREA
SISTEMA DE RIEGO	A	PANEL DE CONTROL DIGITAL	Inspección Visual	1 horas	Técnico mecánico y/o Electricista	NA	Trimestral	. Verificar el estado de los Sensores y/o transductores y medidores de caudal, detectores de nivel.
			Ajuste	2 horas	Técnico mecánico y/o Electricista	NA	Semestral	. Verificar el funcionamiento de los Actuadores: interruptores, electroválvulas, válvulas motorizadas, variadores de velocidad, arrancadores electrónicos, etc. . Verificar el funcionamiento de la Unidad de control (programadores, ordenadores, etc.)
		TABLERO ELÉCTRICO	Inspección Visual	1 horas	Técnico mecánico y/o Electricista	NA	Trimestral	Verificar el estado del tablero eléctrico y las instalaciones de conexión de las bombas.
			Ajuste (Termografía)	2 horas	Técnico mecánico y/o Electricista	NA	Semestral	. Verificar el funcionamiento del tablero de control eléctrico mediante termografía y realizar los ajustes que indique el ensayo.
		BOMBA DE AGUA	Inspección Visual	1 horas	Técnico mecánico y/o Electricista	NA	Trimestral	. Verificar es estado físico de la Carcasa, la Entrada y la Salida eléctrica.
			Limpieza	1 horas	Técnico mecánico y/o Electricista	NA	Trimestral	. Realizar limpieza del impulsor, Rotor o Rodetes y Carcasa.
			Ajuste	3 horas	Técnico mecánico y/o Electricista	NA	Semestral	. Verificar funcionamiento y realizar ajuste de Sellos, Retenedores y Anillos, Eje Impulsor, Rodamientos y Motor.
		MANGUERAS	Inspección Visual	8 horas	Operativo	TSA	Trimestral	. Verificar el estado y funcionamiento de toda la red de mangueras de riego y constatar que no presente fugas ni estrangulamientos en todo su recorrido.
			Recambio	16 horas	Operativo	TSA	Semestral	. Realizar cambio de tramos de manguera PVC de 1/2" y 3/8", que presenten fugas, fisuras o estrangulamientos en su cuerpo
		ASPERSORES	Inspección Visual	8 horas	Operativo	TSA	Trimestral	. Verificar el funcionamiento de los aspersores que no se encuentren tapados o rotos o que ya no estén.
			Recambio	16 horas	Operativo	TSA	Trimestral	. Realizar el cambio de los difusores que se encuentren en estado defectuoso (Tapados, averiados incompletos) por aspersores o difusores nuevos.
		TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Inspección Visual	1 horas	Operativo	TSA	Trimestral	. Verificar el estado del tanque de almacenamiento plástico de 10.000 litros, que no presente fugas ni filtraciones por rotura o agrietamiento.
			Limpieza	3 horas	Operativo	TSA	Semestral	. Realizar limpieza y desinfección al interior del tanque plástico de almacenamiento de aguas lluvias, para evitar el asentamiento de partículas al interior.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO JARDINES VERTICALES SEDE P UNIVERSIDAD ECCI

SISTEMA	CRITICIDAD	ELEMENTO	ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCION	TIPO DE TECNICO	TIPO DE PERMISO	CICLO	DESCRIPCION TAREA
SISTEMA VEGETAL	B	SUSTRATO ORGANICO	Limpieza	8 horas	Jardinero	TSA	Mensual	. Realizar el retiro de hojas y elementos extraños o ajenos al sustrato.
			Aireación o Remoción	16 horas	Jardinero	TSA	Bimestral	. Realizar aireación del sustrato mediante oíos u orificio en la tierra que suelten y ablanden el sustrato, para que pueda absorber mejor los nutrientes.
			Control Fitosanitario	8 horas	Jardinero	TSA	Cuatrimestral	. Realizar control y tratamiento de plagas mediante la aplicación de fungicidas
			Añadir Tierra Nueva	16 horas	Jardinero	TSA	Cuatrimestral	. Realizar llenado de sustrato a los contenedores que se encuentren bajos de nivel de tierra, con sustrato nuevo.
			Abono y Nutrición	8 horas	Jardinero	TSA	Cuatrimestral	. Realizar aplicación de abono orgánico y nutrientes minerales granulados o líquidos.
		MATERIAL VEGETAL	Poda Funcional	8 horas	Jardinero	TSA	Mensual	. Realizar poda funcional cortando elementos que obstruyan el crecimiento de las plantas y realizar el retiro de malezas.
			Poda de Estética	8 horas	Jardinero	TSA	Bimestral	. Realizar poda de vegetación estética, para preservar el diseño y forma original y retirar los elementos de las plantas que se encuentren enfermos o afectados.
			Control Fitosanitario	8 horas	Jardinero	TSA	Cuatrimestral	. Realizar control y tratamiento de plagas mediante la aplicación de herbicidas de ser necesarios.
			Resiembra	24 horas	Jardinero	TSA	Semestral	. Realizar cambio de plantas y material vegetal que presente problemas de crecimiento o enfermedades que afecten a las demás, se deberá sembrar en su lugar una planta de la misma especie.

CONVENCIONES

A	Alta
B	Medio
C	Bajo

8. Propuesta para la mejora y optimización de las actividades de mantenimiento

Las siguientes propuestas son actividades a tener en cuenta para mejorar y optimizar las actividades y rutinas de mantenimiento que se proponen en este documento para el logro de los objetivos específicos:

- Planteamiento del objetivo principal: Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los jardines verticales en las fachadas de la sede P Universidad ECCI Bogotá.
- Generar indicadores ajustados a los procesos de mantenimiento del sistema.
- Definir los procesos claves a contratar con terceros por sistema.
- Conocimiento de los sistemas a través de planes de capacitación, levantamiento de información en sitio y promover transferencia de conocimientos entre el equipo técnico de mantenimiento de los sistemas.
- Implementar una estrategia de mantenimiento preventivo sistemático.
- Hacer la orientación y enfoque del plan de mantenimiento partiendo de la información recolectada.
- Diligenciar bitácora de mantenimiento a cada sistema
- Listas de chequeo
- Mantener el sistema en correcto funcionamiento.
- Realizar Labores fitosanitarias de acuerdo con las recomendaciones
- Cumplir con el 90% de las rutinas de mantenimiento programadas.
- Cumplir el presupuesto anual de mantenimiento establecido para cada año.

9. GANT Anual de Mantenimiento Preventivo

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO JARDINES VERTICALES SEDE P UNIVERSIDAD ECCI																
SISTEMA	CRITICIDAD	ELEMENTO	ACTIVIDAD / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
SISTEMA DE SOPORTE	C	MENSULAS ESTRUCTURALES	Inspección Visual		◆						◆					
			Limpieza y Pintura									◆				
		ESCALERILLA DE SOPORTE	Inspección Visual		◆								◆			
			Limpieza y Pintura		◆											
		ANILLOS DE SUJECION	Inspección Visual		◆								◆			
			Ajuste y Torqueo										◆			
SISTEMA DE DEPOSITO Y CONTENEDORES	C	CONTENEDORES	Inspección Visual		◆						◆					
			Recambio		◆							◆				
		AMARRES	Ajuste		◆							◆				
			Recambio										◆			
SISTEMA DE RIEGO	A	PANEL DE CONTROL DIGITAL	Inspección Visual	◆			◆			◆				◆		
			Ajuste				◆						◆			
		TABLERO ELECTRICO	Inspección Visual	◆			◆			◆				◆		
			Ajuste (Termografía)				◆							◆		
		BOMBA DE AGUA	Inspección Visual	◆			◆			◆				◆		
			Limpieza	◆			◆			◆				◆		
			Ajuste				◆							◆		
		MANGUERAS	Inspección Visual	◆			◆			◆				◆		
			Recambio				◆							◆		
		ASPERSORES	Inspección Visual	◆			◆			◆				◆		
			Recambio	◆			◆			◆				◆		
		TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Inspección Visual	◆			◆			◆				◆		
Limpieza					◆							◆				
SISTEMA VEGETAL	B	SUSTRATO ORGANICO	Limpieza	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
			Aireación o Remoción		◆		◆		◆		◆		◆		◆	
			Control Fitosanitario			◆			◆			◆			◆	
			Añadir Tierra Nueva				◆			◆			◆			◆
			Abono y Nutrición				◆			◆			◆			◆
		MATERIAL VEGETAL	Poda Funcional	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
			Poda de Estética		◆		◆		◆		◆		◆		◆	
			Control Fitosanitario	◆				◆					◆			
			Resiembra				◆							◆		

FRECUENCIA CICLICA

MENSUAL ◆

BIMESTRAL ◆

TRIMESTRE ◆

CUATRIMESTRE ◆

SEMESTRAL ◆

ANUAL ◆

10. Presupuesto de mantenimiento anual

PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO JARDINES VERTICALES SEDE P UNIVERSIDAD ECCI																
SISTEMA	ELEMENTO	ACTIVIDAD / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	COSTO ANUAL ACTIVIDAD	
SISTEMA DE SOPORTE	MENSULAS ESTRUCTURALES	Inspección Visual													\$ -	
		Limpieza y Pintura								\$ 3.600.000						\$ 3.600.000
	ESCALERILLA DE SOPORTE	Inspección Visual									\$ -					\$ -
		Limpieza y Pintura		\$ 2.560.000												\$ 2.560.000
	ANILLOS DE SUJECION	Inspección Visual														\$ -
Ajuste y Torqueo										\$ 320.000					\$ 320.000	
SISTEMA DE DEPOSITO Y CONTENEDORES	CONTENEDORES	Inspección Visual								\$ -					\$ -	
		Recambio		\$ 537.600											\$ 537.600	
	AMARRES	Ajuste		\$ 460.800							\$ 460.800				\$ 921.600	
		Recambio									\$ 409.600				\$ 409.600	
SISTEMA DE RIEGO	PANEL DE CONTROL DIGITAL	Inspección Visual													\$ -	
		Ajuste				\$ 350.000						\$ 350.000			\$ 700.000	
	TABLERO ELECTRICO	Inspección Visual														\$ -
		Ajuste (Termografía)				\$ 380.000							\$ 380.000			\$ 760.000
	BOMBA DE AGUA	Inspección Visual														\$ -
		Limpieza	\$ 50.000			\$ 50.000				\$ 50.000			\$ 50.000			\$ 200.000
		Ajuste				\$ 240.000						\$ 320.000			\$ 560.000	
	MANGUERAS	Inspección Visual	\$ 270.000			\$ 270.000				\$ 270.000			\$ 270.000			\$ 1.080.000
		Recambio				\$ 477.000							\$ 477.000			\$ 954.000
	ASPERORES	Inspección Visual	\$ 512.000			\$ 512.000				\$ 512.000			\$ 512.000			\$ 2.048.000
		Recambio	\$ 768.003			\$ 768.003				\$ 768.003			\$ 768.003			\$ 3.072.012
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Inspección Visual	\$ 15.000			\$ 15.000				\$ 15.000			\$ 15.000			\$ 60.000
Limpieza y Desinfección					\$ 180.000							\$ 180.000			\$ 360.000	
SISTEMA VEGETAL	SUSTRATO ORGANICO	Limpieza	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 3.072.000	
		Aireación o Remoción		\$ 512.000		\$ 512.000		\$ 512.000		\$ 512.000		\$ 512.000		\$ 512.000	\$ 3.072.000	
		Control Fitosanitario			\$ 768.000		\$ 768.000		\$ 768.000		\$ 768.000		\$ 768.000		\$ 2.304.000	
		Añadir Sustrato Nueva				\$ 563.200		\$ 563.200		\$ 563.200		\$ 563.200		\$ 563.200	\$ 1.689.600	
		Abono y Nutrición				\$ 537.600		\$ 537.600		\$ 537.600		\$ 537.600		\$ 537.600	\$ 1.612.800	
	MATERIAL VEGETAL	Poda Funcional	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 256.000	\$ 3.072.000	
		Poda de Estética		\$ 640.000		\$ 640.000		\$ 640.000		\$ 640.000		\$ 640.000		\$ 640.000	\$ 3.840.000	
		Control Fitosanitario	\$ 768.000				\$ 768.000				\$ 768.000				\$ 2.304.000	
		Resiembra				\$ 2.457.600							\$ 2.457.600			\$ 4.915.200
																\$ -
VALOR PROMEDIO MENSUAL	\$ 3.668.701	VALOR SUB TOTAL POR MES/AÑO:	\$ 2.895.003	\$ 5.222.400	\$ 1.280.000	\$ 8.464.403	\$ 1.280.000	\$ 1.664.000	\$ 2.895.003	\$ 7.555.200	\$ 1.280.000	\$ 7.443.603	\$ 1.280.000	\$ 2.764.800	\$ 44.024.412	

11. Acciones de mejora

1. Elaborar informes periódicos que recojan los resultados en mantenimiento

Elaborar informes periódicos de mantenimiento, en los que se analicen la evolución de los principales parámetros, comunicar las principales actividades llevadas a cabo, los problemas encontrados, etc.

2. Elaborar procedimientos técnicos para las principales tareas de mantenimiento

Todos los equipos deben estar claramente identificados. Esto permite relacionarlos en un plano, crear órdenes de trabajo sobre ellos, asignarles documentación técnica, etc.

3. Formar y capacitar al personal para que aprenda nuevas habilidades

Diseñar un Plan de Formación en el que se estudien las necesidades del departamento para un periodo determinado. La formación ayudará a mejorar los resultados técnicos y económicos del mantenimiento si está bien dirigida. Formación en mantenimiento predictivo, formación en mantenimiento de Jardines y Paisajismo.

4. Plantear como objetivo que al menos el 70% del mantenimiento sea preventivo

Generar actividades y estrategias para disminuir los correctivos de mantenimiento, basado en rutinas preventivas que reemplacen las actividades de reparación de elementos por fallas no previstas.

5. Implantar técnicas de mantenimiento predictivo

Basado en el mantenimiento por condición, se deben analizar qué tipo de actividades de mantenimiento preventivo se pueden implementar de acuerdo con los equipos de la organización, por vibraciones para la bomba, termografía para el tablero de control eléctrico.

6. Estudiar todas las obligaciones de mantenimiento de la instalación

Estar siempre al tanto de qué actividades de mantenimiento se deben realizar o ejecutar por disposiciones legales o de normas gubernamentales, que sean de estricto cumplimiento para el funcionamiento del sistema y generar un calendario o sistema de avisos para su realización.

7. Implementar la instalación de sistemas de anclajes

En la terraza del edificio de la sede P, se debe instalar un sistema de anclajes certificados para la ejecución de las actividades de mantenimiento que requieren de permisos de trabajo seguro en Alturas.

8. Construir en la terraza del edificio un germinador

En un área de 6 M², se debe instalar un germinador de especies vegetales, que sirvan para las actividades de recambio de las plantas y reducir costos de mantenimiento por esta actividad.

9. Recursos

Económicos y Financieros: \$44.024.412 Anuales.

Talento humano: Jardinero con Entrenamiento en TSA
Técnico en Riego con entrenamiento en TSA
Técnico Metalmecánico con entrenamiento en TSA

Equipos: Protección personal para trabajo seguro en alturas (líneas de vida, arnés, cuerdas equipos de ascenso y descenso, Casco EPP)

Materiales: Sustratos, Fungicidas, Pesticidas, abonos y material vegetal

Método: Planeación
Implementación y ejecución
Verificación
Revisión

10. Conclusiones

- Después de realizar las rutinas de Mantenimiento preventivo durante el primer semestre del Plan de Mantenimiento preventivo de los sistemas y elementos, de acuerdo con la programación, se verificará mediante formatos de gestión, la ejecución y logro de objetivos y metas de cada rutina de mantenimiento preventivo, soportados en un sistema de mejoramiento continuo.
- Una vez obtenidos los resultados del seguimiento al primer semestre de mantenimiento preventivo y verificación de las rutinas de mantenimiento, se detectarán los productos no conformes y se procederá a determinar las acciones

correctivas y de mejora, para superar las fallas y errores cometidos durante las actividades y se continúa con los ciclos previstos del plan de mantenimiento preventivo.

- Se realizará una actualización anual al plan de mantenimiento preventivo de acuerdo con los datos que arroje las verificaciones de las rutinas programadas e implementadas, dependiendo de los resultados se modificará la periodicidad de cada una de las actividades y rutinas y se analizará la necesidad de incluir o cancelar alguna de las actividades programadas.

ANEXO No 2

Recopilación de la información

Entrevista y lista de Chequeo Técnico Tiberio Granados Auxiliar de Mantenimiento planta física Universidad ECCI Colombia:

TIBERIO GRANADOS AUXILIAR DE MANTENIMIENTO

LISTA DE CHEQUEO

1. Cuanto tiempo tiene instalado el sistema de Jardines Verticales?
5 AÑOS APROXIMADAMENTE

2.Cuál es el estado actual del sistema de jardines verticales?
MALO

3. El Sistema de jardines verticales cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo?
NO

4. Como es el programa de mantenimiento , en que consiste?
NO EXISTE

5. Como son las rutinas de los diferentes elementos del sistema?
NO EXISTE

6. Cuál es el tipo de sistema de riego?
POR ASPIRSORES PERO ESTA FUERA DE FUNCIONAMIENTO

7. Utiliza agua reciclada para alimentar el sistema?
SI AGUAS LIMPIAS CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO

8. Como es el sistema de recolección de agua?
A TRAVES DE UNA RED DE CANALES Y ABANITE QUE LLEGAN A UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 1000LTS.

9. Como es el sistema de Bombeo que alimenta el sistema de riego?
SISTEMA DE BOMBA INSTALADA CON TEMPORIZADOR

10. Que especies vegetales tiene sembradas hoy el sistema de jardines verticales?

ACACIA PRIMAVERA
REPOLLA COMUN
MALESA

11. Qué tipo de sustrato contienen las especies vegetales?
TIERRA NEGRA

12. Cuáles cuanto tiempo se realiza la renovación y cambio de especies vegetales?
NO SE ATIENDE Y NO SE TIENE PERIODICIDAD

13. Que método de fertilización y abono se utiliza en el componente vegetal?
NINGUNO

14. Como son los protocolos de seguridad para el trabajo seguro en alturas durante las rutinas de mantenimiento?
NO SE CUENTA CON ANCLAJES CERTIFICADOS NO EXISTE PROTOCOLOS

15. Existen elementos de anclaje y soporte certificados en el edificio que faciliten las rutinas de mantenimiento?
NO EXISTEN

16. Existe un coordinador de trabajo seguro en alturas por parte de la universidad que garantice el desarrollo de las rutinas de mantenimiento?
NO LO HAY

ANEXO No 3

Recopilación de la información

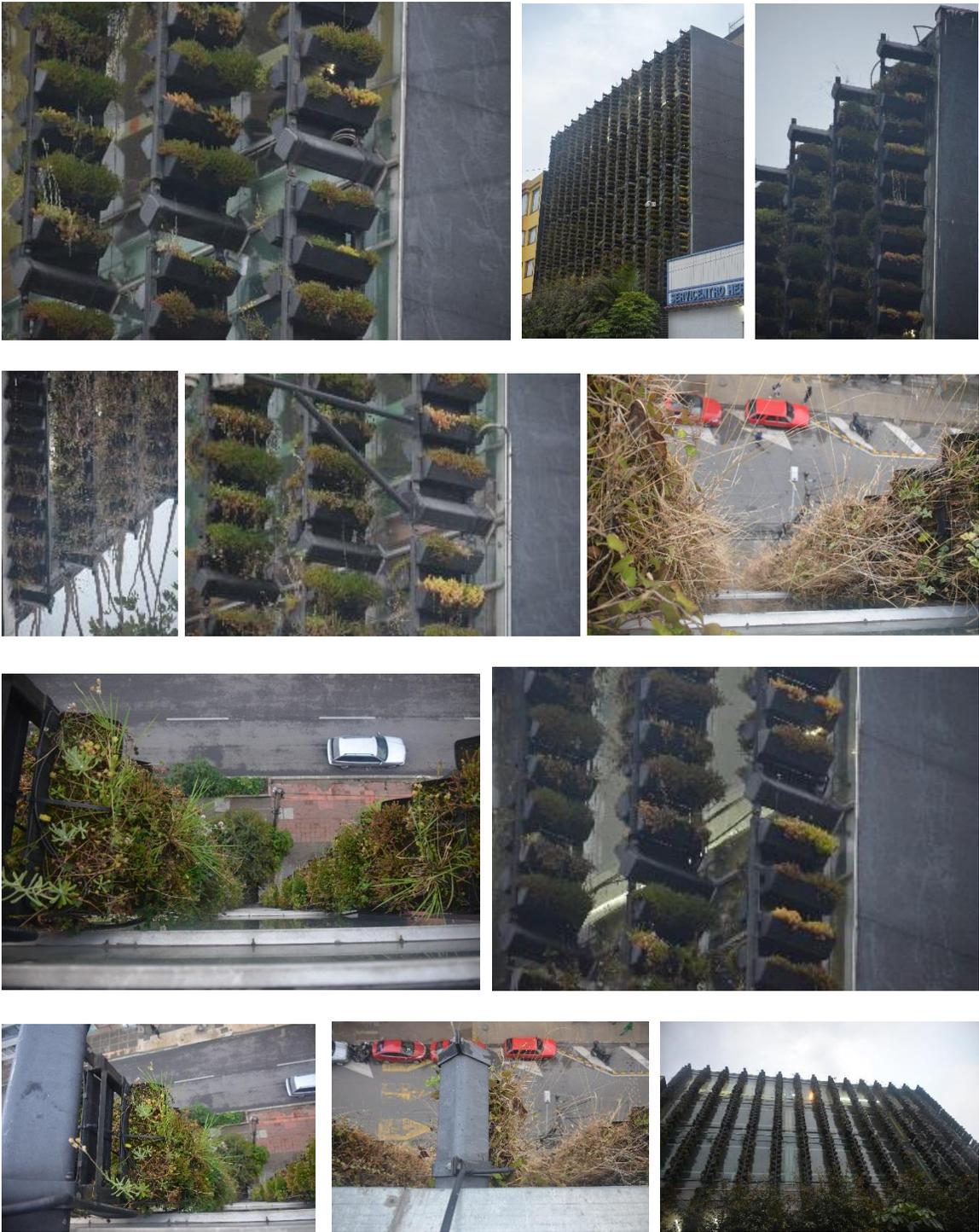
Registro fotográfico inspección física fachadas sur y occidental de la sede “P” y sótano

Universidad ECCI Bogotá - Colombia:

SISTEMA DE SOPORTE:



SISTEMA DE DEPÓSITO Y CONTENEDORES:



SISTEMA DE RIEGO:



SISTEMA DE ESPECIES VEGETALES Y SUSTRATOS:

