

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

**TEMA**

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE JARDINES VERTICALES,  
COMO UNA SOLUCIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO  
URBANO SOSTENIBLE APLICADO EN EL CAMPUS PRINCIPAL DE  
LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

**AUTORA**

Daysi Lorena Caiza López

**DIRECTORA DE PROYECTO**

Dra. Alina Ramírez Sánchez

**CO-DIRECTORA DE PROYECTO**

MSc. Sandra Soria Re

**PUYO - ECUADOR**

**2018**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, Daysi Lorena Caiza López, con número de cédula 160046303-6 manifiesto que los criterios emitidos en este proyecto de investigación “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE JARDINES VERTICALES, COMO UNA SOLUCIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE APLICADO EN EL CAMPUS PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA”, son exclusivamente de mi responsabilidad como autora de este trabajo.

Se cede sus derechos, a la Universidad Estatal Amazónica para que pueda hacer uso conveniente, siempre y cuando sea para fines de investigación o consulta.

---

Daysi Lorena Caiza López

1600463036

## **AVAL**

Quienes suscriben **Dra. Alina Ramírez Sánchez y MSc. Sandra Soria Re**, Docentes de la Universidad Estatal Amazónica avalizan el Proyecto de investigación:

**Título:** “Propuesta de implementación de jardines verticales, como una solución ambiental para el desarrollo urbano sostenible aplicado en el Campus Principal de la Universidad Estatal Amazónica”.

**Autora:** Daysi Lorena Caiza López

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Investigación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de investigación para que sea presentado ante la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Ambiental como forma de titulación como Ingeniero en Ambienta, y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 8 días del mes de junio de 2018.

Atentamente,

---

Dra. Alina Ramírez Sánchez  
1756943419

---

MSc. Sandra Soria Re  
1800988212

## INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:** “Propuesta de implementación de jardines verticales, como una solución ambiental para el desarrollo urbano sostenible aplicado en el Campus Principal de la Universidad Estatal Amazónica”.

**Autora:** Daysi Lorena Caiza López

**Unidad de Titulación:** Ciencias de la Vida

**Directora del proyecto:** Dra. Alina Ramírez Sánchez

**Co-Directora:** MSc. Sandra Soria Re

**Fecha:** 8 de junio de 2018.

### **Introducción y contexto de la investigación:**

Acorde al tema propuesto y a los objetivos planteados.

### **Cumplimiento de objetivos**

Se cumplió con los objetivos planteados en cuanto al diseño, presupuesto y selección de especies en el jardín vertical.

### **Principales resultados obtenidos**

Diseño, presupuesto, construcción de prototipo y análisis completo de la propuesta con enfoque ambiental.

La estudiante **Daysi Lorena Caiza López** ha mostrado durante el desarrollo de la investigación una elevada dedicación y un alto grado de independencia, sirviendo como guía de los principales elementos a desarrollar en la investigación.

Se destacó la actividad curricular por su rendimiento académico, mostrado durante la investigación interés, motivación en el mismo, lo cual condujo a culminar de forma exitosa el trabajo, cumpliendo con las 400 horas establecidas en el Reglamento de Régimen Académico de la UEA.

La presentación final del trabajo cumple con las normas establecidas en la reglamentación institucional.

La redacción, ortografía, calidad de los gráficos, tablas y anexos es adecuada.

Sin otro particular.

---

Dra. Alina Ramírez Sánchez  
1756943419

---

MSc. Sandra Soria Re  
1800988212



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



Oficio No. 032-IL-UEA-2018

Puyo, 11 de julio de 2018

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El proyecto de titulación, investigación y desarrollo correspondiente a CAIZA LÓPEZ DAYSI LORENA, con C.I. 1600463036 con el Tema: **“Propuesta de implementación de jardines verticales, como una solución ambiental para el desarrollo urbano sostenible aplicado en el Campus Principal de la Universidad Estatal Amazónica”** de la carrera de Ingeniería Ambiental, Co-Directora de proyecto MSc. Sandra Soria Re, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 1 %, Informe generado con fecha 10 de julio de 2018 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

**ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .**

*NOTA: Adjunto informe generado el 10 de julio de 2018 por parte del director del proyecto*

## **AUTORIZACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Los miembros del tribunal de sustentación. Aprueban el informe final de la Investigación sobre el tema: **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE JARDINES VERTICALES, COMO UNA SOLUCIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE APLICADO EN EL CAMPUS PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**, de autoría de la Srta. **Daysi Lorena Caiza López** egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Puyo, 11 de julio de 2018



MSc. Mercedes Asanza  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**



MSc. Jessy Guerrero  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ms. Sc. Paola Pozo  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primeramente a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para no desmayar en el camino y seguir adelante.

A todas aquellas personas que depositaron su confianza en mí y estuvieron presentes en la realización de esta investigación. En especial a mis tutoras de proyecto Sandra Soria Re y Alina Ramírez Sánchez, quienes con su conocimiento y consejos hicieron que se pueda desarrollar cada fase del trabajo con éxito.

Por último, quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, en especial a mi hijo y esposo, que con sus palabras de aliento fueron mi mayor motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión.

¡Muchas gracias por todo!

## **DEDICATORIA**

El proyecto de titulación es dedicado a mis valiosos padres y hermanos que nunca dejaron de creer en mí y me apoyaron en toda mi carrera universitaria; a mi esposo Marco Andrés y a mi hijo Danny André que fueron mi motor fundamental para realizar este proyecto, ellos son quienes me dieron fortaleza y el empuje para cumplir esta meta.



## RESUMEN

Esta investigación tiene como finalidad, proponer la implementación de la solución ambiental, jardines verticales, aplicada en el concepto desarrollo urbano sostenible, en la Universidad Estatal Amazónica (UEA), se basa en un prototipo replicable que servirá como un modelo de paisaje ecológico urbano en la ciudad de Puyo, debido a que el índice verde urbano de Ecuador es de 13 m<sup>2</sup>/ habitante y el cantón Pastaza tiene el 11 m<sup>2</sup>/ habitante, es decir, falta implementar más áreas verdes en la ciudad. Para diseñar el modelo se investigó los antecedentes, beneficios, tipos y sistemas constructivos de jardines verticales basados en estudios de casos a nivel mundial, regional y local. Para la selección del sistema se tomó en cuenta varios factores como el clima, la ubicación de la pared y la zona agroecológica de Puyo. Se eligió el sistema organopónico con fieltro no tejido, que consiste en utilizar un sustrato ligero y orgánico. La selección de especies vegetales fueron recomendadas por los estudiantes de la Universidad, además se revisó bibliografía y visito viveros. El tiempo de implementación del jardín vertical será de aproximadamente 15 días y su costo estimado es de USD 7 196,02 + IVA. Finalmente se socializo la propuesta en las casas abiertas realizadas por las fiestas de la Facultad de Ciencias de la Vida.

**Palabras Clave:** Jardín vertical, desarrollo sostenible, ecología urbana, organopónico, fieltro no tejido.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research is to propose the implementation of the environmental solution, vertical gardens, applied in the concept of sustainable urban development, in the State University of the Amazon (UEA), is based on a replicable prototype that will serve as a model of urban ecological landscape in the city of Puyo, because the urban green index of Ecuador is 13 m<sup>2</sup> / inhabitant and the Pastaza canton has 11 m<sup>2</sup> / inhabitant, that is to say, it is necessary to implement more green areas in the city. To design the model, the antecedents, benefits, types and constructive systems of vertical gardens were investigated based on case studies at a global, regional and local level. For the selection of the system, several factors were taken into account, such as the climate, the location of the wall and the agro-ecological zone of Puyo. The organoponic system was chosen with non-woven felt, which consists of using a light and organic substrate. The selection of plant species was recommended by the students of the University, as well as bibliography and visits to nurseries. The implementation time of the vertical garden will be approximately 15 days and its estimated cost is \$ 7.196,02 + Taxes. Finally, the proposal was socialized in the open houses held for the festivities of the Faculty of Life Sciences.

**Keywords:** Vertical garden, sustainable development, urban ecology, organoponic, nonwoven felt.

# ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Problema.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. Jardines verticales egipcios.....	4
2.1.2. Jardines colgantes de Babilonia.....	5
2.1.3. Jardines verticales en la antigua Grecia.....	5
2.1.4. Jardines verticales romanos.....	6
2.1.5. Jardines de la América Precolombina.....	7
2.1.6. Jardines verticales periodo Gótico.....	7
2.1.7. Fundador de los jardines verticales.....	8
2.2. Marco Teórico.....	8
2.2.1. Sostenibilidad urbana.....	8
2.2.2. Definición de jardín.....	9
2.2.3. Clasificación de los jardines.....	9
A. Jardín botánico.....	9
B. Jardín de pruebas o ensayos.....	10
C. Jardín hidropónico.....	10
D. Jardín vertical.....	10
2.2.4. Beneficios de los jardines verticales.....	10
A. Beneficios sociales.....	11
B. Beneficios ambientales.....	11
C. Beneficios económicos.....	13
2.2.5. Componentes de la estructura de un jardín vertical.....	14
2.2.6. Tipos de jardines verticales.....	16
A. Por el lugar de ubicación del jardín vertical.....	17
a) Jardines verticales de interior.....	17
b) Jardines verticales de exterior.....	18
B. Por el modo de empleo.....	20
a) Jardines verticales a dos caras.....	20
b) Jardines verticales pasivos.....	20
c) Jardines verticales activos.....	21
2.2.7. Sistema de jardines verticales.....	22
A. Según el medio de plantación.....	22
a) Jardines verticales con sustrato sintético.....	22
b) Jardines verticales organopónicos.....	23
B. En función a la transformación ecológica y arquitectónica -ambiental.....	23
a) Paredes verticales tradicionales.....	23
b) Paredes verticales doble piel.....	24
c) Sistemas de fieltro no tejido.....	30
2.3. Casos modelos.....	32
2.3.1. A nivel mundial.....	32
A. Centro comercial Siam Paragon en Bangkok.....	32

2.3.2.	En América Latina.....	33
A.	Jardín vertical en la universidad del claustro de Sor Juana de México .....	33
B.	Jardín vertical en Santalalaia de Colombia .....	34
2.3.3.	A nivel nacional.....	35
A.	Jardín vertical en Cumbayá-Ecuador.....	35
2.4.	Índice verde urbano de Ecuador.....	35
CAPÍTULO III	.....	37
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	.....	37
3.1.	Localización.....	37
3.2.	Tipo de investigación.....	38
3.3.	Métodos de investigación .....	38
CAPÍTULO IV	.....	40
RESULTADOS	.....	40
4.1.	Análisis de encuestas .....	40
4.2.	Análisis de entrevista a expertos.....	43
4.3.	Propuesta de implementación .....	45
4.3.1.	Elección del sistema y diseño .....	45
4.3.2.	Capas del jardín vertical.....	46
4.3.3.	Sustrato .....	50
4.3.4.	Sistema de riego automatizado .....	50
4.3.5.	Mantenimiento .....	51
4.3.6.	Tiempo de ejecución de la obra .....	53
4.3.7.	Presupuesto .....	56
4.4.	Análisis de la socialización.....	60
CAPÍTULO V	.....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	61
5.1.	Conclusiones.....	61
5.2.	Recomendaciones .....	62
CAPÍTULO VI	.....	63
BIBLIOGRAFÍA	.....	63
CAPÍTULO VII	.....	69
ANEXOS	.....	69
Anexo 1.	Mapa de ubicación de la Universidad Estatal Amazónica .....	69
Anexo 2.	Formato de la encuesta aplicada. ....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pintura de un jardín vertical en una tumba egipcia del año 1500 a.C.....	4
Figura 2. Jardines colgantes de Babilonia 600 a.C.....	5
Figura 3. Jardines verticales de la antigua Grecia .....	6
Figura 4. Jardines verticales en Roma siglo XX .....	6
Figura 5. Jardines verticales de América Precolombina, Machu Picchu-Perú.....	7
Figura 6. Palacio del Lugarteniente, Barcelona- España.....	7
Figura 7. Inventor de los jardines verticales. Patrick Blanc, New York, 2012 .....	8
Figura 8. Clasificación de los jardines.....	9
Figura 9. Componentes de la estructura de un jardín vertical .....	15
Figura 10. Tipo de jardines verticales, por el lugar de ubicación.....	17
Figura 11. Tipo de jardines verticales por el modo de empleo.....	20
Figura 12. Jardín a dos caras .....	20
Figura 13. jardín vertical en el interior de un hogar. ....	21
Figura 14. Esquema de un jardín vertical activo .....	21
Figura 15. Clasificación de sistemas de jardines verticales.....	22
Figura 16. Casa rural Dehesa de San Juan, Navarra, España .....	24
Figura 17. a) Diseño de cables en forma de rombos. b) Forma rectangular.....	25
Figura 18. Sistema de enrejado modular. Madrid, España, 2012.....	26
Figura 19. Elementos del sistema enrejados modulares .....	27
Figura 20. Sistema invernadero .....	28
Figura 21. Sistema pared deslizante. ....	29
Figura 22. Sistema fieltro no tejido .....	30
Figura 23. Plantación de plantas en fieltro. ....	30
Figura 24. Centro comercial Siam Paragon en Bangkok-Tailandia .....	32
Figura 25. Bosque vertical en Milán .....	33
Figura 26. Universidad del Claustro de Sor Juana. ....	34
Figura 27. Edificio Santalaia, Bogotá.....	34
Figura 28. Centro Comercial en Cumbayá .....	35
Figura 29. Índice verde urbano de la provincia de Pastaza. ....	36
Figura 30. Imagen satelital de la Universidad Estatal Amazónica.....	37
Figura 31. Capas para la instalación de un jardín vertical.....	46
Figura 32 Diseño del jardín vertical parte frontal del bloque F de la UEA.....	54
Figura 33. Sistema de riego jardín vertical Universidad Estatal Amazónica .....	55
Figura 34. Socialización en las casas abiertas DCV .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies de plantas sugeridas para jardines verticales interiores.....	18
Tabla 2. Especies de plantas sugeridas para jardines verticales de exterior.....	19
Tabla 3. Ventajas y desventajas de las paredes verticales tradicionales .....	24
Tabla 4. Ventajas y desventajas de las paredes verticales con cables trenzados.....	25
Tabla 5. Ventajas y desventajas de las paredes verticales con enrejados modulares .....	27
Tabla 6. Ventajas y desventajas de las paredes verticales con un sistema invernadero .....	28
Tabla 7. Ventajas y desventajas de las paredes verticales con un sistema pared deslizante.....	29
Tabla 8. Ventajas y desventajas que presenta el sistema de fieltro no tejido .....	31
Tabla 9. Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas (preguntas mixtas) .....	40
Tabla 10. Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas (preguntas cerradas) .....	42
Tabla 11. Especies vegetales seleccionadas jardín vertical de la Universidad Estatal Amazónica.....	48
Tabla 12. Macro y microelementos presentes en la solución nutritiva .....	51
Tabla 13. Mantenimiento del jardín vertical de la UEA .....	52
Tabla 14. Composición de Bacthon SC ® .....	52
Tabla 15. Composición de Micos Plag ®. ....	52
Tabla 16. Composición de Tricho D .....	53
Tabla 17. Cálculo de presupuesto. Rubro 1 .....	56
Tabla 18. Cálculo de presupuesto. Rubro 2.....	57
Tabla 19. Cálculo de presupuesto. Rubro 3.....	58
Tabla 20. Cálculo de presupuesto. Rubro 4.....	59
Tabla 21. Calculo presupuesto total. ....	59

# CAPÍTULO I

## 1.1. Introducción

La población cada día aumenta, lo que conlleva un crecimiento poblacional masivo en las ciudades, por esta razón, las áreas verdes desaparecen cada día, con la construcción de los pavimentos, edificaciones u otros; tornándose en los pobladores como algo cotidiano sin pensar que eso afectara en el presente y futuro al desarrollo personal y bienestar social. Las ciudades se ven afectadas por este problema, de manera que ya no se encuentra aire puro; la humedad y la temperatura se elevan, la contaminación es evidente. Sacrificamos el entorno natural para nuevas edificaciones de lujo, cómodas y espaciosas; sin darnos cuenta que la calidad de vida de las personas depende del ambiente natural en el que se desenvuelven (López, 2016), perdiendo el interés de conservar y mantener los espacios verdes necesarios para la vida.

La vegetación desempeña un papel importante en las ciudades y el microclima de los edificios. Estos pueden aprovechar los efectos climáticos beneficiosos de la vegetación, mediante su integración en el edificio, bien en paredes, cubiertas o espacios abiertos, ya sea en exteriores o interiores. Pese a que la introducción de vegetación en los edificios presenta muchas ventajas, esta práctica se enfrenta de la misma manera a diversos problemas para su aplicación (Poza, 2017).

Un ecosistema vertical se basa en la complejidad de todas las interacciones de la naturaleza en una pared: planta-planta, sustrato-planta, hongo-planta, etc. (Salazar, 2017). Este nuevo enfoque considera al jardín vertical como la relación que existe entre un conjunto de organismos vivos, hongos, bacterias, animales y el sustrato, lo que permite lograr un óptimo desarrollo (Castillo, 2015).

Un jardín vertical ofrece numerosos beneficios a nivel económico, ecológico y social. Las plantas en un jardín vertical filtran partículas del aire y convierten el CO<sup>2</sup> en oxígeno. 1 m<sup>2</sup> de fachada vegetal extrae 2,3 kg de CO<sup>2</sup> al año del aire y produce 1,7 kg de oxígeno. Las plantas absorben la luz solar, el 50 % se absorbe y reflejan el 30 %; esto ayuda a crear un clima más frío y agradable, a su vez significa un ahorro de energía. Una fachada vegetal actúa como una barrera de sonido en su edificio, absorbe un 41 % más de ruido que una fachada tradicional, una reducción de 8 dB, lo que significa que el ruido ambiental se reduce a la mitad (Martínez, 2017).

## **1.2. Justificación**

En octubre del 2012 por la falta de áreas verdes y aumento de la contaminación ambiental, en un centro comercial de Quito-Ecuador se implementó fachadas vegetales tanto en exteriores como interiores, considerándolo uno de los jardines verticales más grande del continente americano en aquel tiempo, mientras que en Guayaquil, Cuenca y Ambato también siguieron este ejemplo y lo aplicaron en los edificios y parques de las ciudades (Morales, 2015). Estos ejemplos deben ser imitados no solo en las ciudades grandes del país sino en todas las ciudades que tengan crecimiento poblacional como se demuestra en la ciudad de Puyo en la última década.

La propuesta de creación de un prototipo de jardín vertical que se implementaría en el campus de la UEA, es motivar a la población para que puedan replicar jardines similares en las casas, edificio, áreas comerciales y áreas afectadas, y así recuperen la fisonomía paisajística con el verdor paisajístico característico de un ambiente natural. Fomentando la conciencia ambiental entre el hombre y la naturaleza, direccionándolos hacia una cultura protectora ambiental. Además, se fomentará el uso de vegetación en paredes con el fin de incrementar el índice verde urbano de la provincia.

## **1.3. Problema**

Debido al crecimiento urbano en Puyo, constantemente se observan que decremantan los espacios verdes, generando ambientes inadecuados para la salud de la población y paisajísticamente la pérdida de la fisonomía natural, consecuentemente a un incremento de la temperatura, modificación de la humedad, emisión de partículas y gases tóxicos al aire. De allí se ha tornado importante el estudio para la implementación de jardines verticales elaborando un prototipo demostrativo que sería expuesto en el campus principal de la Universidad Estatal Amazónica puede contribuir a resolver uno de estos problemas ambientales, promoviendo modelos desde el punto de vista paisajísticos y ambiental los cuales podrán ser aplicados en las demás áreas de la Universidad y de la ciudad, especialmente en zona afectadas por la pérdida de áreas verdes.



## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Proponer la implementación de jardines verticales, como una solución ambiental para el concepto de desarrollo urbano sostenible, elaborado en uno de los edificios del campus principal de la Universidad Estatal Amazónica (UEA).

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Diseñar el tipo y modelo de jardín vertical, adecuado a las condiciones ambientales y de infraestructura del edificio a implementarse.
- Identificar las potenciales especies de plantas que se adapten a las condiciones propias del tipo de jardín vertical propuesto.
- Socializar el mensaje pro-ambiente de la propuesta en la población estudiantil, como una estrategia para garantizar el éxito en la implementación.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. Antecedentes

Hay una constante interacción entre el hombre y el medio ambiente ya sea este natural o artificial. Con el crecimiento poblacional las personas han ido cambiando el medio y contaminándolo acorde a sus necesidades sin pensar en las futuras generaciones, por eso surgió el interés por equilibrar esos impactos surgiendo una nueva palabra sostenibilidad; desde entonces el hombre, países, organismos, empresas y entidades son más responsables con el medio (González, 2017). Los jardines surgieron como alternativas para crear espacios verdes (Cabrera y Salazar, 2016). La historia de los jardines se describe a continuación.

##### 2.1.1. Jardines verticales egipcios

El origen de los jardines verticales o muros vivos, se remota a la antigüedad. Las primeras evidencias fueron halladas en pinturas que se encontraban junto a las tumbas del año 1500 a.C. La instalación de las primeras paredes verticales se deduce que fueron ordenadas por los faraones, ellos pedían construir gigantescos pasajes adornados con gran variedad de vegetación, como césped, plantas ornamentales, frutales: las cuales era de regiones limítrofes. Estas enormes fachadas verdes aparecieron en los palacios antes del Imperio Medio. En aquel tiempo las plantas estaban de moda, pero eran difíciles de conseguirlas por lo que algunos expertos realizaban expediciones (Mier, 2017). En la Figura 1 se muestra una pintura de jardines verticales de esta época.



**Figura 1.** Pintura de un jardín vertical en una tumba egipcia del año 1500 a.C  
Fuente: Mier (2017)

### 2.1.2. Jardines colgantes de Babilonia

El rey Nabucodonosor II, en los años 605 a. C., fue conquistador de muchas naciones incluida la nación judía y era la máxima autoridad de Babilonia. Babilonia en la actualidad es una ciudad de Irak, conocida como Babil. El rey quería en ese entonces un regalo para su esposa Amytis, para demostrarle cuanto le amaba. Nabucodonosor II envió a realizar en el Palacio Babilónico los conocidos jardines colgantes que hoy en día son uno de las siete Maravillas de Mundo Antiguo (Ardila y Cano, 2018). Este fue uno de los primeros experimentos exitosos de cultivar plantas en nuevas áreas construidas por el hombre y constituyó una novedad que mostraba el más extraordinario jardín en terrazas de piedra colocadas en forma escalonada, en donde se plantaron arbustos y árboles. Los jardines tenían un sistema de riego noria, que transportaba el agua hasta el lugar más alto y por gravedad se regaba las terrazas (Guzmán, 2017). Cómo se observa en la Figura 2.



**Figura 2.** Jardines colgantes de Babilonia 600 a.C.  
Fuente: Guzmán, (2017)

### 2.1.3. Jardines verticales en la antigua Grecia

El griego no tenía diseños en sus jardines, ellos decían que el arte y la naturaleza tenían relación con la mitología. Homero en la Odisea menciona como eran los Campos Elíseos. Los jardines griegos eran hermosos y estaban divididos en forma de cruz con una fuente central. Con el pasar de los años, los jardines se convirtieron en lugares, donde los muros eran adornados de flores. Los jardines de Atenas servían además para el cultivo de verduras y para gozar de paseos entre los arbustos y las flores (Gómez, 2017). Este tipo de jardines eran preferidos por los filósofos como Platón y Aristóteles (ver Figura 3), allí enseñaban y

contaban historias a sus pupilos bajo la sombra. Platón solía decir: “un paisaje ordenado ayuda a aprender” ( Hincapié y Franco, 2015).



**Figura 3.** Jardines verticales de la antigua Grecia  
Fuente: González (2017)

#### **2.1.4. Jardines verticales romanos**

Los romanos continuaron la tradición de jardines de la cultura griega, para lo cual añadieron nuevas técnicas y mejoraron los diseños. Para la clase económica baja, había jardines públicos y para los de clase alta existían jardines en el interior de sus viviendas. los muros de templos, palacios y patios eran cubiertos con enredaderas, flores y plantas frutales (Poza, 2017), como se representa en la Figura 4. Desde entonces surgió una corriente de influencia de jardines verticales en el siglo XX, por lo que otras ciudades copiaron estas técnicas paisajísticas, la vegetación tuvo papel significativo con la llamada arquitectura orgánica (García, 2018).



**Figura 4.** Jardines verticales en Roma siglo XX  
Fuente: Gómez (2013)

### 2.1.5. Jardines de la América Precolombina

Antes de la conquista tenían diferentes tipos de organización social, económica y política. Muchos tenían sociedades complejas, mientras otros todavía vivían de la cacería. Aztecas, mayas e incas tenían jardines verticales y otras construcciones con especies vegetales en forma de terrazas, similares a la antigua India. Estas terrazas servían para sembrarlos, sus jardines verticales eran rudimentarias y sin forma. Lo que más sembraban en los espacios verde era maíz y la demás vegetación era hiedra o pasto silvestre (Mier, 2017). En la Figura 5 se muestran los jardines verticales de América Precolombina.



**Figura 5.** Jardines verticales de América Precolombina, Machu Picchu-Perú.  
Fuente: Guzmán (2017)

### 2.1.6. Jardines verticales periodo Gótico

El periodo gótico en lo que respecta a jardines, se caracterizó por usar la vegetación en los muros de las iglesias y palacios de aquella época. Flores y guirnaldas eran colocadas con fines estéticos y el propósito de aligerar la mampostería de su arquitectura. Este periodo del arte occidental se dio finales del siglo XII hasta inicios del siglo XV (Mier, 2017). En la Figura 6, se muestra un ejemplo de jardines verticales en el periodo gótico en España.



**Figura 6.** Palacio del Lugarteniente, Barcelona- España  
Fuente: Gómez (2013)

### **2.1.7. Fundador de los jardines verticales**

A partir del periodo gótico aparece el fundador de la palabra jardín vertical. El botánico francés Patrick Blanc quien nació en 1953 (ver Figura 7). Trabajó para el Centro Nacional de Investigación Científica donde se especializó en plantas del sotobosque tropical. Y así en 1982 diseñó el primer jardín vertical en París, con el objetivo de disminuir el paisaje gris en las grandes ciudades, dándole un rostro de color verde agradable para la vista. El colocó en las paredes musgos, helechos y arbustos. Destacando que lo más importante antes de montar un jardín es la adecuada selección de especies vegetales, las cuales deben de adaptarse sin problemas a la radiación solar y al clima (Mier, 2017).



**Figura 7.** Inventor de los jardines verticales. Patrick Blanc, New York, 2012  
Fuente: Kaminature (2017)

En la actualidad él tiene 65 años y ha realizado numerosos jardines verticales en centros comerciales, museos, hoteles, restaurantes, edificios públicos y particulares; en varios países del mundo (Salazar, 2016).

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Sostenibilidad urbana**

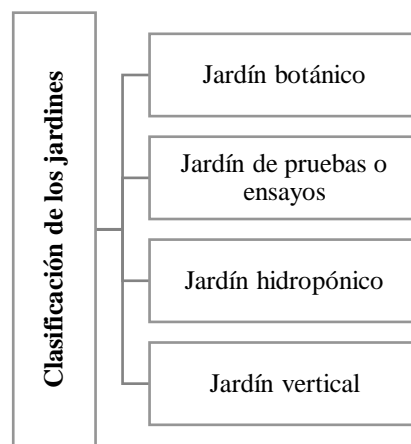
Según Quispe (2016) el desarrollo urbano sostenible en una determinada población, satisface las necesidades de salud, alimentación, educación, vivienda, trabajo, cultura, entre otras más. Es instaurar un hábitat que sea amigable con el entorno, en donde se respete los derechos humanos y ambientales; es decir un espacio que se racional y equilibrado tanto en la parte social, ecología y económica. La construcción sostenible se basa en el adecuado uso, gestión y reutilización de los recursos naturales y de la energía disponible, en la obra y el posterior uso. La importancia de apostar por una construcción sostenible está garantizada por recientes investigaciones (Paucar, 2017).

### 2.2.2. Definición de jardín

Se define jardín a un espacio de terreno o espacio verde en donde se siembran plantas de tipo ornamental. Es un área verde en el cual se encuentran especies vegetales que son decorativos para parques, jardines, esculturas y/o edificios públicos y privados, las especies plantadas van acorde al ambiente y medio en que se encuentren, la función de los jardines es proteger el medio ambiente urbano, minimizar la contaminación acústica y mostrar un campo visual estético (Fuentes, 2017).

### 2.2.3. Clasificación de los jardines

Fuentes (2017) clasifica a los jardines en cuatro grupos: jardín botánico, jardín de pruebas o ensayos, jardín hidropónico y jardín vertical. En la Figura 8 se describe dicha clasificación.



**Figura 8.** Clasificación de los jardines  
Elaboración propia (2018)

#### A. Jardín botánico

Es un lugar público o privado, el cual está dedicado a la investigación, conservación y difusión de alguna especie vegetal (Torres, Mena, y Álvarez, 2016). El propósito de los jardines botánicos es enseñar la importancia de la vegetación acercando al visitante al conocimiento de botánica sistemática, mediante la exhibición de especies exóticas, en peligro de extinción y otras con los nombres científicos (De la Torre, 2014). En Ecuador existe el jardín botánico de Quito, que está situado en el parque de la Carolina, junto al Museo de Ciencias Naturales. Tiene una superficie de 1,86 ha, a su alrededor hay plantas nativas, enredaderas y jardines climatizados. Este consta de: un orquideario, dos lagunas pequeñas rodeado de plantas acuáticas y sectores destinados a diferentes categorías de plantas ( Camacho, 2017).

## **B. Jardín de pruebas o ensayos**

Son jardines en los cuales se desarrolla ensayos, con el fin de realizar evaluaciones de un cierto tipo de especie vegetal, la mayoría de jardines de ensayos son con fines comerciales e investigativos, por lo que hay nuevas variedades de plantas en el mercado (Fuentes, 2017).

## **C. Jardín hidropónico**

El jardín hidropónico es un tipo de jardín que no utiliza tierra, sino que el agua como sustrato para el desarrollo de las plantas y además se adicionan los elementos nutricionales que requieren las especies vegetales. Este método de cultivo tiene la ventaja de proteger las plantas de plagas y enfermedades; pero para poder llevarlo a cabo se requiere algún esfuerzo y cierto aprendizaje (Menéndez, 2017).

## **D. Jardín vertical**

Las fachadas vegetales verticales son una técnica innovadora utilizada en edificaciones, la cual se interesa en ser amigable con el medio porque purifica el aire filtrando los gases de efecto invernadero, reduce la contaminación acústica de los alrededores y permite el ahorro de energía al minimizar la necesidad de aire acondicionado o calefacción y es capaz de regular la temperatura del medio (Navarro, 2013). Los jardines verticales o muro vivos, son paredes de edificios cubiertos por vegetación de forma vertical, con el fin de dar vida a las fachadas ya sea en el interior o exterior (Salazar, 2017). La palabra “jardines verticales” fue designado por primera vez por el botánico francés, Patrick Blanc cuando realizó en Paris, las primeras estructuras verticales en 1988, para la Ciudad de la Ciencias. La aplicación de muros vivos en las ciudades e instituciones, contribuye al desarrollo sostenible (Poza, 2017). Es una innovación que funciona como impresionantes obras de arte (García y Ariza, 2016).

### **2.2.4. Beneficios de los jardines verticales**

Los jardines verticales tienen una amplia gama de beneficios tanto como para las personas, como para el entorno que lo rodea. La implementación de los sistemas vegetales verticales trae consigo la conservación del medio ambiente y en la calidad de vida. Hoy en día, a nivel mundial se nota cambios de temperatura por lo que esta técnica aporta a regular la temperatura de los edificios, gracias a la evapotranspiración de las plantas; por otro lado, ayuda a la retención de agua lluvia y así hay muchos más beneficios (Díaz, 2017). A continuación, se detalla los principales beneficios: sociales, ambientales y económicos.



## **A. Beneficios sociales**

El empleo de jardines verticales en edificios brinda una oportunidad para convertir espacios urbanos desagradables y estresante en entornos relajantes, la inclusión de muros vivos en la parte urbana que produce una satisfacción de bienestar en las personas (Serrato, 2014). Entre los beneficios sociales están los siguientes.

**Mejora el bienestar de las personas.** Según estudios las plantas producen un efecto tranquilizante en las personas estresadas y reanima a las cansadas, por otro lado, aumenta el rendimiento laboral y mejora la recuperación en pacientes depresivos (López, 2016). La observación de vegetación ya sea desde la calle, oficina, hospital o aula; ayuda a mejorar la atención, reduce la frecuencia cardiaca y la presión arterial (Navarro, 2013).

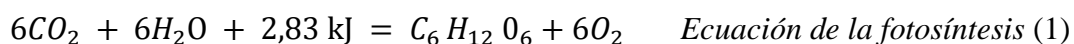
**Efectos estéticos.** Las paredes verdes aplicadas en edificios ayudan a realzar la belleza paisajística dando toques urbanos sostenibles, variando la monotonía de las paredes de hoteles, galerías de arte, museos, restaurantes, bancos, etc. Consecuentemente se impulsaría el turismo local (Poza, 2017).

**Vandalismo.** Según Navarro (2013) en su investigación menciona que con la aplicación de paredes verticales en lugares público y privados se puede conseguir una disminución de actos vandálicos como los grafitis en las fachadas de las edificaciones. Y en caso de que exista robos de plantas son fáciles de reponer.

## **B. Beneficios ambientales**

Los beneficios ambientales son muchos, Hasan (2013) menciona que la presencia de jardines ya sea en patios de casas o espacios públicos, pero sobre todo en paredes ajardinadas, mejorarían el ambiente contaminado de las ciudades y así se lograra un entorno urbano saludable, probablemente sería suficiente con ajardinar entre un 10% y 20% de las edificaciones de la ciudad. A continuación, se mencionan algunos de los beneficios ambientales producidos por los jardines verticales.

**Mejoramiento de la calidad del aire.** La planta de los jardines verticales, como todas las especies vegetales, a través de la fotosíntesis absorben dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) del aire y liberan oxígeno ( $\text{O}_2$ ); en donde seis moléculas de  $\text{CO}_2$  más otras seis de  $\text{H}_2\text{O}$ , mediante un consumo de energía de 2,83 kJ producen una molécula de glucosa y seis moléculas de oxígeno. Los muros vivos absorben unas 40 toneladas de  $\text{CO}_2$  cada 60  $\text{m}^2$  (López, 2016).



Donde:

$O_2$  = oxígeno molecular

$CO_2$  = dióxido de carbono

$H_2O$  = agua

kJ = kilojulio

$C_6H_{12}O_6$  = glucosa

Por otro lado, las plantas retienen el polvo, partículas y gases contaminantes presentes en el aire, por medio de la adhesión y luego son arrastradas por la lluvia, 1 m<sup>2</sup> de jardín vertical atrapa 0,13 kilogramos (kg) de polvo por año. Las especies vegetales también tiene la capacidad de absorber sustancias nocivas fijándolas en sus tejidos, como los gases atomizados en los aerosoles, formaldehídos que están en el humo del tabaco, la vegetación filtra hasta el 85% de las partículas dañinas del aire, es decir 1 m<sup>2</sup> de muro vivo absorbe alrededor de 0,25 kg de metales pesados al año (Valbuena y Tibasosa, 2016).

**Regulación de escorrentía de aguas pluviales.** Se han demostrado que las plantas retienen entre el 60% y el 90% de la lluvia que reciben (Valbuena y Tibosa, 2016). En lugares donde las precipitaciones son constantes y las superficies tales como: calzadas, aceras, suelos compactados, etc., no drenan el agua recibida, y el agua se acumula en esta, provocando que la superficie se contamine. Mediante el uso de los muros verdes con adecuado sustrato se lograría minimizar este impacto (Poza, 2017).

**Disminución de la temperatura o isla de calor.** Las zonas urbanas se transforman en islas de calor por cambios causados en función del desarrollo humano. La intensidad y almacenamiento de calor se debe a las propiedades térmicas de los materiales del suelo urbano. Las temperaturas en los días y las noches son elevadas, esto se genera porque no hay vegetación natural, y los materiales que se usan en las construcciones son impermeables al agua y no hay un equilibrio en la temperatura, además estas construcciones tienen bajo albedo y alta capacidad de transferencia de calor lo cual retienen la radiación que se genera durante el día (Rivadeneira, 2016).

En lugares cálidos, la presencia de jardines verticales puede llegar a refrescar la temperatura de 1 a 5°C en la edificación. Con esto se podría deducir que se ahorraría el uso de aire acondicionado alrededor de un 50%. Por el sombreado de las plantas se logra minimizar el

ingreso de rayos del sol de forma directa, así se logra una disminución de temperatura en el interior del edificio (Valbuena y Tibasosa, 2016).

**Regulación de la humedad.** Los muros verdes minimizan las variaciones de humedad, especialmente cuando el aire está seco pues se evapora una cantidad de agua y eleva así la humedad relativa del aire. Además, especies vegetales disminuyen la humedad del aire mediante la formación de rocío. La condensación del vapor de agua en la atmósfera, que luego pasan a formar nubes, donde la misma cantidad de energía calórica es liberada nuevamente (Navarro, 2013).

**Aportes a la biodiversidad.** Los sectores urbanos se caracterizan por tener poca biodiversidad en flora y fauna. La aplicación de jardines verticales en los edificios genera refugio a diversos insectos y aves aunque esto para el ecosistema urbano es favorable, para la sociedad puede ser plagas (Poza, 2017).

**Minimización del ruido.** El ruido es un contaminante acústico debido a que genera molestias y daño a la salud de las personas, haciendo que la persona no pueda realizar con tranquilidad sus actividades. Por otra parte, también causan efectos psicológicos que ocasionan trastornos en la personalidad, eso depende del comportamiento de cada ser humano, pues todos no reaccionan de la misma manera ante una situación de contaminación acústica. El estrés y las alteraciones en el aprendizaje suelen ser los efectos psicológicos más comunes (González, 2017). Los edificios a menudo están expuestos a ruidos provocados por vehículos o personas que transitan por él, provocando un malestar a los usuarios de la edificación. La muros vivos son utilizados como un aislante natural del ruido, el cual se reduce hasta 10 decibeles (dB) de la contaminación acústica, dependiendo del tipo de planta utilizada (Salazar, 2017).

### **C. Beneficios económicos**

Entre los beneficios económicos generados por la implementación de jardines verticales están los siguientes.

**Ahorro de costos de energía.** Los beneficios económicos para los dueños de los muros vegetales son el aumento en el valor de resistencia térmica alrededor de la edificación, lo que significa un ahorro en los costos de energía relacionados con la calefacción y aire

acondicionado, además minimizaría la emisión de gases de efecto invernadero (Navarro, 2013).

**Aumento valor de la propiedad.** Investigaciones americanas y británicas afirman que las paredes vegetales pueden aumentar el costo de un edificio entre el 6% y 15%, debido a que ofrecen una belleza escénica, esta vista urbana ecológica puede tener un empuje en el turismo y que más turistas disfruten de la ciudad (López, 2016). En algunos municipios y ciudades de España se reducen un 15% del impuesto predial a la edificación con muros vegetales. Además, hay una mayor demanda de compras y alquiler de inmuebles con vegetación en las paredes. Pero en lo que respecta a costes del ciclo de vida de los muros vegetales, estudios mencionan que todavía está por investigar (Poza, 2017).

### **2.2.5. Componentes de la estructura de un jardín vertical**

Existen una variedad de modelos y sistemas de jardines verticales, pero según Mier (2017) las características mínimas (ver Figura 9) que debe tener un jardín vertical, son: muro portante, malla de sujeción, geotextil y geomembrana, sustratos para la vegetación, sistema de riego, cubeta de escorrentía o almacenamiento de agua y vegetación.

**Muro portante.** Es la pared, fachada o muro donde se va a instalar el jardín vertical esta puede ser de bloque, ladrillo, hormigón, madera o acero.

**Malla de sujeción o soporte.** Es la estructura que soporta todo el sistema del jardín vertical, la cual debe ser fuerte, en la mayoría de los casos soportan el grosor de sustrato de aproximadamente 0,07 m para plantas cultivadas en régimen de hidroponía y los 0,12 m para plantas desarrolladas en tierra, aumentando estos grosores en un 50% si el jardín vertical va a ser a dos caras (Maocho, 2010). Las estructuras metálicas son el material más recomendado debido a que soportan cargas muy pesadas y mantiene estable al sistema vertical. Los costos son bajos debido a que se suelda la rejilla o se usa tornillos en cada unión. Si se dispone de recursos económicos otra opción son las vigas de soporte recubiertas con fibra de vidrio, estas utilizan acero inoxidable para la resistencia de corrosión (Paucar, 2017). En otros casos se utiliza malla formada por acero plastificado de 0,0015 m,

electrosoldada, con protección anti-UV con el fin de minimizar el peso al muro (Pereira, 2016).



**Figura 9.** Componentes de la estructura de un jardín vertical  
 Fuente: Fuentes (2017)

**Geomembrana y geotextil.** La geomembrana es un recubrimiento, membrana o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado aplicado para controlar la filtración de agua. La impermeabilidad de las geomembranas es bastante alta comparada con los geotextiles o sustratos, las geomembranas son consideradas impermeables porque la transferencia de agua y vapor están en un rango de  $1 \times 10^{-12}$  a  $1 \times 10^{-15}$  m/s (García y Ariza, 2016).

Para proteger la pared de la edificación, se deben colocar geomembrana en PVC de 0,75 mm de espesor, con la finalidad que la humedad no deteriore el muro o exista filtraciones de agua. La plancha de aluminio también es otro material que cumple con la misma función de la geomembrana, pero es más costosa (Pereira, 2016). Por otro lado la geomembrana también se utiliza para cubrir la malla de soporte y encima de esta se coloca la tela de geotextil, que es una capa de polipropileno capaz de evitar el paso de los granos más pequeños del sustrato, con una abertura de un máximo de 0,1 mm y una permeabilidad del agua de 90 mm/s (García, 2018).

**Sustratos para la vegetación.** El sustrato es el medio de enraizamiento de las especies vegetales. El sustrato elegido debe ser ligero y dependiendo de las especies a plantar y el

clima, variando las proporciones ya sea de turba, perlita, humus de lombriz o compost. El sustrato se debe colocar en el geotextil o en módulos (López, Pérez, Ruiz y Masaguer, 2017). En algunos jardines verticales usan turba que es un sustrato de fibras vegetales del musgo *Sphagnum maguellanicum* deshidratado, no descompuesto, ni fosilizado, humedad de 95%, porosidad en volumen del 90%, densidad aparente seca menor a 1 g/cm<sup>3</sup>, 4,8 de pH, minerales menores al 3% (García y Ariza, 2016).

**Sistema de riego.** El jardín vertical se riega de manera artificial, debido a que en la mayoría de ocasiones no les llega agua de lluvia a las plantaciones. El riego por goteo es el método más convencional, que consiste en llevar una conexión de agua a lo más alto del jardín vertical con el propósito de que las gotas caigan por gravedad desde lo alto de la fachada a través de mangueras de distribución ubicadas dentro del sustrato. También se debe adicionar al agua de riego nutrientes, para que la planta absorba, en el caso que el sustrato sea pobre, si se tiene carencias nutritivas en las plantas, estas se pueden debilitar y morir. Otro sistema de riego es el aeropónico, que consiste en la pulverización de agua y nutrientes (Pereira, 2016).

**Cubeta de escurrimiento.** La cubeta de escurrimiento está ubicada al final del sistema, se utiliza para recoger el agua sobrante del sistema de riego, agua que es recirculada a lo alto de la fachada mediante un sistema de bombeo (Poza, 2017).

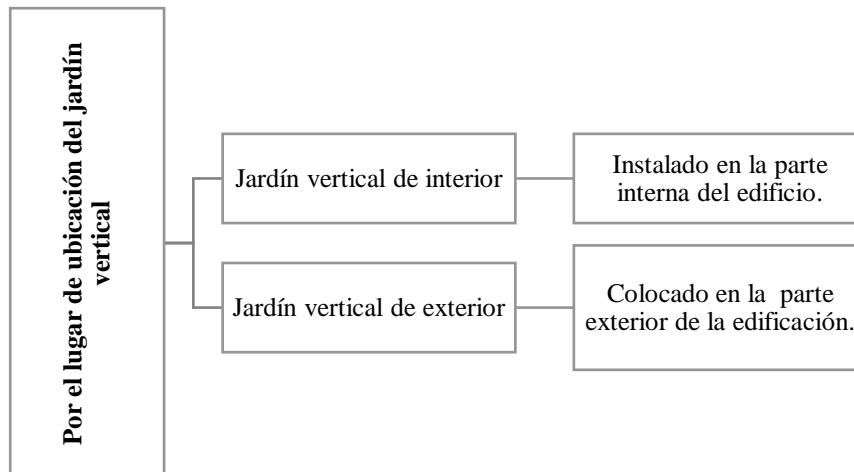
**Vegetación para jardines verticales.** Existe una gran cantidad de plantas que se pueden utilizar en un jardín vertical y la elección de las mismas se realiza atendiendo a los condicionantes ambientales existentes en relación temperatura, humedad y luz; así como, a criterios estéticos y estructurales. Normalmente se utilizan plantas de pequeño porte que se adaptan bien a las condiciones medioambientales (Ayuso, 2016).

#### **2.2.6. Tipos de jardines verticales**

Hay diversos tipos y modelos de jardines verticales, los cuales se construyen dependiendo de la ubicación geográfica, fachada, clima, si es de exterior o de interior en una edificación, entre otras (Menéndez, 2017). A continuación, se describen los tipos de jardines verticales dependiendo del lugar de ubicación y el modo de empleo.

## A. Por el lugar de ubicación del jardín vertical

Mier (2017) menciona en su investigación de un jardín vertical en la ciudad de Quito, que acorde a la ubicación del jardín vertical existen dos tipos: jardín vertical de interior y jardín vertical de exterior. En la Figura 10 se muestra esta clasificación.



**Figura 10.** Tipo de jardines verticales, por el lugar de ubicación  
Elaboración propia (2018)

### a) Jardines verticales de interior

En los dormitorios no es recomendable colocar demasiadas plantas, debido a que estas respiran durante la noche, es decir, absorben oxígeno y eliminan CO<sub>2</sub>, lo cual es perjudicial para la salud de las personas. Debido a estos inconvenientes se recomienda colocar especies pequeñas, de hojas delgadas las cuales no absorben mucho oxígeno. Por otro lado, está comprobado que tener plantas en nuestro hogar o trabajo es beneficio para nuestro cerebro, porque ayuda a mejorar la concentración y creatividad (Mier, 2017). Una gran cantidad de plantas de interior que se colocan tanto en edificios como viviendas, son de bosques húmedos y tropicales, debido a que estas crecen bajo la sombra de los árboles, estas especies se adaptan con facilidad a los lugares donde no ingresa luz natural. De acuerdo al espacio arquitectónico de interior Rivadeneira (2016), reporta 46 especies para la ciudad de Riobamba, de las cuales se ha escogido las más comunes o promisorias para nuestra localidad como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Especies de plantas sugeridas para jardines verticales interiores

Especies vegetales		Descripción de la planta	Lugar de instalación
Nombre común	Nombre científico		
Hiedra	<i>Hedera hélix</i>	Planta trepadora, las hojas son perennes, lucen un intenso color verde, las flores son pequeñas de color verde organizadas en umbelas globulares y el fruto es una baya.	Pasillos con escasa luz y baja temperatura
Pilistra	<i>Aspidistra</i>	Planta herbácea, de hojas de color verde intenso, muy anchas, con nerviación longitudinal muy marcada que nacen directamente de las raíces.	
Aralia	<i>Aralia racemosa</i>	Es una planta herbácea perenne con tallo aromático y sabor balsámico. Las hojas son muy grandes peciolados que se dividen a su vez en tres. Las flores son de color verdoso.	Pasillos con temperatura cálida
Bejuco de agua	<i>Cissus verticillata</i>	Planta trepadora perenne de la familia vitaceae. De tallos muy flexibles, ramas articuladas; hojas, de hasta 15 cm de largo por 12,5 cm de ancho, sencillas, oblongas a aovadas o acorazonadas	
Bromelia	<i>Tillandsia dyeriana</i>	Es una especie de planta epífita dentro del género <i>Tillandsia</i> , perteneciente a la familia de las bromeliáceas. Originaria de Ecuador. Crecen normalmente sobre otras.	Plantas para salones con luz y temperatura cálida
Maranta	<i>Maranta arundinacea</i>	Es una especie herbácea perenne. Tiene tallos aéreos delgados, ramificados, que pueden alcanzar 1 m de altura. Flores discretas, en pares, dispuestas en racimos en el extremo de los tallos.	
Peperomia	<i>Peperomia dolabriformis</i>	Tienen tallos gruesos, rectos, con hojas carnosas. Las flores típicamente son de tipo espádice cónicas amarillas a pardas	
Menta	<i>Mentha</i>	Planta herbácea, perenne y aromática que alcanzan una altura máxima de 120 cm. Las hojas son de disposición opuesta, simples y de forma oblonga, a menudo, tienen el margen dentado.	Plantas más apropiadas para una cocina
Sombrillita	<i>Scirpus cernuus</i>	planta herbácea, de la familia de las ciperáceas. De pequeño tamaño que no supera los 30 cm de altura a lo máximo. Las hojas están agrupadas y son finas, largas, cilíndricas, de color verde claro profundo, que se desarrollan a partir de una cepa.	

Elaboración propia (2018)

Fuente: Rivadeneira (2016)

### b) Jardines verticales de exterior

Las plantas para jardines verticales de exterior, deben ser especies que sean aptas para recibir los rayos del sol de forma directa y la sombra. Las hojas de las plantas por lo general son muy verdes y las flores son de colores llamativos. Estudios realizados demuestran que las plantas proporcionan equilibrio en la humedad y la temperatura ambiental; además purifican y mejoran la calidad del aire, con esto se reduce el estrés. Los muros vivos contribuyen a organizar zonas verdes en sitios donde el espacio es limitado (Mier, 2017).



Según Fuentes (2017) en un estudio realizado en la provincia del Guayas en la costa de Ecuador sobre un jardín vertical como panel bioclimático, recomienda 19 especies vegetales a plantar en jardines verticales de exterior de las cuales se ha seleccionado 8 como se indica en la Tabla 2; además se ha visitado varios viveros dentro de la provincia de los cuales también se seleccionaron 6 especies de plantas, como se detalla en la tabla 2.

**Tabla 2.** Especies de plantas sugeridas para jardines verticales de exterior.

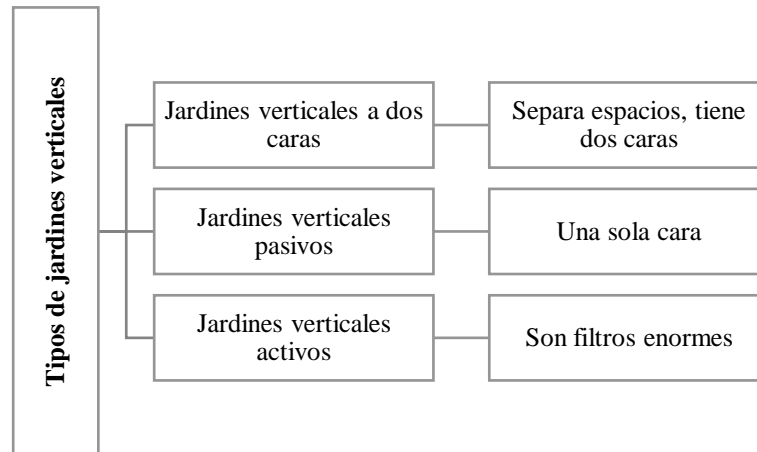
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Descripción</b>
Enamorada del muro <sup>1</sup>	<i>Ficus repens</i>	Es una planta trepadora y perenne. Se la cultiva en jardines o macetas de patios, balcones y muros. Es originaria de China y Japón.
Laso de amor o cintas <sup>1</sup>	<i>Chlorophytum comosu</i>	Es una planta cuya de fácil cultivo, de unos 20-30 cm. Planta perenne de la familia de las liliáceas. Sus hojas son encintadas, alargadas de color verde con una banda blanca central. Las flores son pequeñas de color blanco.
Helecho <sup>1</sup>	<i>Adiantum humiles</i>	Planta herbácea rastrera de 30-50 cm, con tallo café. Hojas con soros café en el envés. Crece con facilidad.
Anturio <sup>1</sup>	<i>Anthurium andreanum</i>	Son plantas herbáceas o leñosas, rastreras o trepadoras, de hojas muy decorativas. Las hojas son de consistencia y grosor notables, además tiene hojas modificadas llamadas espatas que crece alrededor de una inflorescencia en espiga, llamada espádice.
Bromelia <sup>1</sup>	<i>Bromelia guzmania</i>	Es endémica de Ecuador. Las hojas son tendidas de 30 a 40 cm; vaina oscura o pálida hacia la base. Inflorescencia erecta, de hojas más cortas.
Las lágrimas de bebé <sup>1</sup>	<i>Soleirolia soleirolii</i>	Planta pequeña y llamativa perenne de naturaleza, puede llegar a formar una mata de tamaño bastante extenso a lo ancho, aunque de reducida altura.
Rocío <sup>1</sup>	<i>Aptenia cordifolia</i>	Es una planta pequeña que se expande de forma horizontal, hojas en forma de corazón. Las flores son pequeñas pero vistosas por su color púrpuro.
Alfombrilla o almohadilla <sup>1</sup>	<i>Sedum lineare</i>	Es una planta herbácea y perenne que crece de forma compacta, para su crecimiento necesita de buena iluminación, se desarrolla en ambientes con alta humedad y climas cálidos.
Maguey morado <sup>2</sup>	<i>Tradescantia spathacea</i>	Son perennes y herbáceas con hojas cóncavas y erectas que surgen en roseta del corto tallo y son verdes en el haz y moradas en el envés.
Petunias colgantes <sup>2</sup>	<i>Petunia hybrida</i>	Estas plantas son originarias de la Amazonía, que se planta en todo tipo de jardín, es de gran colorido y tiene una facilidad de cultivo.
Coleos <sup>2</sup>	<i>Coleus blumei</i>	Son perennes. No superan los 50 cm de altura. Su hoja el verde, rojo y púrpura. Tienen forma de corazón y bor (continua) Se adapta con facilidad.
Verdolaga <sup>2</sup>	<i>Portulaca oleracea</i>	Puede alcanzar hasta 40 cm de altura, de fácil cultivo y se adapta a climas cálidos y fríos.
Miramelindo <sup>2</sup>	<i>Impatiens walleriana</i>	Es una planta herbácea introducida que puede alcanzar una altura de entre 15 y 60 cm, es muy llamativa por sus variados colores. Es comúnmente cultivada en los jardines y de fácil adaptación.
Bletilla <sup>2</sup>	<i>Bletilla striata</i>	<i>Bletilla</i> es un género de orquídeas terrestres. Es la única especie que se consigue con facilidad en la provincia o en Pastaza. De hojas estrechas, alargadas de color verde.

Elaboración propia (2018)

Fuente: Fuentes<sup>1</sup> (2017); Autora<sup>2</sup> (2018)

## B. Por el modo de empleo

Según el modo de empleo propuesto por Maocho (2010) en jardines verticales, existen tres tipos: jardines verticales a dos caras, activos y pasivos; como se indica en la Figura 11.



**Figura 11.** Tipo de jardines verticales por el modo de empleo  
Elaboración propia (2018)

### a) Jardines verticales a dos caras

Cabrera y Salazar (2016) define que estos jardines tienen dos caras y se emplean como cerca para separar espacios, terrenos o parcelas, en otras ocasiones son utilizados para proporcionar sombra y humedad, para crear un clima agradable en un lugar como en edificios, plazas, etc. (ver Figura 12).



**Figura 12.** Jardín a dos caras  
Fuente: Gómez (2013)

### b) Jardines verticales pasivos

Son más convencionales porque cubren de verde la pared vertical en una sola cara, son instalados tanto en el interior de un domicilio como en el exterior (ver Figura 13).

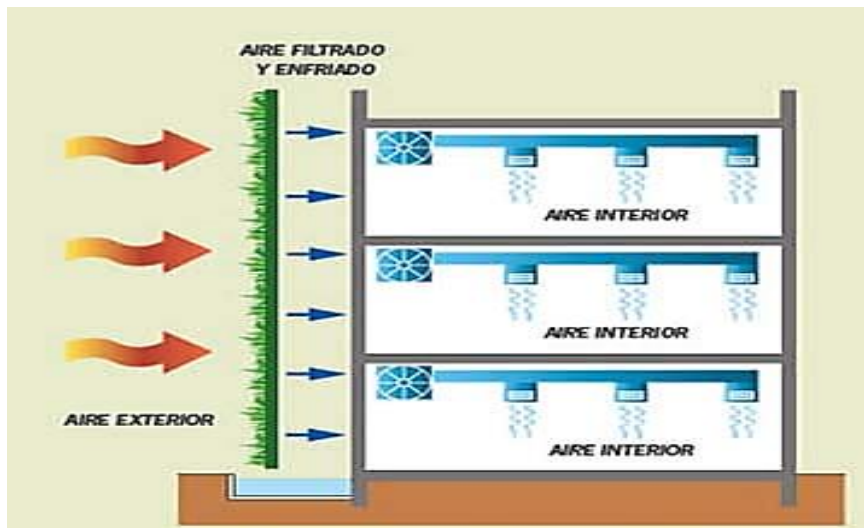
Los jardines verticales pasivos favorecen las condiciones ambientales y energéticas, debido a que incrementan el aislamiento térmico de la pared y por ende existe un ahorro de energía (Cabrera y Salazar, 2016).



**Figura 13.** jardín vertical en el interior de un hogar.  
Fuente: Gómez (2013)

### c) Jardines verticales activos

Los jardines activos se utilizan como filtros de contaminantes atmosféricos que purifican el aire, refrescan y humedecen el ambiente. Se pueden implementar en el interior y exterior de edificaciones, actuando como un sistema ecológico de ventilación y bioclimatización. Además mejora el entorno paisajístico (Vintimilla, 2013). En la Figura 14 se muestra el modelo de un jardín vertical activo.



**Figura 14.** Esquema de un jardín vertical activo  
Fuente: Navarro (2013)

### 2.2.7. Sistema de jardines verticales

Hoy en día en el mercado se puede hallar diferentes sistemas de muros verticales, pero uno de los problemas para el personal técnico al momento construir un muro vivo es la del sistema que va a aplicar y no tiene adecuada información bajo estas condiciones, la implementación de la obra puede fracasar (Pereira, 2016).

En este trabajo se ha clasificado los sistemas más importantes de la siguiente manera: según el medio de implantación el cual a su vez se subdivide en jardines con sustrato y los jardines hidropónicos; en función a la transformación ecológica de la pared y arquitectónica-ambiental, como se aprecia en la Figura 15.

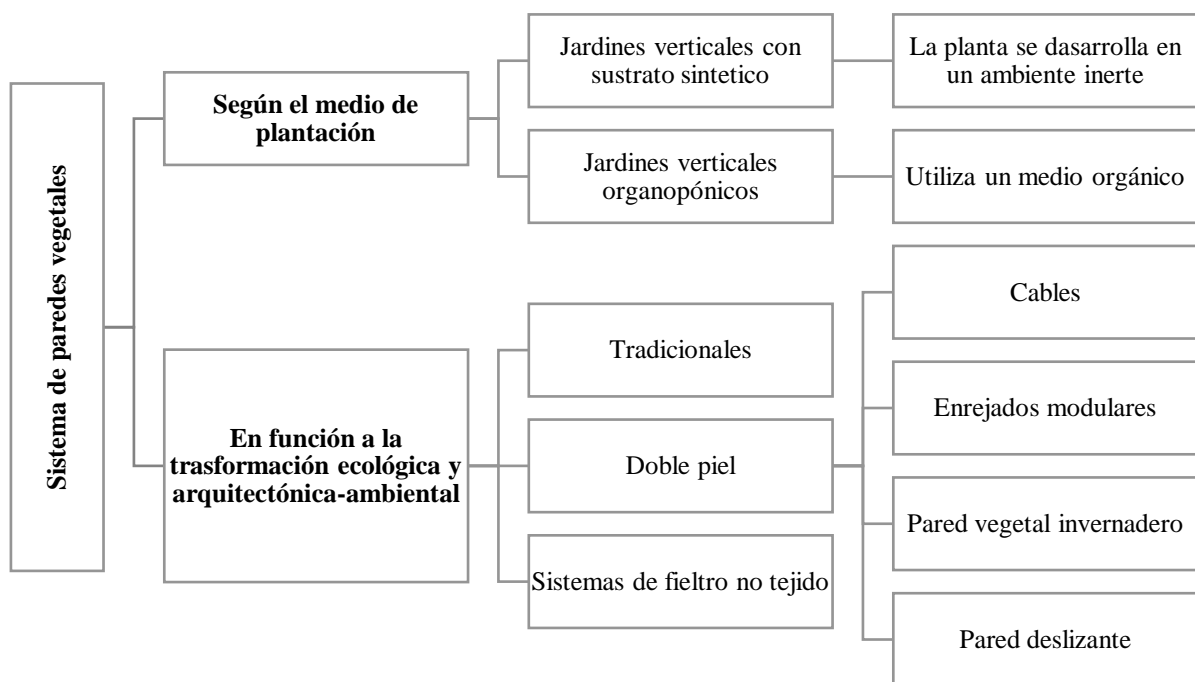


Figura 15. Clasificación de sistemas de jardines verticales. Elaboración propia (2018)

#### A. Según el medio de plantación

En el medio de plantación de acuerdo con Vintimilla (2013), sobre el uso de materiales para jardines verticales en espacios interiores, clasifica a los sistemas de construcción de jardines verticales en dos grupos de acuerdo al medio en que se implanta la especie vegetal: jardines verticales con sustrato sintético y jardines verticales organopónicos.

##### a) Jardines verticales con sustrato sintético

En el sistema con sustrato las raíces de la planta crecen en un medio inerte. Es decir, en materiales como: lana de roca que es un material fabricado de la roca volcánica; fieltro no

tejido ya sea este de poliéster, poliamida, polietileno; espumas técnicas de poliuretano, poliurea; entre otros materiales sintéticos. En este sistema además se instala en el sustrato una solución nutritiva que es transportada por mangueras (Vintimilla, 2013).

#### **b) Jardines verticales organopónicos**

En los sistemas organopónicos se utiliza un tipo de sustrato mayormente orgánico, ligero, en el cual la planta se desarrolla, por ejemplo: la arlita que es una especie de arcilla; la perlita que es de origen mineral; el musgo *Sphagnum* que brindan la capacidad de retención de agua, adsorción de nutrientes, aireación y drenaje: las espumas artificiales, entre otros. Los nutrientes deben ser introducidos por un sistema de riego (Vintimilla, 2013).

#### **B. En función a la transformación ecológica y arquitectónica -ambiental**

Según Navarro (2013), en la construcción de jardines verticales en la edificación para la Universidad Politécnica de Valencia, se clasifica a los sistemas de jardines verticales en función de cómo los sistemas proceden a la transformación ecológica de la fachada de un edificio o una construcción, los seleccionados para este trabajo son los jardines verticales tradicionales y los de doble piel.

Mientras que Mier (2017) en su investigación y diseño de un jardín vertical plantea los sistemas desde el punto de vista arquitectónico y ambiental. Para lo cual se ha tomado el sistema de fieltro no tejido. De lo propuesto por los dos autores se ha unificado y se realizó la clasificación.

#### **a) Paredes verticales tradicionales**

En los jardines verticales tradicionales, las especies vegetales se desarrollan desde el suelo hacia el muro del edificio (ver Figura 16). Las especies vegetales para su desarrollo se apoyan de una pared vertical, sin la necesidad de una estructura, además no reciben ningún tipo de humedad y nutrientes de la fachada. Los edificios cubiertos de *Hedera helix* son los más comunes, así como también los que se cubre con plantas trepadoras, debido a que estas tienen la capacidad de adherirse verticalmente (Poza, 2017).



**Figura 16.** Casa rural Dehesa de San Juan, Navarra, España  
Fuente: Gómez (2013)

En la Tabla 3 se describen ventajas y desventajas que presenta el implementar un muro vivo mediante el sistema tradicional.

**Tabla 3.** Ventajas y desventajas de las paredes verticales tradicionales

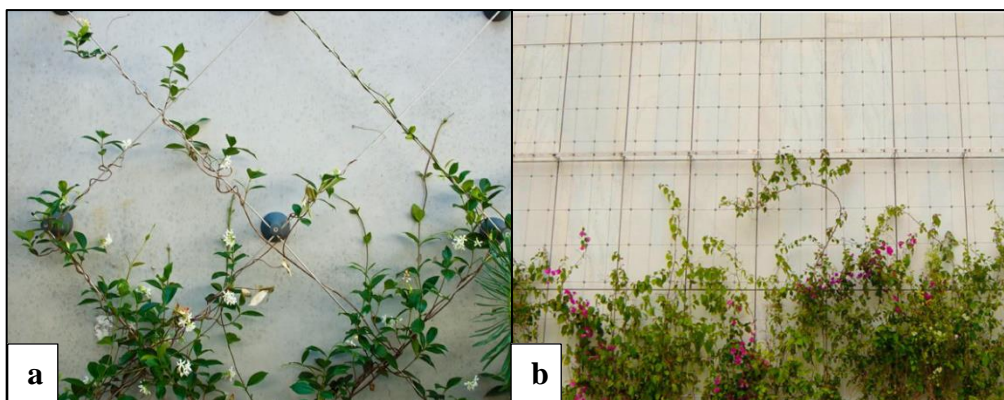
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Costos e instalación:</b> Es un sistema económico y su implementación es fácil.	<b>Daños:</b> Provoca humedad en la pared causando manchas y deterioro de las fachadas de los edificios.
<b>Sombreamiento:</b> Produce sombra al edificio y reduce el uso de aire acondicionado o calefacción.	<b>Protección de edificios:</b> Es escasa la protección contra los elementos atmosféricos en referencia a otros sistemas verticales.
<b>Mantenimiento:</b> El mantenimiento es mínimo y poco costoso, regularmente se debe podar las hojas que crecen cerca de las ventanas y puertas.	<b>Evolución de la cubierta de la fachada:</b> En este sistema no se puede diseñar o controlar, eso depende del comportamiento de la especie en el medio.

Elaboración propia (2018)  
Fuente: Portilla (2013)

### **b) Paredes verticales doble piel**

Está basado en los muros vegetales tradicionales, el propósito es crear una segunda piel o estructura entre la pared del edificio y el ambiente. Los materiales que generalmente usan son malla metálica, enrejado de acero galvanizado, alambres; que sirven de apoyo a las plantas para que se desarrollen, de igual forma que en el tradicional no se administra ningún tipo de humedad y nutrientes (Rivadeneira, 2016). Los sistemas de doble piel a la vez se clasifican en: cables trenzados, enrejados modulares, pared vegetal invernadero y pared vertical deslizante.

**Cables trenzados.** Es un sistema en donde las plantas trepadoras se apoyan de cables y varillas de acero inoxidable para desarrollarse. Existen varias formas de anclaje, de acuerdo al peso y tipo de vegetación, una de ellas son la de rombo y rectangular como muestra en la Figura 17 a y b respectivamente (Navarro, 2013).



**Figura 17.** a) Diseño de cables en forma de rombos. b) Forma rectangular

Fuente: Mier (2017)

Este sistema está combinado por pocos elementos de fácil y rápido de armado, de peso ligero. Los cables están separados uno del otro aproximadamente 0,25 m y cada barra horizontal está separada de la otra, hacia arriba y/o abajo en 0,35 m. Estas medidas ayudan a sostener el volumen de las plantas. Están diseñados para instalarse en todo tipo de pared y con facilidad (Mier, 2017). El material debe ser 100% de acero inoxidable, para evitar corrosión y tenga un tiempo largo de vida útil. (Navarro, 2013). En la Tabla 4 se muestra la ventajas y desventajas de este sistema.

**Tabla 4.** Ventajas y desventajas de las paredes verticales con cables trenzados

Ventajas	Desventajas
<b>Mantenimiento:</b> es relativamente barato, el riego debe ser por goteo vertical. El mantenimiento es bajo, debido a que está estructurado con acero inoxidable.	<b>Aislamiento térmico:</b> Al igual que las fachadas vegetales tradicionales el efecto aislante y el incremento de inercia térmica es muy pequeño.
<b>Instalación:</b> es fácil de instalar. Se adapta a las medidas de cada edificio. Peso bajo.	<b>Protección de edificios:</b> La protección contra los elementos atmosféricos no son tan necesarios.
<b>Costes de inversión:</b> El coste de transporte e instalación es bajo.	<b>Evolución de la cubierta de las plantas:</b> Las plantas necesitan de un par de años para desarrollarse y cubrir la pared por completo. Si la planta muere se necesita de tiempo para incorporar una nueva.
<b>Comportamiento ambiental:</b> aporta en la reducción de temperatura ambiente por el sombreado de las plantas, además captura contaminantes atmosféricos.	<b>Estético:</b> Limitación de diseños y especies.

Elaboración propia (2018)

Fuente: Portilla (2013)

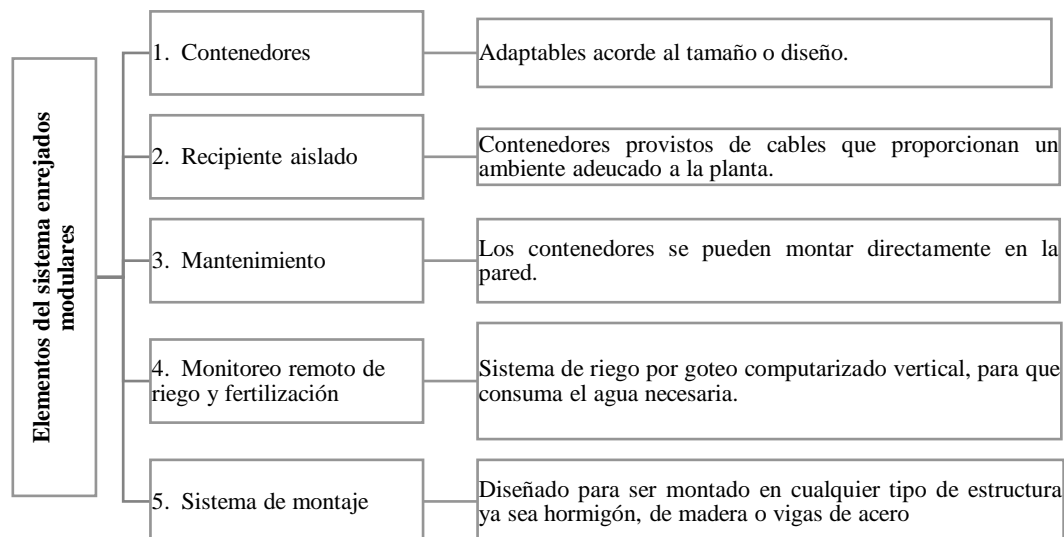
**Enrejados modulares.** Es un sistema que se basa en instalar un macetero flotante que tiene un ancla para poder sujetar con seguridad a las plantas en la pared del edificio. Es un buen método para poder cubrir totalmente el muro sin causar daños a la fachada. Los contenedores están formados por un sistema tridimensional a base de perfiles y barras de acero inoxidable acorde al diseño del mural (Montero, 2017). En la Figura 18 se puede observar un ejemplo de enrejado modular.



**Figura 18.** Sistema de enrejado modular. Madrid, España, 2012  
Fuente: Montero (2017)

En el sistema modular con respecto a la cubierta vegetal es diez veces más rápido que el sistema tradicional, debido a que las plantas enredaderas se desarrollan más lento. Los enrejados modulares se componen de cinco elementos como se muestra en la Figura 19; contenedores, recipiente aislado, mantenimiento, monitoreo y sistema de montaje. Antes de empezar la instalación las enredaderas deben tener un crecimiento óptimo. Luego de eso se debe ubicar los contenedores sobre los que irán el sistema construido de acero, después se instala el riego mediante goteo y los sensores para la motorización del sistema. Este sistema permite la instalación de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>, dependiendo de la altura y lugar (Mier, 2017).





**Figura 19.** Elementos del sistema enrejados modulares

Fuente: Navarro (2013)

Elaboración propia (2018)

En la Tabla 5 se describen las ventajas y desventajas de aplicar el sistema de enrejados modulares en las fachadas.

**Tabla 5.** Ventajas y desventajas de las paredes verticales con enrejados modulares

Ventajas	Desventajas
<b>Mantenimiento:</b> hay que realizar podas periódicas de las enredaderas, comparado con otros sistemas es barato.	<b>Aislamiento térmico:</b> Al igual que las tradicionales el efecto aislante es muy bajo.
<b>Instalación:</b> Las medidas de contenedores se pueden adaptar acorde al diseño y tamaño. Está diseñado para ser acoplado en estructuras de hormigón, madera o acero.	<b>Protección de edificios:</b> La protección contra los elementos atmosféricos no son tan necesarios.
<b>Costes de inversión:</b> Es bajo en lo que respecta a implementación y transporte.	<b>Evolución de la cubierta vegetal:</b> Las plantas necesitan de un par de años para desarrollarse y cubrir la pared por completo. Si la planta muere se necesita de tiempo para incorporar una nueva.
<b>Comportamiento ambiental:</b> reducción de temperatura ambiente, permite la entrada de luz diurna en invierno.	<b>Estético:</b> Limitación de diseños y especies.

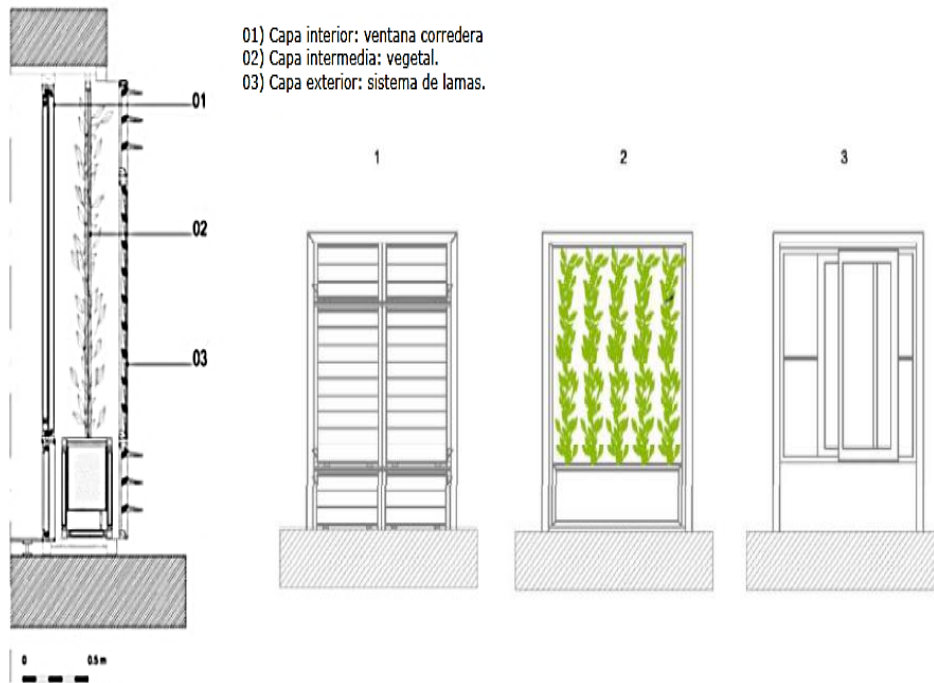
Elaboración propia (2018)

Fuente: Portilla (2013)

**Pared vegetal invernadero.** El muro vivo invernadero es un sistema que funciona como una corriente de aire higiénica y protección solar. Ofrece una respuesta térmica variable dependiendo las condiciones del clima exterior (ver Figura 20). Este sistema consiste en un cerramiento similar a un invernadero plano que incluye un subsistema con tres capas que interactúan entre el interior y el exterior del edificio: capa interior, capa vegetal y capa exterior (Montero, 2017). **La capa interior** es una ventana corredera metálica de dos hojas

con dimensiones de 1,42 m x 1,41 m y doble de vidrio de espesor 0,014 m con cámara de aire de espesor 0,012 m. **La capa intermedia** vegetal está compuesta por jardinera metálica de 1,50 m x 0,50 m con un sistema de riego computarizado por inmersión, el cableado de acero de forma helicoidal para soportar las especies vegetales es si es posible con tornillos metálicos en cada unión. **La capa exterior** está basada en un armazón sencillo de rejillas de policarbonato en masa de 0,005 m de vidrio, acercadas a una armadura de aluminio (Navarro, 2013).

**Figura 20.** Sistema invernadero



Fuente: Morales (2015)

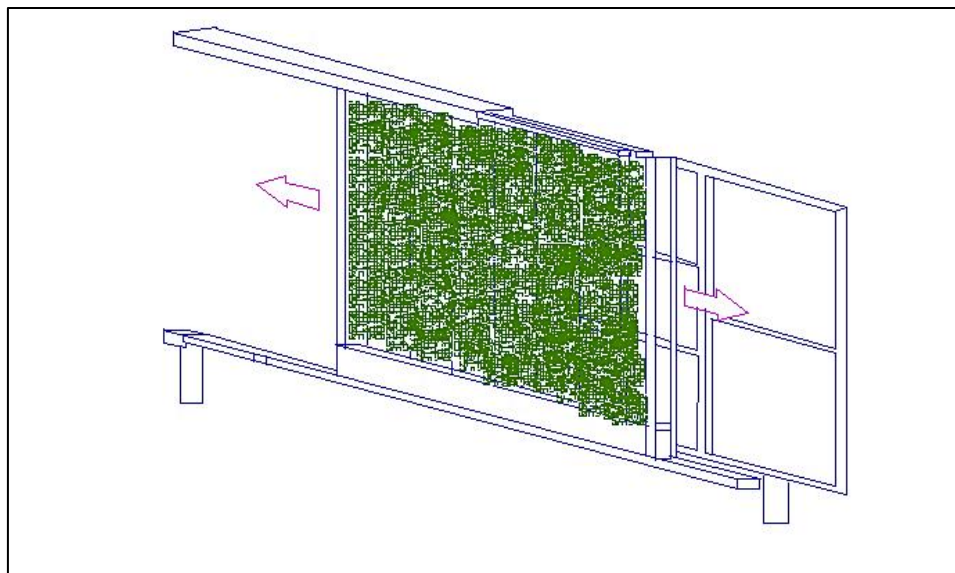
En la Tabla 6 se detallan las ventajas y desventajas de jardines verticales con un sistema invernadero.

**Tabla 6.** Ventajas y desventajas de las paredes verticales con un sistema invernadero

Ventajas	Desventajas
<b>Comportamiento ambiental:</b> proporciona ventilación. En verano, la vegetación hace sombra lo que permite ahorro en refrigeración. En invierno, pierde las hojas, lo que permite entrada de luz solar mejorando el ambiente al interior del edificio	<b>Fase estudio:</b> no se ha encontrado desventajas, debido a que se encuentra en fase de estudio.
<b>Estético:</b> Da al edificio una vista atractiva, embelleciendo el entorno.	
<b>Instalación:</b> está basado en sistemas modulares lo que permite una instalación fácil.	

Elaboración propia (2018)  
 Fuente: Portilla (2013)

**Pared deslizante.** Son sistemas móviles que actúan como proyector solar, aplicados en espacios vacíos de paredes, que se implementan con un panel de especies vegetales para evitar el paso de rayos solares haciendo que la temperatura disminuya en la fachada. El apoyo de las diferentes plantas lo hacen en una jardinera situada en la parte inferior del panel, la cual además sostiene al sustrato (Morales, 2015). El cuerpo de la contraventana tipo está formado por estructura de aluminio de 0,042 m de ancho. En la parte inferior de la jardinera se coloca aluminio anodizado de 1,5 m x 0,28 m x 0,065 m, formando un cajón (Figura 21). La canaleta o canalón-aljibe es también de aluminio anodizado, plegada con el objetivo de reducir el efecto de la evaporación del agua (López, 2016).



**Figura 21.** Sistema pared deslizante.  
Fuente: Montero (2017)

En la Tabla 7 se muestra las ventajas y desventajas del sistema de pared deslizante.

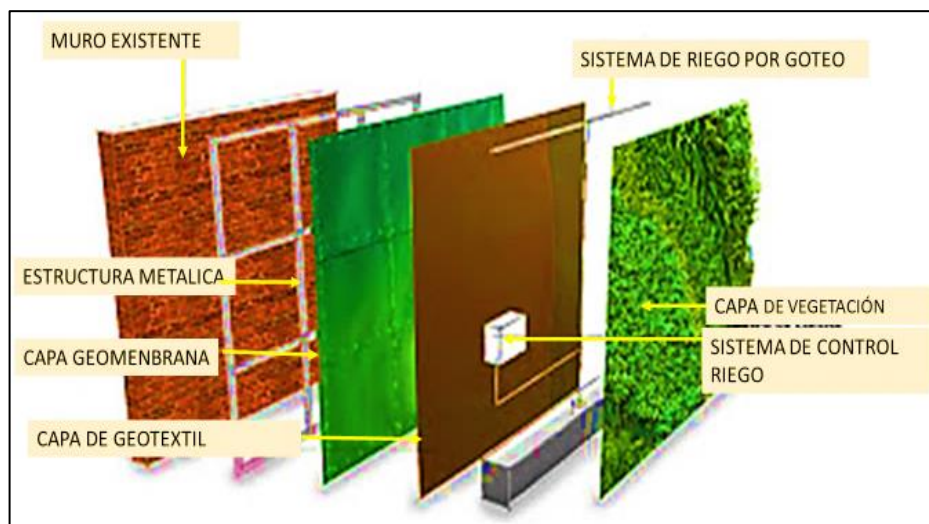
**Tabla 7.** Ventajas y desventajas de las paredes verticales con un sistema pared deslizante

Ventajas	Desventajas
<b>Implantación:</b> Se basa en un sistema modular, lo que permite altos niveles de estandarización, facilitando la obra y el montaje del sistema.	<b>Adaptabilidad:</b> solo es posible en aquellos edificios espacios vacíos.
<b>Comportamiento ambiental:</b> es una protección solar móvil para espacios vacíos de paredes. Las especies vegetales actúan como protección contra las ganancias excesivas de calor provocadas por el sol y, al mismo tiempo desciende la temperatura del aire cerca de la fachada.	<b>Mantenimiento:</b> alto grado de mantenimiento y control del crecimiento de las plantas por ambos lados. <b>Deslizante que facilite su mantenimiento:</b> renovación de plantas, podas, recogida de hojas secas y frutos, cambio de sustrato, etc

Elaboración propia (2018)  
Fuente: Portilla (2013)

### c) Sistemas de fieltro no tejido

Este sistema fue patentado por Patrick Blanc, el cual tiene estructura de metal de 0,03 m de grosor, una placa de 0,02 m de polietileno, una capa de fieltro no tejido de 0,03 m y finalmente una capa de fieltro de aproximadamente 0,07 m donde se colocan las plantas. El sistema de riego se ubica entre las capas de fieltro a intervalos de 2 m (ver Figura 22). Además, se debe añadir soluciones hidropónicas para nutrir a las plantas y por gravedad filtrara a las demás, en la parte inferior debe existir un recipiente para recircular el líquido sobrante; aunque en algunas ocasiones no hay recirculación (Mier, 2017).



**Figura 22.** Sistema fieltro no tejido  
Fuente: Mier (2017)

Es un sistema en donde hay grietas en forma de bolsillo en la segunda capa del fieltro no tejido, esta se llena con sustrato para luego implantar las especies vegetales (ver Figura 23).



**Figura 23.** Plantación de plantas en fieltro.  
Fuente: Mier (2017)

Estas grillas a veces están incluidas en el fieltro, en el caso de no haber se grapa o cose en forma de bolsillos (Vintimilla, 2013). En la Tabla 8 se muestran las ventajas y desventajas del sistema de fieltro no tejido.

**Tabla 8.** Ventajas y desventajas que presenta el sistema de fieltro no tejido

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Ligereza:</b> Su peso es de aproximadamente 30 kg/m <sup>2</sup> a comparación de otros sistemas con 150 kg/m <sup>2</sup> .	<b>Instalación:</b> se necesita de personal técnico capacitado.
<b>Reemplazo de vegetación:</b> Solo se cambia las especies muertas por las nuevas plantas.	<b>Sistema Eléctrico:</b> si falla el sistema eléctrico las plantas se deshidratan y mueren.
<b>Innovación:</b> Utiliza sustrato liviano y no tierra, se aplica nutrientes en el agua.	<b>El mantenimiento:</b> requiere de muchos cuidados en especial cuando se nutre a la especie, los niveles de pH y nutrientes deben ser controlados frecuentemente.
<b>Comportamiento ambiental:</b> Actúa como un aislante térmico y acústico, el riego permite que exista un desperdicio mínimo.	
<b>Estética:</b> Se pueden utilizar una gran variedad de especies vegetales.	

Fuente: Mier (2017)

### 2.2.8. Costos de instalación de un jardín vertical

Tobar y Terán (2017) arquitecta de la empresa Verdical ubicada en Quito, menciona que los jardines verticales en Ecuador son un producto caro, 1 m<sup>2</sup> cuesta entre 280 y 330 dólares; las personas al escuchar esos precios se desaniman, pero se espera que con el pasar de los años esta innovación sea un boom.

### 2.2.9. Mantenimiento de jardines verticales

El mantenimiento de un jardín vertical es parecido al de un jardín normal, esta es una actividad importante en la conservación y supervivencia de las plantas. La periodicidad mantenimiento va en función del tipo de planta y el diseño del jardín elegido, es decir, va a depender del tiempo de crecimiento de las plantas, ya que en algunos jardines se requiere que cada mes, mientras que en otros pueden pasar 6 meses y sólo requiere una poda ligera (Fuentes, 2015). Dentro de las labores de mantenimiento se realizan las siguientes labores: **poda de follaje** se la se recomienda realizar cada mes o 6 meses, en dependencia del crecimiento de la planta. Sino se poda el jardín pierde el aspecto estético y además aparecerán plagas. La **fertilización** puede ser directa introduciendo fertilizantes a los bolsillos de las plantas o puede ser mediante fertilizantes solubles aplicados en el sistema de riego. Para el **control de plagas** y enfermedades existen muchos métodos de control como biológico, químico; prefiriendo dejar el control químico como última alternativa al problema. La **reposición de plantas muertas** se tiene que reemplazar por una nueva planta

que irá acompañada con su respectivo cambio del sustrato. Finalmente, la adición de sustrato se deberá realizar una vez al año con el fin de renovar los nutrientes (Mantilla, 2015).

## **2.3. Casos modelos**

### **2.3.1. A nivel mundial**

En la actualidad se puede observar millones de jardines verticales en todo el mundo como con diferentes sistemas y materiales. Estos permiten vivir un poco más cerca de la naturaleza (García y Ariza, 2016). A continuación, se muestran algunos estudios realizados sobre jardines verticales.

#### **A. Centro comercial Siam Paragon en Bangkok**

El británico Patrick Blanc con el objetivo de demostrar que las especies vegetales se adaptaban a diferentes medios, en 1982 uso por primera vez el concepto de Jardines Verticales y realizó en 198 una obra en el centro comercial Siam Paragon en Bangkok en Tailandia, estos jardines se hicieron tendencia a nivel mundial y en total instaló 15000 en todo el mundo (Poza, 2017). En la Figura 24 se muestra los jardines verticales en el centro comercial de Bangkok.



**Figura 24.** Centro comercial Siam Paragon en Bangkok-Tailandia  
Fuente: Kaminature (2017)

## **B. Bosque vertical en Milán**

La ciudad de Milán en el 2014 inauguró dos rascacielos diseñados por Boeri Studio que son el bosque vertical. Sus fachadas son espectaculares pues allí habitan más de dos mil especies vegetales. Cuenta con más de 700 árboles, 5 000 arbustos y 15 000 plantas perennes y de hoja caduca (Figura 25). Este proyecto actúa como bombas de calor geotérmicas y ha sido merecedor de dos premios internacionales: el International Highrise Award (2014) y el de rascacielos más bello e innovador del mundo, promovido por el Instituto de Tecnología de Illinois de Chicago (Pato, 2017).



**Figura 25.** Bosque vertical en Milán  
Fuente: Pato (2017)

### **2.3.2. En América Latina**

#### **A. Jardín vertical en la universidad del claustro de Sor Juana de México**

En 2012 se inauguró el proyecto de jardín vertical en la Universidad del Claustro de Sor Juana en México, esta iniciativa, brinda oxígeno puro a 285 personas al año, filtrará 190 toneladas (t) de gases nocivos anualmente y reducirá hasta 10 dB de contaminación sonora (ver Figura 26). Este jardín se realizó debido a que en los últimos 20 años en el D.F. el CO<sub>2</sub> incremento el 30% (Garnier, 2012).



**Figura 26.** Universidad del Claustro de Sor Juana.  
Fuente: Kaminature (2017)

## **B. Jardín vertical en Santalaia de Colombia**

A finales de 2015 en Bogotá - Colombia se realizó uno de los jardines verticales más grandes del mundo, en el edificio Santalaia, formado por un coloso de más de 3 100 m<sup>2</sup> con más de 84 000 plantas (ver Figura 27). Entre los beneficios que tiene esta fachada es la producción de oxígeno para 3 100 personas anualmente, con un procesamiento de 775 kg de metales pesados, una filtración de 2 000 t de gases nocivos como también de 400 kg de polvo y un menor gasto en climatización debido a que la fachada verde tiende a regular la temperatura. Este jardín es ejemplo de desarrollo sostenible en Bogotá para muchas otras ciudades y países. (Fuentes, 2017).



**Figura 27.** Edificio Santalaia, Bogotá  
Fuente: Fuentes (2017)



### 2.3.3. A nivel nacional

#### A. Jardín vertical en Cumbayá-Ecuador

En Ecuador los jardines verticales se han ido introduciendo poco a poco. En 2012 la empresa española Paisajismo Urbano ® que es líder a nivel mundial en jardines verticales y azoteas, realizaron el proyecto de Ecosistema Vertical en el Centro Comercial La Scala en Cumbayá. Este proyecto se lo construyó en un tiempo récord de casi un mes y medio (ver Figura 28). Se trata de un muro vivo vertical de 1 000 m<sup>2</sup> repartido en nueve jardines verticales que rodean el centro comercial. Se plantó 30 000 plantas de 90 especies diversas y 60 son autóctonas (Mier, 2017). Los jardines aplicados en Cumbayá tienen muchos beneficios, no solo estéticos, sino también ambientales, como la prevención de inundaciones, el control y reducción de temperaturas en los interiores y el ruido se reduce hasta 10 dB (Fuentes, 2017).

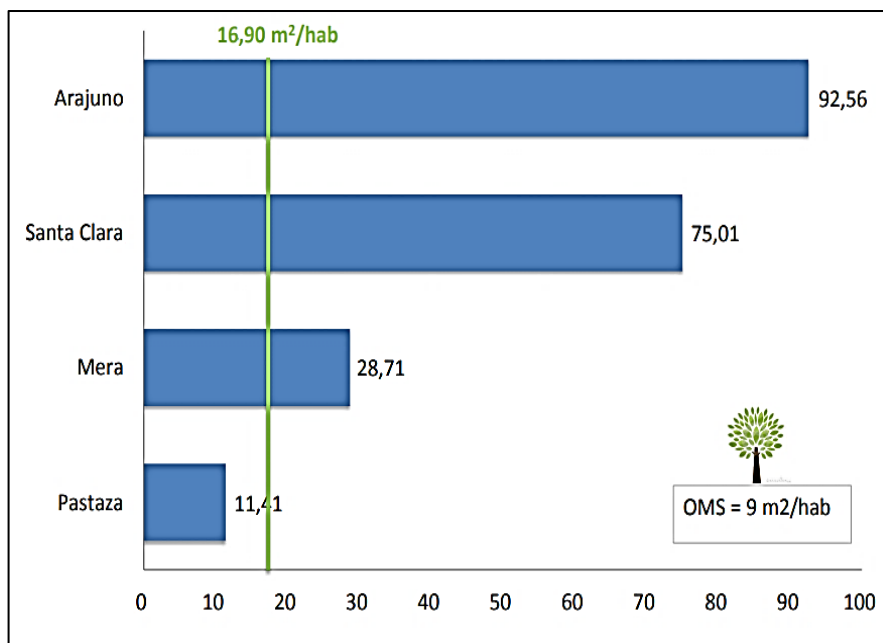


**Figura 28.** Centro Comercial en Cumbayá  
Fuente: Mier (2017)

### 2.4. Índice verde urbano de Ecuador

Ecuador no cuenta con una adecuada distribución de los espacios verdes de acuerdo a su población. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2012) el índice verde urbano es la cantidad de áreas verdes urbanas que es manejada por entes públicos como: municipios, gobiernos provinciales, regionales o mancomunidades estatales; existentes dentro del territorio, dividido para el número de habitantes de las zonas urbanas.

La existencia de áreas verdes urbanas, contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida y a la salud de sus habitantes. El índice verde urbano en el Ecuador es de 13,01 m<sup>2</sup>/hab, mientras el rango sugerido por la OMS es de 9,00 m<sup>2</sup>/hab. (INEC, 2012). En la provincia de Pastaza, el cantón Arajuno tiene el mayor valor de Índice Verde Urbano con 92,56 m<sup>2</sup>/hab; mientras que el cantón Pastaza presenta el menor valor con 11,41 m<sup>2</sup>/hab. Es decir, para el índice sugerido por Ecuador no cumple con el rango, pero para la OMS si lo cumple, como se muestra en la Figura 29.



**Figura 29.** Índice verde urbano de la provincia de Pastaza.  
Fuente: INEC (2012)

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Localización

La Universidad Estatal Amazónica se encuentra ubicada, en la provincia de Pastaza, cantón Pastaza, en el Km 2½, vía Puyo - Tena, al empezar el paso lateral de Puyo. Sus coordenadas geográficas son latitud 1°27'57.08"S y longitud 77°59'54.74"O ( Fernández, 2016). Se ubica a 950 m.s.n.m., tiene una temperatura promedio anual de 20°C (min. 17°C - máx. 26°C) y una precipitación anual media anual que varía de 1000 a 4548 mm, con una humedad relativa de 77%. Cuenta con un clima subtropical húmedo (Espín, Núñez, Escobar, Barroso y Espinosa, 2015).

El área donde se va a proponer la implementación del primer ejemplar, modelo o prototipo de jardín vertical que servirá de modelo para fabricar otros similares en la ciudad de Puyo o lugar de la región, es en el campus principal de la Universidad Estatal Amazónica (ver Figura 30 y Anexo 1).



Figura 30. Imagen satelital de la Universidad Estatal Amazónica  
Elaboración propia (2018), modificado de Google Earth

### 3.2. Tipo de investigación

La investigación es no experimental porque la información obtenida basada en encuestas y revisión de literatura se traduce en una propuesta para que sea llevada a cabo en caso de conseguir financiamiento, como un modelo de conservación de áreas verdes mediante jardines verticales y se interrelaciona con los siguientes tipos de investigación:

**Investigación de campo.** Es una investigación de campo porque se efectuó el levantamiento de información en el campus principal de la UEA, así como el registro de datos del lugar donde se propone implementar el prototipo, con el objetivo de mostrar datos reales y precisos.

**Investigación exploratoria.** La investigación es de tipo exploratoria ya que no tiene antecedentes en cuanto a su modelo teórico o a su aplicación práctica en la provincia. Por lo que se busca hacer una recopilación de tipo teórico como: artículos científicos, tesis, libros, etc., de fuentes confiables y que aporten a la presente investigación.

**Investigación descriptiva.** Es una investigación descriptiva, porque describe la situación inicial y problemas encontrados en el lugar de estudio. Para realizar el diagnóstico se utilizaron instrumentos como: observación *in situ*, encuestas y entrevistas a profesionales.

### 3.3. Métodos de investigación

**Método cuali-cuantitativo.** Cualitativo porque se entrevistó a especialistas y se indagó sobre los jardines verticales y su importancia para la calidad de vida de las personas y aporte positivo al entorno. Cuantitativo debido a que se utilizó el instrumento encuesta sistematizando la información de los datos obtenidos. Esta investigación está basada en cuatro etapas:

**Tamaño de la muestra:** Se elaboró una encuesta socio-ambiental (validada por la especialista en Sistemas Agronómicos, Dra. Alina Ramírez Sánchez y especialista en Hortofruticultura y Fitopatología, MSc. Sandra Soria Re) que contiene 16 preguntas: 11 preguntas de selección múltiple y 5 preguntas mixtas entre cerradas y abiertas (ver Anexo 2). La encuesta se aplicó a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la UEA por cuanto es el grupo más numeroso en la institución, matriculados en el periodo

marzo - agosto de 2018, la Carrera de Ingeniería Ambiental cuenta con un total de 1031 estudiantes, según datos de Secretaria Académica. Para calcular la muestra poblacional se aplicó la ecuación (2), que arrojó un valor de 88.

$$n = \frac{PQN}{(N-1)\frac{e^2}{k^2} + PQ} \quad \text{Ecuación para calcular la muestra poblacional (2)}$$

Donde:

$n$  = tamaño de la muestra

$PQ$  = probabilidad de ocurrencia (0,25)

$N$  = Población (1031)

$e$  = Error de muestreo (10% – 0,10)

$k$  = Coeficiente de corrección de error (1,96) al 95%.

**Identificación de la instalación.** Se visitó el lugar y se tomaron las dimensiones de la fachada como altura y ancho. Los valores fueron registrados en metros con una cinta de 10 m. Además, se analizaron las condiciones ambientales del lugar como la intensidad lumínica, el sentido de la luz solar, precipitación entre otros. Adicionalmente se tomaron fotografías del área de trabajo. Para las fotografías satelitales y el mapa de ubicación de la Universidad se trabajó con ArcGIS 10.1 y Google Earth.

**Selección de categorías-sistema.** Entre los diferentes tipos de sistemas de jardines verticales, y en base de la revisión de la literatura en físico y digital, así como en revisión exhaustiva vía internet. Se analizó al menos 7 tipos de sistemas de jardines verticales para las condiciones que presentaba el espacio para el modelo del prototipo; recayendo la selección en el sistema organopónico con fieltro no tejido. Adicionalmente se investigaron en algunos viveros de la localidad las especies de planta a utilizar en el medio; y finalmente para el diseño de la fachada del edificio se usó AutoCAD 2017.

**Procesamiento de la información.** Con la información recopilada en las encuestas, se elaboró una base de datos de forma digital. Estos datos fueron procesados con el programa SPSS versión 21, para analizar las encuestas.

**Socialización.** Se socializó mediante un prototipo a escala en las casas abiertas por el aniversario del Departamento de Ciencias de la Vida de la Universidad, el viernes 1 de junio del presente año.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de encuestas

En la presente investigación no experimental, descriptiva, de una muestra de 88 individuos se obtuvieron los siguientes resultados de las encuestas aplicadas. El 55,7% corresponde al género femenino y 44,3% al masculino. Para establecer si los participantes tienen conocimientos previos de lo que significa implementar un jardín botánico vertical en la población del campus de la UEA el 22,7% expresan que desconocían que existían jardines verticales y el 77,3% considera que están en la capacidad de construir un jardín vertical ya que tiene el 48,86% de conocimientos en elaborar compost e identificación de especies vegetales, aunque 25 individuos manifiestan que la parte teórica reciben durante su formación profesional (ver Tabla 9). Adicionalmente, los encuestados de una manera entusiasta expresan en un 70,45% que es factible construir un jardín vertical en el campus de la Universidad Estatal Amazónica.

**Tabla 9.** Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas (preguntas mixtas)

Preguntas	n = 88	%
Tiene alguna planta en casa (Lugar)		
Patio	18	46,2
Jardín	12	30,8
Afuera de la casa	4	10,3
Cuarto	3	7,7
No mencionan lugar	2	5,1
Ha visto o escuchado de algún jardín vertical		
Universidad Quito	4	5
Madrid	4	5
Mall La Scala, Quito	18	20
Argentina	9	10
Ambato	18	20
EE.UU.	4	5
Centro Histórico, Quito	18	20
Cuenca	4	5
No mencionaron el lugar	9	10
Los estudiantes de la UEA pueden construir un jardín Tienen conocimientos en elaborar compost e identificación de especies vegetales.	43	48,86
La universidad enseña lo teórico.	25	28,41
No hay asignaturas con ese tema	7	7,95
No mencionan	13	14,77
Es factible instalar un jardín vertical en la UEA		
Minimiza la contaminación atmosférica	12	13,64
Realza la belleza escénica	19	21,59
Los estudiantes estarían cerca de la naturaleza	31	35,23
No hay recursos económicos	3	3,41
No mencionan	23	26,14

Elaboración propia (2018)

Por otro lado, en la Tabla 9 se puede observar que tan solo el 46,2% tiene al menos una planta en su patio. El 20% de los encuestados ha visto un jardín vertical en las ciudades como Quito y Ambato. En cuanto a la factibilidad de implementar un jardín vertical hay que destacar que los estudiantes consideran que, si es factible crear un modelo ya que realza la belleza escénica, conscientes de que minimiza la contaminación atmosférica y evidentemente estarán cerca de la naturaleza (35,23%).

En cuanto a la definición de jardines verticales un 47,52% mencionan que son construcciones urbano sostenibles y el 0,88% opina que son construcciones que no aportan en nada. Por otra parte, el 52,1% expreso que los jardines verticales son antiguos, añadiendo el 8,5% que también son ecológicos. De los beneficios ambientales que prestan los jardines verticales el 75% de la población encuestada mencionan que absorben CO<sub>2</sub> y el 4,8% afirma que generan hábitats para descanso de especies transitorias como aves e insectos Socialmente los jardines verticales relajan a las personas comentaron un 45,3%, mientras que 7 encuestados opinan que no trae beneficios sociales En lo que respecta al lugar adecuado para instalar el 35,8% recalca que debe ser implementados en establecimientos de educación coincidiendo con lo manifestado por Mier (2017), otra parte de los estudiantes prefieren que sean colocados en centros comerciales (14,2%). En relación al tiempo de instalación el 43,2% cree que tarda de 3 a 6 meses la instalación de una pared vertical, y el 17% señala que es más de 1 año. Con respecto a los costos por m<sup>2</sup> el 53,10% de los estudiantes creen que son económicos y que lo máximo que costaría el m<sup>2</sup> es \$1000. Acerca de la utilización de sustrato en los muros vivos el 48,84% indica que se debe colocar compost lo que no es favorable debido a que se debe poner un sustrato ligero para no haga mucha presión a la pared y tienda a caer todo el jardín vertical como lo recomienda el 43,18% (ver Tabla 10).

Finalmente, en la Tabla 10, los jóvenes de la Universidad indican que si se llegara a implementar un jardín en el campus de la UEA traería mayormente beneficios ambientales (58,6%), así como el 10,8% consideran que tendría beneficios sociales. El tipo de especie vegetal que se debe seleccionar es de acuerdo al lugar y climas comenta el 73,7% y el 2,1% cree que mejor se deben plantar especies exóticas. Por otro lado, el 27% cree que se debe colocar plantas enredaderas lo cual no es adecuado porque el mantenimiento sería muy costoso y no se avanzaría a controlar el crecimiento de estas especies vegetales, helechos de

la Amazonia es otra opción recomendado por dos estudiantes lo cual si es una buena idea. Sobre la generación de contaminantes o desechos que se generaría si se llegara a ejecutar la propuesta los encuestados mencionan que los escombros serian lo que más se produciría en la instalación de un jardín vertical así lo menciona el 56,7%, sin embargo 8,9 no menciona o no tiene conocimiento sobre los desechos que se originarían.

**Tabla 10.** Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas (preguntas cerradas)

<b>Preguntas</b>	<b>n= 88</b>	<b>%</b>
<b>Beneficios ambientales</b>		
Absorbe CO <sub>2</sub>	6	75
Minimiza la contaminación sonora	10	11,5
Sirve de hábitat para insectos y aves	4	4,8
Regula la temperatura	8	8,7
<b>Beneficios sociales</b>		
Relaja a las personas	40	45,3
Reduce el estrés	33	37,9
Aumenta las ganas de trabajar	8	9,5
No trae beneficios	7	7,4
<b>¿Qué son los jardines verticales?</b>		
Construcciones urbanas sostenibles.	54	47,52
Construcciones que no aportan en nada	1	0,88
Embellecedores de edificios	30	26,4
Construcciones que generan grandes ganancias económicas.	4	3,52
<b>¿Cómo considera a los jardines verticales?</b>		
Antiguos	46	52,1
Recientes	25	28,7
Innovadores	9	10,6
Ecológicos	7	8,5
<b>Lugar para instalar jardines</b>		
Edificaciones publicas	21	23,6
Casas	23	26,4
Establecimientos de educación	32	35,8
Centro comerciales	12	14,2
<b>Tiempo de instalación</b>		
1 a 6 meses	38	43,2
6 meses a 1 años	35	39,8
Mas de 1 año	15	17
<b>Costo de 1 m<sup>2</sup> de jardín vertical</b>		
Económicos (\$100-\$1 000)	47	53,10
Ni muy caros ni muy costos (\$1 000-\$10 000)	37	42
Costoso (> a 10 000)	4	4,5
<b>Tipo de sustrato</b>		
Sustrato sintético	5	5,68
Compost	43	48,86
Turba- material orgánico ligero	38	43,18
Perlita- vidrio volcánico	2	2,27
<b>Beneficios a la UEA si se instala un jardín vertical</b>		
Económico	52	58,6
Ambiental	10	10,8
Social	20	22,5
Escénico		

(continua)



**Tabla 10.** Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas (continuación)

<b>Preguntas</b>	<b>n = 88</b>	<b>%</b>
Tipo de especies vegetales		
Cualesquiera especies es buena	6	6,3
Hay que seleccionar de acuerdo al lugar y clima	65	73,7
Especies exóticas	2	2,1
Especies nativas	16	17,9
Sugerencia de plantas		
Enredaderas	10	27
Anturios	7	18,9
Orquídeas	6	16,2
Flores	6	16,2
Bromelias	3	8,1
Heliconias	3	8,1
Helecho	2	5,4
¿Qué tipos de contaminantes generaría un jardín vertical?		
Contaminación acústica	5	5,6
Polvo en exceso	15	16,7
Escombros	50	56,7
Generación de gases tóxicos	11	12,2
No contestan	8	8,9

Elaboración propia (2018)

#### **4.2. Análisis de entrevista a expertos**

Los entrevistados fueron dos expertos botánicos docentes de la Universidad Estatal Amazónica con conocimientos de especies de plantas amazónicas, los doctores (Ph.D.) David Neill y (Ph.D.) Diego Gutiérrez del Pozo.

##### **Preguntas**

##### **1) ¿Cómo define usted a un jardín vertical?**

Es una pared, con sistema hidropónico para poder cultivar las plantas en una malla vertical, tiene un diseño como un rompecabezas. Son también llamados muros vivos que se instalan en la parte exterior o interior de una construcción.

##### **2) ¿Cuáles son las ventajas que presentan los jardines verticales desde el punto de vista ambiental?**

Presenta muchas ventajas como purificación del aire y regulación de clima. Por otro es útil como barrera para aislar el ruido permitiendo un lugar de tranquilidad y bienestar para las personas que se benefician de él, aumenta la biodiversidad en fin los beneficios son múltiples.

**3) ¿Qué tipos de criterios se debe toma en cuenta antes de instalar?**

Se debe tomar en cuenta el factor climático, la radiación solar y la ubicación del lugar como de la pared. Se debe determinar si va a ser de interior o exterior para posteriormente poder seleccionar adecuadamente las especies florísticas.

**4) ¿Qué especies son adecuadas para este tipo de jardines?**

Utilizan especies con hojas suculentas, que puedan aguantar las condiciones favorables del crecimiento de las plantas como las hidras. Deben ser plantas de pequeño tamaño, que sean coloridas y de crecimiento lento, preferiblemente que sean de la zona a implantar el prototipo.

**5) ¿Qué tipo de sustrato se utilizan en los jardines verticales?**

Tiene que ser orgánico y liviano. En la gran mayoría de jardines utilizan *Sphagnum* que es lo más orgánico, pero también suelen utilizar espumas y perlita

**6) ¿Cómo se hidratan y reciben los nutrientes las plantas?**

Mediante un sistema de riego por gravedad y las plantas se nutren con una solución líquida rica en macro y micro nutrientes. Instalan un sistematizado eléctrico el cual es programado para regar la cantidad de agua y nutrientes necesarios para la planta.

**7) ¿Ha realizado o conoce algún jardín vertical?**

No en la Amazonia todavía no se ha instalado un jardín vertical pero solo se ha visto que están en centros comerciales, zonas urbanas como en Quito y grandes ciudades como Nueva York, Madrid y Bogotá.

**8) ¿Cree que sería útil implementar un jardín vertical en el campus principal de la Universidad Estatal Amazónica, para que sirva como modelo y se instale en áreas urbanas en la ciudad de Puyo?**

Si sería bueno y llamativo para poder dar soluciones a problemas de contaminación atmosférica en la ciudad, pero siempre y cuando no haya otra opción para ampliar las áreas verdes de la zona urbana, allí sería ideal. Pero desde el punto de vista botánico lo más recomendable es realizar un adecuado plan de ordenamiento territorial y sembrar árboles.

### **4.3. Propuesta de implementación**

Considerando los antecedentes del estudio, así como los tipos y sistemas de jardines verticales a nivel mundial y nacional; y en concordancia con la revisión del índice verde urbano del país y de la provincia de Pastaza, se puede decir que hace falta implementar más áreas verdes en la ciudad de Puyo, debido a que Ecuador debe tener 13,01 m<sup>2</sup>/hab y el cantón Pastaza tiene 11,41 m<sup>2</sup>/hab en el año 2012 (INEC, 2012). Además de haber realizado las encuestas se determinó que, si es factible implementar la instalación de un jardín vertical en el bloque F de la Universidad Estatal Amazónica, ya que genera servicios ambientales, una vista paisajística moderna y puede servir como ejemplo de desarrollo urbano sostenible en la localidad.

#### **4.3.1. Elección del sistema y diseño**

Para la selección del sistema se requirió de tiempo y del análisis de varios factores que requiere la instalación de un jardín vertical. A continuación, se detalla lo que se debe tomar en cuenta antes de montar un muro vegetal: ubicación geográfica, altitud, temperatura, humedad, impacto solar y pared del edificio. Después de haber tomado en cuenta los factores mencionado se seleccionó el sistema organopónico porque utiliza un sustrato ligero orgánico; de fieltro no tejido porque la estructura es más liviana que en los otros sistemas, es decir 30 kg/m<sup>2</sup>. Este sistema presta servicios ambientales como disminución sonora, reducción térmica, absorción de CO<sub>2</sub>, aporta un valor estético y contribuye a la sensación de bienestar a quienes observen favoreciendo una vista ecológica al edificio. El sistema de riego es por goteo con recirculación para ahorrar el recurso hídrico. El mantenimiento de bajo costo de forma regular.

El lugar para la propuesta de este proyecto se lo seleccionó por los siguientes motivos: para la relajación mental de las personas que transitan por la edificación, ya que está comprobado que las áreas verdes son necesarias para minimizar el estrés; debido a que, en el Campus principal de la Universidad Estatal Amazónica existe la carrera de Ingeniería Ambiental en el bloque F, por lo tanto, este edificio debería tener algún proyecto de sostenibilidad ambiental por la afinidad con la Carrera.

Si bien es cierto la provincia aún no siente la necesidad de implantar áreas verdes debido a que la ciudad de Puyo aún está rodeada de abundante flora, eso es lo que se piensa, pero las cifras del índice verde urbano en 2012 mostraron lo contrario; se debe trabajar más en la

implementación de áreas verdes urbanas, no solo por cumplir con los límites, sino para generar un cambio de cultura ambiental y así este sistema servirá de modelo para que se instale en otros lugares. Otra razón para escoger al Bloque F para instalar este sistema, es poder demostrar que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Estatal Amazónica tienen visión innovadora y están en la capacidad de dar soluciones a problemas ambientales que se presentan. EL diseño para esta propuesta se puede ver en el Anexo 3 y 4.

#### 4.3.2. Capas del jardín vertical

El jardín vertical de la Universidad contendrá 6 capas para su montaje a parte del muro portante como se muestra en la Figura 31.

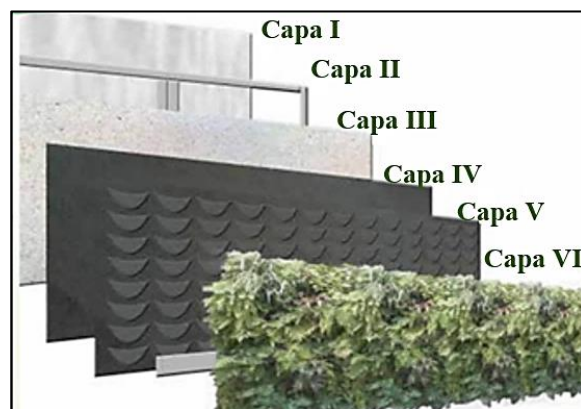


Figura 31. Capas para la instalación de un jardín vertical  
Fuente: Martínez (2015)

**Capa I y III. Lámina de aluminio o acero inoxidable.** Al ras de la pared se colocará la capa I que es una lámina de aluminio anodizado con la finalidad de que no filtre agua o exista humedad en la fachada y produzca daños a la edificación. La hoja de aluminio será de espesor 0,001 m plata espejo, de medidas 1,22 m x 3,05 m, el cual será fijado con perno ancla hojas de 2" para pared y se colocará cada 0,50 m de distancia. Con las mismas características de la capa I se coloca la capa III, pero esta será colocada después de la capa II con la finalidad de proteger a la estructura metálica y no se deteriore debido a que va a estar colocada a la intemperie. En total se utilizará 20 láminas de aluminio y unos 300 pernos.

**Capa II. Estructura de hierro.** Para el soporte de la vegetación y otras capas se pondrá una estructura de hierro. Se construirá una malla electrosoldada con barras cuadradas. La


longitud de cada barrilla es de 6 m, 0,015 m de grosor. Se dejará con un espaciamento longitudinal de 0,20 m. Se utilizará 57 barrillas.

**Capa IV. Geomembrana HDPE.** Se aplicará luego de la capa de aluminio geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE), lisa para proteger la estructura de los rayos ultravioletas y evitar el paso de agua o humedad de las plantas. Esta capa es lisa y el espesor será de 0,001 m, con un ancho de 8,5 m y 3 m de largo. La capa será adherida a la lámina de aluminio mediante soldadura por extrusión, que consiste la aplicación de calor al grado de fundir una parte de ambos materiales para unir el metal con el termoplástico.

**Capa V. Geotextil.** Luego de la capa de geomembrana se deberá poner dos capas de geotextil, estas irán grapadas por lo menos cada 25 cm, en la segunda capa se realizarán cortes de 20 cm y se dará la forma de bolsillo para aplicar las especies, la separación entre cada corte será de 10 cm y la separación entre cada fila será de 25 cm.

**Capa VI. Especies vegetales.** Una vez analizado el medio donde se mantendrán las plantas, luego de visitar varios viveros incluyendo el de la Estación Biológica Pindo Mirador, vivero comunitario Jardín Verde de la parroquia Shell ubicado frente al Hospital Voz Andes y el vivero El Picaflor ubicado en el sector de San Francisco parroquia Río Negro cantón Baños provincia de Tungurahua y por los resultados de las encuestas. Se eligieron 12 posibles especies vegetales que se pueden sembrar en la pared vegetal de la Universidad Estatal Amazónica. La selección se realizó por varias razones entre las principales esta la facilidad de adaptación de la especie, por el clima, resistencia a la exposición de luz directa del sol, como se puede observar en Tabla 11. Para 30 m<sup>2</sup> de fachada vegetal será necesario 400 plantas, pero en el caso de que mueran o no se adapten se requerirá de unas 30 más en un total 430 plantas; estas serán gestionadas a la Estación Biológica Pindo Mirador, en el caso de no ser así se procederá a comprarlas.





**Tabla 11.** Especies vegetales seleccionadas jardín vertical de la Universidad Estatal Amazónica

Nombre científico/Familia/ Común	Razones	Imagen
<i>Sedum lineare</i> L./ Crassulaceae/ Alfombrilla o almohadilla	Planta perenne que crece de forma compacta. Se desarrolla en ambientes con alta humedad y climas cálidos.	
<i>Adiantum humile</i> L./ Pteridaceae/ Helecho	Planta rastrera. Es de tamaño adecuado. Crece con facilidad en muros.	
<i>Anthurium andreanum</i> L./ Aráceas /Anturio	Son trepadoras Decorativas. Se adaptan con facilidad	
<i>Tradescantia Spathacea</i> Sw. / Commelinaceae/ Magüey morado	Es una palmera pequeña. Es de crecimiento lento. Llamativa	
<i>Petunia hybrida</i> E. Vilm. / Solanaceae /Petunias colgantes	Son de la Amazonía. Son muy coloridas. Facilidad de cultivo	
<i>Coleus blumei</i> L. / Lamiaceae/ Coleos	Son perennes. No superan los 50 cm de altura. Se adapta con facilidad al ambiente.	

(continua)

(continuación)

**Tabla 11.** Especies vegetales seleccionadas jardín vertical de la Universidad Estatal Amazónica

Nombre científico/Familia/ Común	Razones	Imagen
<i>Portulaca oleracea</i> L. / Portulacaceae /Verdolaga	Tamaño adecuado. Fácil cultivo y se adapta a climas cálidos y fríos.	
<i>Chlorophytum comosum</i> (Thunb.) Jacques / Agavaceae /Cintas	Planta perenne. Son fácil de reproducir y cuidar. Son aptas para la humedad.	
<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f. / Balsaminaceae /Miramelindo	Es perenne. Tamaño adecuado. Es de fácil adaptación	
<i>Bletilla striata</i> Rchb. f. / Orchidaceae /Orquídea morada	Se consigue con facilidad. De hojas estrechas, alargadas de color verde. Facil cultivo. Tamaño adecuado.	
<i>Tillandsia dyeriana</i> L. / Bromeliaceae / bromelia	Originaria de Ecuador. Crecen normalmente sobre otras plantas. Son llamativas. Tamaño adecuado.	
<i>Spathiphyllum wallasii</i> S.L. Endlicher / Araceae /Bandera blanca	Son perennes. Tamaño adecuado. Es llamativa. Gran capacidad para eliminar contaminantes atmosféricos.	

Elaboración propia (2018)

### 4.3.3. Sustrato

Para este sistema se ha seleccionado el sustrato de musgo *Sphagnum* deshidratado, debido a que es ligero, orgánico, reduce el consumo de líquido gracias a la alta retención de agua y rehidratación del *Sphagnum*, viene estéril por lo que reduce los costes de mantenimiento y regula el pH del agua para la vegetación. Es decir, es ideal para aplicar en jardines verticales y es fácil de conseguir en el mercado. Éste será aplicado en cada bolsillo de geotextil con la respectiva planta y se renueva cada tres años. Las características del sustrato son: pH 5,5-6,2; humedad 40,55% p/p; densidad 0,300 g/ml y materia orgánica 41,31 % p/p (Ordoñez, 2018).

### 4.3.4. Sistema de riego automatizado

Aunque la provincia de Pastaza tiene una precipitación media de 4 548 mm anuales, es decir, llueve constantemente, no sería necesario un sistema de riego al menos en las épocas de lluvia. Pero si es importante instalar el sistema de riego para las épocas en donde disminuya la precipitación. Este sistema será por goteo automatizado y el agua sobrante de las plantas será recirculada. Para lo cual se necesitará de tubería de agua, 2 tanques de agua que almacenarán agua lluvia, bomba de agua para la recirculación, goteros, temporizador y nutriente líquido.

**Tubería de agua.** Se utilizará tubería de PVC para agua fría Plastigama®, debido a que resistente a fuertes presiones, es fácil de cortar con herramientas manuales y es de fácil instalación, manipuleo y transporte en obra (Pizarro, 2017). Los tubos deberán ser roscable de 1/2" de ancho por 6 m de largo. En total se emplearán 25 tubos; 2 codos de las siguientes características 1 flex 16 mm x 90°; 1 reductor de 2"; 85 uniones universales de 1/2"; una unión tipo TEE de 1/2"; para unir la tubería se utilizará 10 rollos de teflón amarillo.

**Tanque de agua.** Se utilizará 1 tanque cónico de capacidad de 2 000 L para almacenar el agua lluvia para de esta manera optimizar el recurso hídrico. El otro tanque será de 250 L el cual será para añadir la solución nutritiva de forma trimestral. Estos serán colocados en la parte superior del edificio con la finalidad que mediante tubería el agua circule a las plantas.

**Bomba de agua.** Como la bomba es únicamente para la recirculación del agua sobrante del riego de las plantas se utilizará la bomba eléctrica periférica de cisterna de agua a



presión de 110 v, modelo QB60 de potencia 1 HP y 3 400 RPM, con caudal 118 L/min y para conectar a tuberías de 1”.

**Goteros.** Se utilizarán aproximadamente 410 goteros de botón con presión compensada y antidrenante, para evitar exceso de drenaje en las plantas. Se colocará uno en cada planta con la finalidad que el líquido llegue a todas las especies vegetales por igual.

**Temporizador de agua.** Es un programador, que trabaja de forma computarizada a determinadas horas y momentos, debido a que se activa el riego en los momentos adecuados, economizando el uso del agua. El temporizador se instala en el grifo desde el que partirán todas las distribuciones para sistema de riego. Este equipo se encuentra con facilidad en ferreterías (Pérez, 2018).

**Nutriente líquido.** El sustrato de *Sphagnum* requiere la adición de una solución nutritiva para permitir el desarrollo normal de las plantas (Menéndez, 2017). El nutriente líquido que se aplicará en este sistema será la solución nutritiva hidropónica Multiflor ® que contiene macro y microelementos. 2 L de solución será introducida en 20 L de agua de forma trimestral el, esta combinación se regará a las plantas cada 15 días (Ordoñez, 2018). En la Tabla 12 se muestra la composición de la solución de nutrientes.

**Tabla 12.** Macro y microelementos presentes en la solución nutritiva

<b>Macroelementos</b>		<b>Microelementos</b>	
Nitrógeno (N)	2%	Boro (Bo)	0,0025%
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3%	Manganeso (Mn)	0,0055%
Potasio (K <sub>2</sub> O)	2%	Hierro	0,011%

Fuente: Ordoñez (2018)

#### **4.3.5. Mantenimiento**

El mantenimiento a los jardines verticales es una parte importante para la conservación y desarrollo de las especies vegetales. El mantenimiento se lo realizara de forma constante cada vez que sea necesario. Para lo cual tendrá en cuenta los siguientes trabajos que se encuentran en la Tabla 13, pero no se incluyen en el presupuesto.

**Tabla 13.** Mantenimiento del jardín vertical de la UEA

Actividad	Tiempo
Retirar las hojas secas del suelo.	Constantemente
Tratamientos fitosanitarios o control de plagas con productos biológicos.	Trimestralmente
Limpieza del sistema de riego, depósitos de agua y nutrientes líquidos.	Trimestralmente
Revisión del sustrato, entre otros más.	Trimestralmente
Podas y cambio de plantas muertas.	Anualmente

Elaboración propia (2018)

**Control de plagas.** Para el control de plagas para el jardín vertical se recomienda aplicar los siguientes productos agrícolas que se los puede obtener con facilidad en el mercado.

**Bacthon SC** ®. Es un inoculante biotecnológico que desintoxica las raíces de las toxinas, alcoholes, amonios, agroquímicos, que se acumulan con la descomposición de los residuos del cultivo anterior (Pesantes, 2015). En la Tabla 14 se muestra la composición de organismos presentes en este compuesto.

**Tabla 14.** Composición de Bacthon SC ®

Composición		
<i>Azospirillum brasilense:</i>	Diez mil UFC*/ml de producto comercial.	5% **
<i>Azotobacter chroococcum:</i>	Diez mil UFC*/ml de producto comercial.	5% **
<i>Lactobacillus acidophilus:</i>	Diez mil UFC*/ml de producto comercial.	5% **
<i>Saccharomyces cerevisiae:</i>	Diez mil UFC*/ml de producto comercial.	5% **
Ingredientes Aditivos. c.s.p. 1 Litro 80%		
* UFC: Unidades Formadoras de Colonias		
* Contiene 200,0 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial		

**Fuente:** Pesantes (2015)

**Micos Plag** ®. Protege las raíces y los cultivos del daño por nematodos y por insectos plaga; con se finalidad que se formen bien la raíz y la planta mejore su nutrición. (García, García, Gordillo y Martínez, 2015). (ver Tabla 15 composición)

**Tabla 15.** Composición de Micos Plag ®.

Composición		
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	1x 10 <sup>8</sup> esporas/g	20%*
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x 10 <sup>6</sup> esporas/g	20%*
<i>Beauveria bassiana</i>	1x 10 <sup>6</sup> esporas/g	20%*
Ingredientes aditivos. c.s.p	100 g	40%
TOTAL		100%
Contiene 60 gramos de ingrediente activo por 100 gramos de producto comercial.		

Fuente: García *et al.* (2015)

**Tricho D** ®. Agente biotecnológico, su acción preventiva mejora la formación radicular de las plantas, es antagonista y disminuye la población de hongos que causan enfermedades en el suelo, a las raíces y a las plantas. Protege la plántula de las acciones patogénicas de los hongos (Pérez, Moreno, Olivo, Valencia, Crespo y García, 2017). En la Tabla 16 se muestra la composición.

**Tabla 16.** Composición de Tricho D

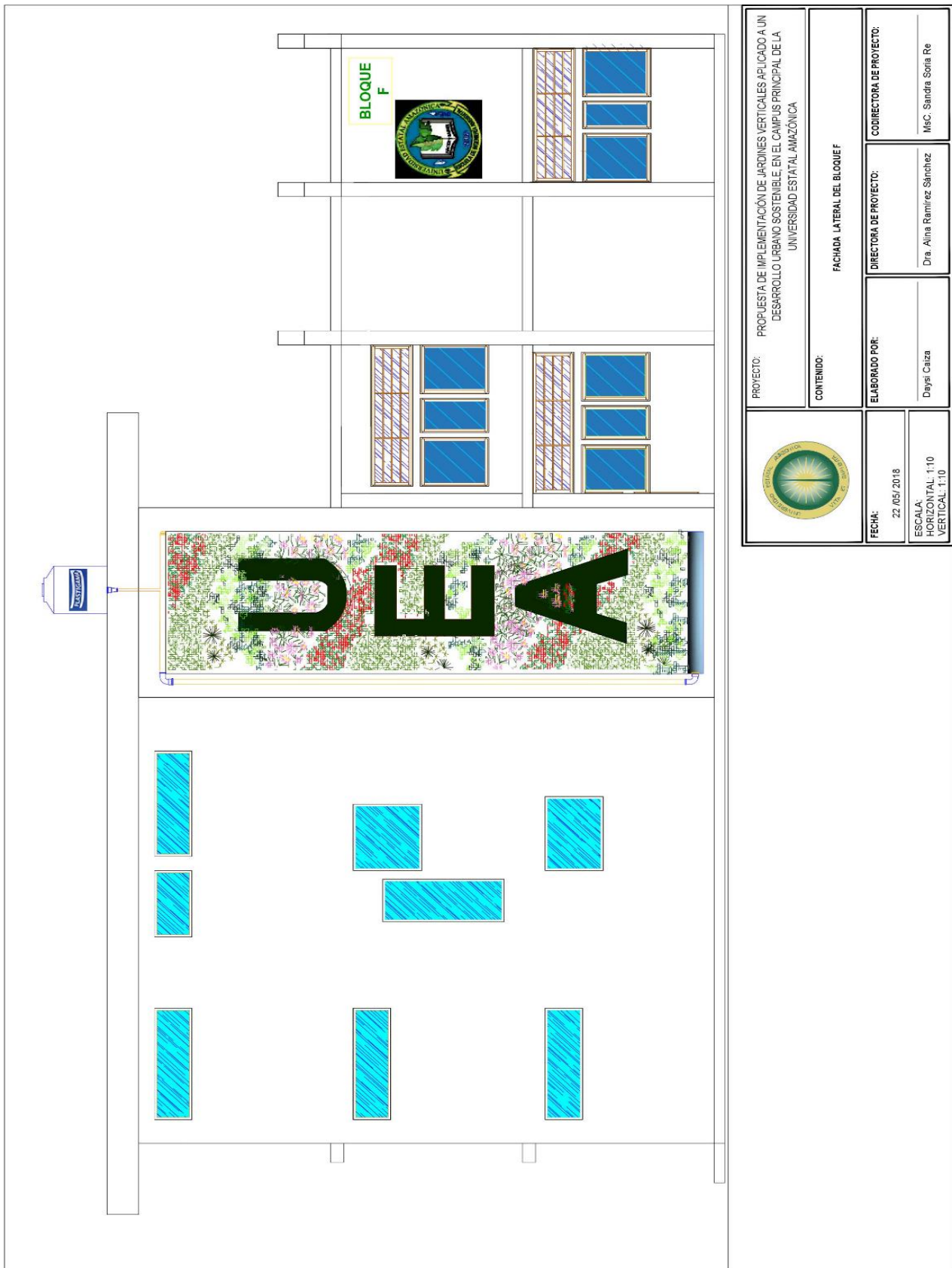
<b>Composición</b>		
<i>Trichoderma harzianum</i> :	100 millones de esporas por gramo.	20%.
Ingredientes Aditivos. c.s.p.		80%
Total		100%

Fuente: Pérez *et al.* (2017)

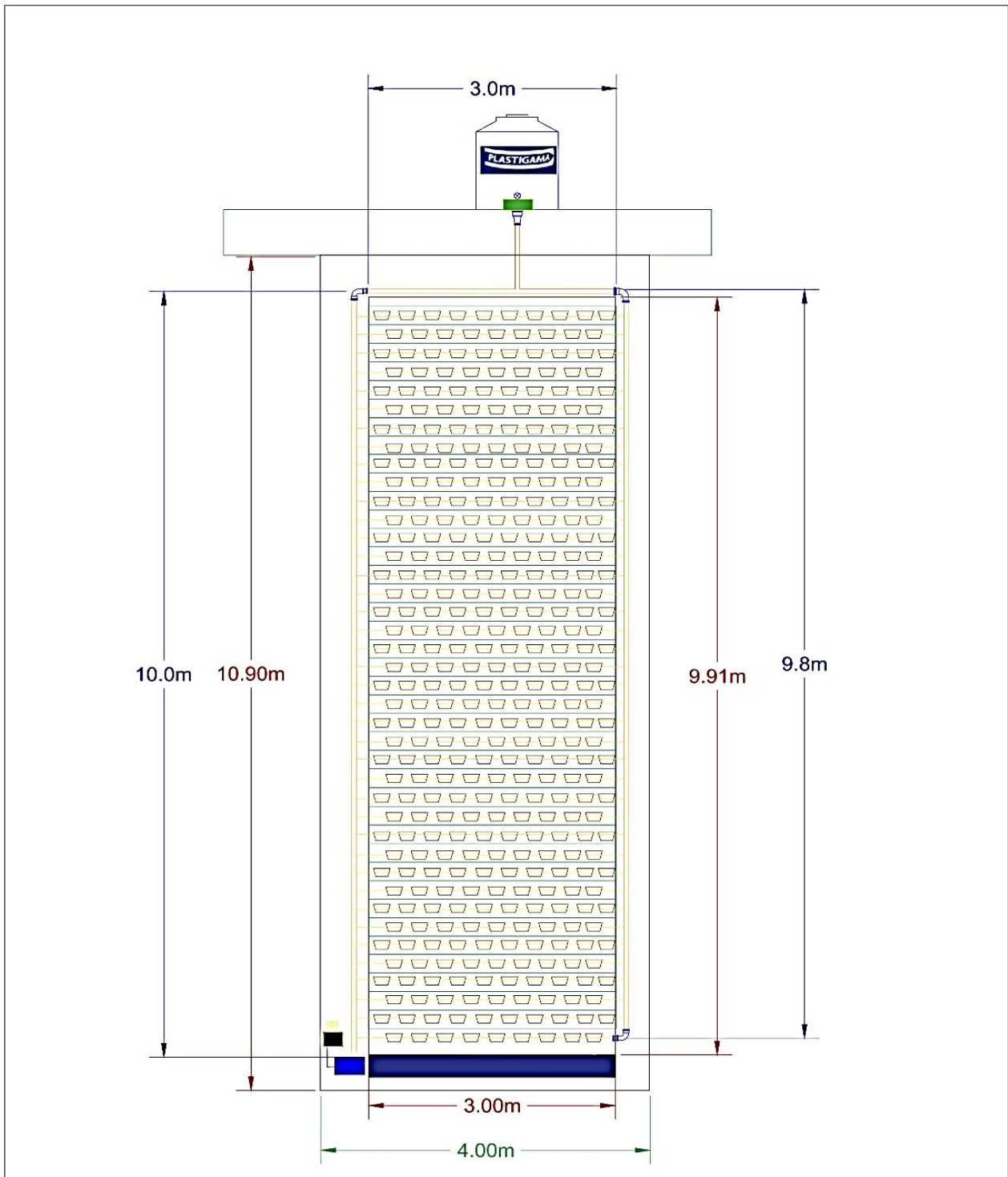
#### **4.3.6. Tiempo de ejecución de la obra**

La empresa española Paisajismo Urbano dedicada a la instalación de jardines verticales en el año 2012 construyó un ecosistema vertical en el centro comercial de Cumbayá en Quito de 1 000 m<sup>2</sup> en un mes y medio (Gómez, 2013). Por ello este proyecto contando con todos los materiales e insumos necesarios, se estima que se pueda ejecutar en un máximo de 15 días debido a que se construirá 30 m<sup>2</sup> de muro vivo, es decir, la construcción es de corto plazo, la duración de este sistema será de 5 años con mantenimiento adecuado. En la Figura 32 y 33 se muestra el diseño del plano del jardín vertical para el campus principal de la Universidad Estatal Amazónica.

**Figura 32** Diseño del jardín vertical parte frontal del bloque F de la UEA.



**Figura 33.** Sistema de riego jardín vertical Universidad Estatal Amazónica



	<b>PROYECTO:</b> PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE JARDINES VERTICALES APLICADO A UN DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE, EN EL CAMPUS PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA		
	<b>CONTENIDO:</b> SISTEMA DE RIEGO DE LA FACHADA LATERAL DEL BLOQUE F		
<b>FECHA:</b> 22/05/2018	<b>ELABORADO POR:</b> Daisy Caiza	<b>DIRECTORA DE PROYECTO:</b> Dra. Alina Ramírez Sánchez	<b>CODIRECTORA DE PROYECTO:</b> MsC. Sandra Soria Re
<b>ESCALA:</b> HORIZONTAL: 1:10 VERTICAL: 1:10			

### 4.3.7. Presupuesto

Para el cálculo de presupuesto se basó en cotizaciones de precios en ferreterías de la provincia de Pastaza, así como de viveros forestales para lo cual se realizaron cuatro rubros: elaboración de la estructura y colocación de capas; adquisición de plantas para jardín; instalación sistema de riego por goteo; adquisición de musgo *sphagnum* y plantación de especies vegetales. Dando como total USD 7.196,02 + IVA. En las Tablas 17 a la 21 se puede visualizar detalladamente el presupuesto estimado para el jardín vertical de la Universidad.

**Tabla 17.** Cálculo de presupuesto. Rubro 1

Rubro: 1				
Detalle: Elaboración de la estructura y colocación de capas				
MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Lámina de aluminio	Láminas	10	20	200
Pernos 2" para pared 3/8	Pernos	300	0,2	60
Barrilla para la estructura de acero	Barrilla	57	10	570
Geomembrana	m2	6	30	180
Geotextil	m2	3	30	90
Grapas	Grapa	400	0,1	40
SUBTOTAL M				<b>1.100,00</b>
TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIF A B	COSTO C=AxB
Flete de materiales	Fletes	5,00	10,00	50,00
SUBTOTAL N				<b>50,00</b>
MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	JORNAL/DIA B	COSTO DÍA C=AxB	COSTO POR 1 SEMANA D=Cx5
Trabajadores	5	27,28	136,40	682
SUBTOTAL O				<b>682,00</b>
EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO DÍA C=AxB	COSTO POR 1 SEMANA D=Cx5
Alquiler de soldadora, taladro y otras herramientas	5,00	20,00	100,00	500,00
SUBTOTAL P				<b>500,00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2.332,00
INDIRECTOS (%)			12%	279,84
UTILIDAD CONTRATISTA (%)			30%	699,60
COSTO TOTAL DEL RUBRO				<b>3.311,44</b>

**Son:** tres mil trescientos once dólares, 44/100 centavos.

**Estos precios no incluyen IVA**

Elaboración propia (2018)

**Tabla 18.** Cálculo de presupuesto. Rubro 2

Rubro: 2

Detalle: Adquisición de plantas para jardín

<b>PLANTAS DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDA D A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<i>Peperomia argyreia</i>	sp.	40	0,50	20
<i>Adiantum humiles</i>	sp.	40	0,50	20
<i>Anthurium andreanum</i>	sp.	40	0,50	20
<i>Petunia hybrida</i>	sp.	80	0,50	40
<i>Coleus blumei</i>	sp.	80	0,50	40
<i>Impatiens walleriana</i>	sp.	40	0,50	20
<i>Spathiphyllum wallasii</i>	sp.	40	0,50	20
<i>Tillandsia dyeriana</i>	sp.	10	5,00	50
<i>Bletilla striata</i>	sp.	10	5,00	50
<i>Portulaca oleracea</i>	sp.	50	0,50	25
<b>SUBTOTAL M</b>				<b>140</b>

<b>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
Flete de materiales	Flete	2,00	10,00	20,00
<b>SUBTOTAL N</b>				<b>20,00</b>

<b>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/DÍA B</b>	<b>COSTO DÍA C=AxB</b>
Trabajadores	1	27,28	27,28
<b>SUBTOTAL O</b>			<b>27,28</b>

<b>EQUIPO DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIF A B</b>	<b>COSTO DÍA C=AxB</b>	<b>COSTO POR 1 SEMANA D=Cx5</b>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			<b>187,28</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>			<b>12%</b> 22,47
<b>UTILIDAD CONTRATISTA (%)</b>			<b>30%</b> 56,18
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>265,94</b>

**Son:** dos cientos veinte y dos dólares, 94/100 centavos.**Estos precios no incluyen IVA**

Elaboración propia (2018)

**Tabla 19.** Cálculo de presupuesto. Rubro 3

Rubro:	3			
Detalle:	instalación sistema de riego por goteo			
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>A</b>	<b>UNIT.</b>	<b>C=AxB</b>
			<b>B</b>	
Tanque de 2000 L	Tanque	1	233,00	233,00
Tanque de 250 L	Tanque	1	107,00	107,00
Tubería PVC para agua 1/2", 6m de largo	Tube	23	8,30	190,90
Codo 90°	Codo	3	0,55	1,65
Reductor de agua	Reductor	1	1,25	1,25
Unión universal 1/2"	Unión	85	0,60	51,00
Unión TEE	Unión TEE	1	0,75	0,75
Teflón amarillo grande	Teflón	10	1,00	10,00
Bomba de agua	Bomba de agua	1	125,00	125,00
Goteros	Goteros	410	1,00	410,00
Temporizador de agua	Temporizador de agua	1	130,00	130,00
Solución nutritiva	ml	2	20,00	20,00
Canaleta de 3m	m	1	11,75	11,75
<b>SUBTOTAL M</b>				<b>1.312,30</b>
<b>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=AxB</b>
Flete de materiales	Flete	1,00	10,00	10,00
<b>SUBTOTAL N</b>				<b>10,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/DIA</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>B</b>	<b>DIA</b>	<b>POR 3</b>
			<b>C=AxB</b>	<b>DÍAS</b>
				<b>D=Cx5</b>
Trabajadores	3	27,28	81,84	245,52
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>245,52</b>
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>A</b>		<b>DÍA</b>	<b>POR 3</b>
			<b>C=AxB</b>	<b>DÍAS</b>
				<b>D=Cx5</b>
Alquiler de herramientas	3,00	20,00	60,00	180,00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>180,00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>1.747,82</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>			12%	<b>209,74</b>
<b>UTILIDAD CONTRATISTA (%)</b>			30%	<b>518,35</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>2.453,50</b>

**Son:** dos mil cuatrocientos cincuenta y tres dólares, 50/100 centavos.

**Estos precios no incluyen IVA**

Elaboración propia (2018)



**Tabla 20.** Cálculo de presupuesto. Rubro 4

Rubro: **4**

Detalle: **adquisición de musgo *sphagnum* y plantación de especies vegetales.**

Especificaciones: **incluye transporte**

<b>MATERIALES DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
Musgo <i>Sphagnum</i>	Quintal	25	23,00	575
<b>SUBTOTAL M</b>				<b>575,00</b>
<b>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDA D A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL N</b>				<b>0,00</b>
<b>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/ DIA B</b>	<b>COSTO DIA C=AxB</b>	<b>COSTO POR 3 DÍAS D=Cx5</b>
Trabajadores	3	27,28	81,84	245,52
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>245,52</b>
<b>EQUIPO DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIF A B</b>	<b>COSTO DÍA C=AxB</b>	<b>COSTO POR 3 DÍAS D=Cx5</b>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				820,52
INDIRECTOS (%)			12%	98,46
UTILIDAD CONTRATISTA (%)			7%	246,16
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>1.165,14</b>

**Son:** mil ciento sesenta y cinco dólares, 14/100 centavos.

**Estos precios no incluyen IVA**

Elaboración propia (2018)

**Tabla 21.** Calculo presupuesto total.

<b>RUBRO</b>	<b>DETALLE</b>	<b>MONTO</b>
1	Elaboración de la estructura y colocación de capas.	3.311,44
2	Adquisición de plantas para jardín	265,94
3	Instalación sistema de riego por goteo.	2.453,50
4	Adquisición de musgo <i>Sphagnum</i> y plantación de especies vegetales.	1.165,14
<b>TOTAL</b>		<b>7.196,02</b>

**Son:** siete mil ciento noventa y seis dólares, 02/100 centavos.

**Estos precios no incluyen IVA**

Elaboración propia (2018)

#### 4.4. Análisis de la socialización

Para la socialización de este proyecto se presentó en las casas abiertas del Departamento de Ciencias de la Vida (DCV) de la UEA un modelo a escala de prototipo de 1m x 2m (ver Figura 34) con el fin de demostrar que el si es factible realizar jardines verticales basado en el desarrollo urbano sostenible, que sirva como modelo para otras instituciones. Este ejemplar fue construido por una estructura metálica que soportó la plantas; geomembrana que protege la estructura; malla de zaranda para los bolsillo; el sistema de riego se instaló con botellas de plástico y manguera delgada; se colocó una bandeja recolectora de agua en la parte del pie del prototipo para aprovechar el líquido sobrante de la hidratación de las especies vegetales, una bomba manual para recirculación el agua; las 25 especies entre ornamentales y aromáticas fueron obtenidas del viveros comunitario Jardín Verde; el musgo *Sphagnum* fue adquirido de un vivero de la ciudad de Ambato así como la solución nutritiva. Invirtiendo un total de \$150.

Figura 34. Socialización en las casas abiertas DCV



Fotografía tomada por la autora

Se recibió alrededor de 300 personas, los comentarios fueron buenos ya que mencionaron que si sería bueno implementar un prototipo en la Universidad y que ojalá no quede en papeles, ya que si se instalara seria uno de los primeros edificios de la ciudad de Puyo que tenga una solución ambiental para las zonas urbanas en donde no hay espacio para plantar árboles. Por otro lado, una minoría de los observadores opinaron que es buena la propuesta, pero que a nivel regional no se tiene una cultura ambiental y no invertiría en cuidar el medio ambiente, mas aun si son edificaciones privadas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El área calculada para la instalación del jardín vertical en el campus de la Universidad Estatal Amazónica es 30 m<sup>2</sup>. El sistema de jardines verticales acorde a las condiciones de la Universidad es el organopónico con fieltro no tejido, debido a que usa un sustrato orgánico ligero, para este estudio se seleccionó el musgo *Sphagnum*, el cual tiene las características de ser estéril y tener alta retención de agua lo que optimiza el uso de recurso hídrico y el sistema de fertilización; el sistema de riego recomendado es el de goteo el cual consiste en colocar goteros para cada planta mediante tubería PVC, además de colocar una bomba de agua para reutilizarla, un tanque para recoger agua lluvia y un temporizador de riego automático. El presupuesto calculado para este proyecto es de USD 7.196,02 + IVA. Pero aun así el precio es menor en comparación a empresas del país dedicadas a jardinería vertical. Sin considera el costo beneficio como servicio ecosistémico.

El número de plantas que se requerirá para la construcción del jardín vertical es de alrededor 430 de las cuales se seleccionó 12 posibles especies bajo criterios sugeridos por los estudiantes, por la visita a viveros y revisión bibliográfica; entre ellas estas están: *Sedum lineare* L., *Adiantum humile* L., *Anthurium andreanum* L., *Tradescantia Spathacea* Sw., *Petunia hybrida* E. Vilm., *Coleus blumei* L., *Portulaca oleracea* L., *Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques, *Impatiens walleriana* Hook. f. *Bletilla striata* Rehb. f., *Tillandsia dyeriana* L., *Spathiphyllum wallasii* S.L. Endlicher. A las plantas seleccionadas también se considero el tamaño, capacidad de adaptación y el crecimiento con la finalidad que el mantenimiento no sea un problema.

Se socializo la propuesta aproximadamente a 300 visitantes en las fiestas del Departamento de Ciencias de la Vida de la UEA realizado el 1 de junio de 2018, para lo cual se presento un pequeño prototipo de 2m<sup>2</sup>, el cual se invirtió \$150, estaba compuesto de plantas ornamentales y aromáticas las cuales llamaron la atención. Allí se difundió la importancia y beneficios de los jardines verticales como una solución ambiental, además se indicó que el prototipo implantado en la Universidad es para que sirva de modelo para que se aplique en edificaciones de la provincia de Pastaza o de la región.

## 5.2. Recomendaciones

Antes de realizar la selección del sistema y diseños se debe tener en cuenta la ubicación, los comportamientos atmosféricos, si va ser de exterior o de interior; porque de esto depende la selección de especies vegetales y el sistema de riego. De preferencia se debe plantar especies nativas porque se adaptan con mayor facilidad que las exóticas.

Se debe seleccionar un sustrato ligero y orgánico para que la pared no contenga demasiado peso y no se debe sobrecargar de plantas el muro vivo. Si se usa turba de *Sphagnum* se sugiere introducir en el agua de riego solución nutritiva con la finalidad de que la planta reciba macro y micro nutrientes necesarios para que se desarrolle con normalidad. Tener en cuenta que no falte el agua a las plantas porque este es el líquido vital para que sobrevivan.

El mantenimiento se recomienda hacerlo de forma periódica o cuando lo amerite con el objetivo de que el jardín vertical no pierda su belleza paisajística y tenga una duración de vida útil más largo. Además, es importante revisar el sistema de riego trimestralmente para limpiar las tuberías y equipos tubería.

## CAPÍTULO VI

### BIBLIOGRAFÍA

- Ardila, V., y Cano, O. (2018). Cubiertas verdes: una alternativa ambiental para la ciudad. *Revista de la Universidad Pontificia Bolivariana Volumen XII*, La Paz . Obtenido de <https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/viewFile/8157/7471>
- Ayuso, A. (2016). *Evaluación del comportamiento hídrico de un jardín vertical de interior* (tesis de grado). Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.upct.es/handle/10317/5826>
- Cabrera, M., y Salazar, W. (2016). Construcción experimental de jardines verticales y su relación con el confort termohigrométrico en ambientes cerrados. *Revista Industrial data*, 19(2): 78-90. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v19i2.12818>
- Camacho V. (2017). Jardín Botánico de Quito. *CODESO-Fundación Botánica de los Andes*. Ecuador. Obtenido de <http://www.codeso.com/>
- Castillo, Y. (2015). *El edificio como biotopo* (tesis de máster). Universitat Politècnica de Catalunya, España. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/112907/YibelCastillo\\_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/112907/YibelCastillo_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- De la Torre, J. (2014). *Jardín Botánico Comunitario Urcuquí* (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6751>
- Díaz, K. (2017). *Implementación de techos verdes en el Centro Comercial Palatino de Bogotá* (tesis de grado). Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/16518/1/D%C3%ADazMarinKarenaAlejandra2017.pdf>
- Espín, D., Nuñez, L., Escobar, M., Barroso, M. y Espinosa, B. (2015). Plan de ordenamiento de desarrollo estructural y territorial de la provincia de Pastaza 2015-2020, Ecuador. Obtenido de [https://www.google.com.ec/search?q=Plan+de+ordenamiento+de+desarrollo+estructural+y+territorial+de+la+provincia+de+Pastaza&rlz=1C1CHZL\\_esEC738EC738&oq=Plan+de+ordenamiento+de+desarrollo+estructural+y+territorial+de+la+provincia+de+Pastaza&aqs=chrome..69i57.1175j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-](https://www.google.com.ec/search?q=Plan+de+ordenamiento+de+desarrollo+estructural+y+territorial+de+la+provincia+de+Pastaza&rlz=1C1CHZL_esEC738EC738&oq=Plan+de+ordenamiento+de+desarrollo+estructural+y+territorial+de+la+provincia+de+Pastaza&aqs=chrome..69i57.1175j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-)

- Fernández, G. (2016). Información Institucional. *Universidad Estatal Amazónica (UEA)*  
Obtenido de <https://www.uea.edu.ec/index.php/inicio/informacion-institucional>
- Fuentes, E. (2017). *Estudio y diseño de un jardín vertical como panel bioclimático; acústico térmico y visual en el parque Guayas, cantón el Empalme* (tesis de grado). Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/22793>
- García, D. (2018). *Estudio de creación de una cubierta verde en los edificios de la EPSG* (tesis de grado). Universidad Politécnica de Valencia, Madrid. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/96882/GARCIA%20-%20Estudio%20de%20creaci%C3%B3n%20de%20una%20cubierta%20verde%20en%20los%20edificios%20de%20la%20EPSG.pdf?sequence=1>
- García, G., García, S., Gordillo, J., y Martínez, R. (2015). Hongos entomopatógenos como una alternativa en el control biológico. *Revista Académica de Ciencias Biológicas*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Volúmen XV. Número 27. ISSN 1665-0514. Obtenido de <http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/846/709>
- García, J., y Ariza, J. (2016). *Diseño e implementación de jardines verticales como estrategia pedagógica en la educación ambiental del colegio distrital instituto técnico industrial Francisco José de Caldas* (tesis de grado). Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6591/1/GarciaLozadaJessicaPaola2017.pdf>
- Garnier, T. (2012). Un jardín vertical en el Centro del DF. *Ebrard*. Universidad del Claustro de Sor Juana y la Secretaría del Medio Ambiente. México. Obtenido de <http://obrasweb.mx/construccion/2012/11/23/ebrard-inaugura-un-jardin-vertical-cerca-del-centro>
- Gómez, E. (2017). Paisaje y jardín en las representaciones pictóricas del Mundo Clásico. *Revista de Arte, Ciencia y Comunicación (14)*. Universidad Complutense de Madrid, España. Obtenido de <http://revistas.rcaap.pt/artciencia/article/view/12189>
- Gómez, J. (2013). CC en Quito: Ecosistema vertical en Ecuador, *Paisajismo Urbano*®, Quito, Ecuador. Obtenido de <http://www.paisajismourbano.com/quito-ecosistema-vertical-ecuador>.

- González, J. (2017). *Fachadas verdes, arquitectura alternativa y sostenible: aplicación y caso práctico en España* (tesis de Máster). Universidad Politécnica de Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/77879>
- Guzmán, G. (2017). *Sistema de producción hidropónica de lechuga (Lactuca sativa)* (tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2981/F01-R3554-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hasan, M. (2013). Investigation of Energy Efficient approaches for the energy performance improvement of commercial buildings. *Queensland University of Technology*. Brisbane, Australia. Obtenido de [https://www.google.com.ec/search?q=Investigation+of+Energy+Efficient+approaches+for+the+energy+performance+improvement+of+commercial+buildings&rlz=1C1CHZL\\_esEC738EC738&oq=Investigation+of+Energy+Efficient+approaches+for+the+energy+performance+improvement+of+commercial+buildings&aqs=chrome..69i57j5i66j69i58j5i66l3.171j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com.ec/search?q=Investigation+of+Energy+Efficient+approaches+for+the+energy+performance+improvement+of+commercial+buildings&rlz=1C1CHZL_esEC738EC738&oq=Investigation+of+Energy+Efficient+approaches+for+the+energy+performance+improvement+of+commercial+buildings&aqs=chrome..69i57j5i66j69i58j5i66l3.171j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- Hincapié, D. y Franco, X., (2015). *Evaluación del balance hídrico de un jardín de lluvia a escala piloto en el Campus Piedra de Bolívar de la Universidad de Cartagena* (tesis de grado). Universidad de Cartagena, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/handle/11227/2226>
- INEC. (2012). *Instituto Nacional de estadísticas y censos. Índice Verde Urbano 2012*. Ecuador. Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Verde\\_Urbano/Presentacion\\_Indice%20Verde%20Urbano%20-%202012.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Verde_Urbano/Presentacion_Indice%20Verde%20Urbano%20-%202012.pdf)
- Kaminature, C. (2017). Diferencia entre jardín vertical natural y artificial. *Kaminature SA*. Andalucía, España. Obtenido de <http://www.kaminature.com>
- López G., Pérez, J., Ruiz, J., y Masaguer, A. (2017). Caracterización física e hidrofísica de sustratos orgánicos sostenibles para sistemas de naturación en espacios urbanos. Madrid, España. *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(1), 33-40. Obtenido de <http://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/511/512>
- López, T. (2016). *Jardines verticales* (tesis de grado). Universidad Politécnica de Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69118/L%C3%93PEZ%20-%20CSA-F0020%20Jardines%20verticales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mantilla, K. (2015). *Mantenimiento de jardines verticales*. Perú. Obtenido de <http://www.jardinurbano.pe/mantenimiento-de-jardines-verticales-489-n.html>
- Maocho, F. (2010 ). Tipos de Jardines verticales. Estudio del paisajismo, México Obtenido de <https://felixmaocho.wordpress.com/2010/08/13/xerojardin-jardines-verticales-la-estructura-del-jardin/>
- Martínez, S. (2017). *Estudio y aplicación de las fachadas verdes para mejorar la eficiencia energética en edificación. Caso práctico de estudio barrio Cremor, Castellón* (tesis de grado). Universidad Jaime I, España. Obtenido de [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/173926/TFG\\_2017\\_MartinezSunerSergio.pdf?sequence=1](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/173926/TFG_2017_MartinezSunerSergio.pdf?sequence=1)
- Martínez, U. ( 2015). Medio ambiente. Jardines verticales, más allá del paisaje. *Revista digital Técnico Ambiental*. Universidad Autónoma de México, México D.F. Obtenido de <http://innovacion.uas.edu.mx/jardines-verticales-mas-alla-del-paisaje/>
- Menéndez, P. (2017). *Estudio de la producción hidropónica de hortalizas Solanáceas* (tesis de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/687/1/UNESUM.ECU-AGROPE-2017-02.pdf>.
- Mier, J. (2017). *Investigación y diseño de un jardín vertical en la ciudad de Quito para la fachada de la Universidad de las Américas Sede Colón* (tesis de grado). Universidad de las Americas, Ecuador. Obtenido de [dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8388/1/UDLA-EC-TTCD-2017-04.pdf](https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8388/1/UDLA-EC-TTCD-2017-04.pdf)
- Montero, L. (2017). Fachadas Vegetales, principales sistemas constructivos al detalle. *Revista para los profesionales y empresas de los edificios sostenibles*. Murcia, España. Obtenido de <https://inarquia.es/fachadas-vegetales-sistemas-constructivos>
- Morales, K. (2015). *Estudio de la implementación de la fachada vegetal en los bloques multifamiliares del proyecto socio vivienda I ubicado en el sector nueva prosperina ciudad de Guayaquil zona 8 provincia del Guayas* (tesis de grado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://docplayer.es/34875444-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-arquitectura-y-urbanismo-arq-guillermo-cubillo-renella.html>
- Navarro, J. (2013). *Los jardines verticales en la edificación* (tesis de máster). Universidad Politécnica de València, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/33814>.



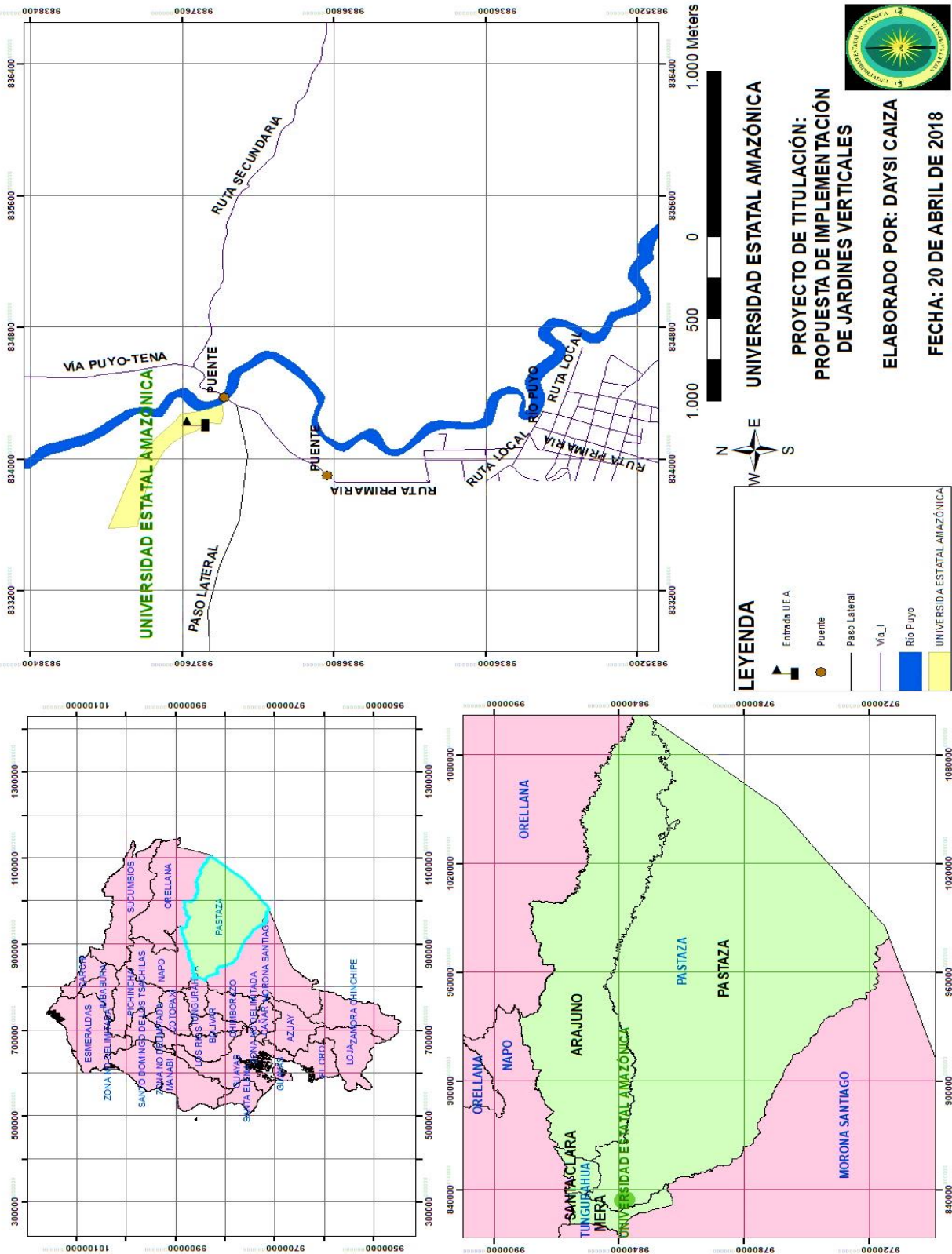
- Ordoñez, A. (2018). Solución Nutritiva Hidropónica.. Huerta Honfleur, Ecuador. Obtenido de <http://www.lahuertahonfleur.com.ec/>
- Pato, S. (2017). Jardines verticales alrededor del mundo. Revista digital Nuevo Milan, Italia. Obtenido de <http://www.publico.es/viajes/jardines-verticales-alrededor-del-mundo/>
- Paucar, J. (2017). *Diseño de mobiliario urbano vertical, ubicado en paraderos de entre ríos-la puntilla; que contará con sistema especializado, más componente vegetal que reducirá la contaminación ambiental* (tesis de grado). Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo. , Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/26884>
- Pereira, J. (2016). *Fachadas vegetales: análisis del impacto medioambiental y aplicaciones* (tesis de grado). Universidad de Coruña, España. Obtenido de <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/16966?locale-attribute=es>
- Pérez R. (2018). Bombas de Agua. *Distribuidora Andina SA*. Quito-Ecuador. Obtenido de <https://andinadistribuidora.com>
- Pérez, Y., Moreno, A, Olivo, D., Valencia, T., Crespo, Y. y García, Y. (2017). Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de Musa paradisiaca variedad valery. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(3), 191-200. Universidad Rioja, España. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6413707>
- Pesantes, J. (2015). *Efecto de dos fuentes y dos dosis comerciales de microorganismos eficientes en el pre-compostaje de la broza de espárrago (asparagus officinalis l) en Trujillo, La Libertad* (tesis de grado). Universidad de Trujillo, Perú. Obtenido de <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4120>
- Pizarro, F. (2017). Tuberías de polietileno y accesorios de PVC para presión. *Plastigama SA*. Obtenido de <http://sitio.plastigama.com/productos/construccion/agua-potable.html>
- Poza, A. (2017). *Acondicionamiento bioclimático. Jardines verticales. Aplicaciones y caso práctico en la Escuela de Arquitectura de Valladolid* (tesis de grado). Universidad de Valladolid, España. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/26586/1/TFG-A-083.pdf>
- Quispe, O. (2016). *Espacios verdes y sostenibilidad urbana en la ciudad de Jauja. Proyecto de Aplicación: Parque Zonal de la ciudad de Jauja* (tesis de grado), Universidad del Centro, Perú. Obtenido de [repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/357](http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/357)

- Rivadeneira, E. (2016). *Propuesta de un módulo de Jardines Verticales para espacios Arquitectónicos en la ciudad de Riobamba. Riobamba:* (tesis de grado). Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/2960>
- Salazar, C. (2016). *Estudio para diseño de un nuevo cementerio implementado jardines descontaminante dirigido a la población del cantón Santa Elena* (tesis de grado), Ecuador Obtenido de [repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12613](http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12613)
- Salazar, D. (2017). *Diseño de jardines verticales en el interior de viviendas y la calidad de vida de los habitantes de la parroquia La Merced* (tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Diseño, Arquitectura y Artes, Ecuador. Obtenido de [repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26160](http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26160)
- Serrato, S. (2014). *Modelo de muros verdes con plantas crasas para el oriente de la ciudad de México* (tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma de México, México. DF. Obtenido de [https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis\\_serrato\\_gallardo.pdf](https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_serrato_gallardo.pdf)
- Tobar, I., y Terán, M. (2017). El jardín vertical es la oferta de dos arquitectos. *Revista líderes*. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://www.revistalideres.ec/lideres/jardin-vertical-oferta-arquitectos.html>
- Torres, J., Mena, V., y Álvarez, E. (2016). Composición y diversidad florística de tres bosques húmedos tropicales de edades diferentes, en El Jardín Botánico del Pacífico, municipio de Bahía Solano, Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 6(1), 12-21. Obtenido de [http://revistas.utch.edu.co/ojs5/index.php/Bioneotropical/article/view/197/html\\_2](http://revistas.utch.edu.co/ojs5/index.php/Bioneotropical/article/view/197/html_2)
- Valbuena, S., y Tibasosa, A. (2016). *Estudio de Pre-Factibilidad Técnica, Ambiental y Económica para la Implementación de Terrazas Verdes en el Centro Empresarial La Castellana de Bogotá* (tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3341/1/ValbuenaLesmesSteven2015.pdf>
- Vintimilla, C. (2013). *Uso de materiales para jardines verticales en espacios interiores* (tesis de grado). Universidad del Azuay, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2601/1/09789.pdf>

# MAPA DE UBICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## CAPÍTULO VII ANEXOS

### Anexo 1. Mapa de ubicación de la Universidad Estatal Amazónica



**Anexo 2. Formato de la encuesta aplicada.**

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**



**ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Encuesta social y ambiental para la evaluación de implementación de un jardín vertical en el  
bloque F de la Universidad Estatal Amazónica**

<b>Edad</b>	
<b>Género</b>	
<b>Semestre</b>	

**Lea detenidamente las siguientes preguntas, responda con sinceridad.**

1. ¿Usted posee algún tipo de planta en su casa? Si su respuesta es sí mencione donde.

Si (      )

No(      )

Donde:

2. De acuerdo con diversas fuentes, un jardín vertical es una pared cubierta de plantas de diversas especies que son cultivadas en una estructura especial dando la apariencia de ser un jardín, pero en forma vertical. ¿Qué beneficios ambientales usted considera que se obtiene de ellos?
- Absorbe CO<sub>2</sub>
  - Minimiza la contaminación sonora
  - Sirve de hábitat para insectos y aves
  - Regula la temperatura
3. Desde el punto de vista social. ¿Usted qué beneficios opina que trae un jardín vertical?
- Relaja a las personas
  - Reduce el estrés
  - Aumenta las ganas de trabajar
  - No trae beneficios
4. Sabiendo que la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin perjudicar las futuras generaciones. ¿Usted cree que los jardines verticales son?
- Construcciones urbanas sostenibles.
  - Construcciones que no aportan en nada
  - Embellecedores de edificios
  - Construcciones que generan grandes ganancias económicas.
5. ¿Qué considera usted acerca de los jardines verticales?, que son diseños:
- Antiguos
  - Recientes
  - Innovadores
  - Ecológicos
6. ¿En qué lugar supone usted, que es el mejor para instalar jardines verticales?
- Edificaciones publicas
  - Casas
  - Establecimientos de educación
  - Centro comerciales
7. ¿Qué tipo de especies vegetales cree que son buenas para plantar en jardines verticales?
- Cualesquiera especies es buena

- b) Hay que seleccionar de acuerdo al lugar y clima
  - c) Especies exóticas
  - d) Especies nativas
8. ¿Qué tipo de sustrato se debería colocar en los jardines verticales?
- a) Sustrato sintético
  - b) Compost
  - c) Turba- material orgánico ligero
  - d) Perlita- vidrio volcánico
9. ¿Cuánto tiempo cree que dura la instalación de un jardín vertical?
- a) 1 a 6 meses
  - b) 6 meses a 1 años
  - c) Mas de 1 año
10. ¿Desde el punto de vista económico como considera a estos sistemas?
- a) Económicos (\$100-\$1 000)
  - b) Ni muy caros ni muy costos (\$1 000-\$10 000)
  - c) Costoso (> a 10 000)
11. ¿Ha visto o ha escuchado de algún jardín vertical? Si es si mencione el nombre o lugar.
- Si ( ) No( )
- Lugar: \_\_\_\_\_
- 
12. ¿Piensa usted que los estudiantes o graduados de Ingeniería Ambiental de la UEA están en la capacidad de diseñar e instalar jardines verticales? Mencione por qué.
- Si ( ) No( )
- Porque: \_\_\_\_\_
- 
13. ¿Considera que es factible instalar un jardín en el bloque F de la UEA? Mencione por qué.
- Si ( ) No( )
- Porque: \_\_\_\_\_
- 
14. ¿Qué beneficios usted piensa que conllevarían este tipo de obra en el bloque F?
- a) Económico
  - b) Ambiental
  - c) Social
  - d) Escénico
15. ¿Qué plantas usted sugeriría para que se coloque en el jardín vegetal de la Universidad, si es que se llegara a ejecutar el proyecto?
- 
16. ¿Qué tipo de inconvenientes cree que generaría la implementación del jardín vertical en el bloque de Ambiental?
- a) Contaminación acústica
  - b) Polvo en exceso
  - c) Escombros
  - d) Generación de gases tóxicos

**¡Muchas gracias por su colaboración!**