

**GRANJA VERTICAL PILOTO PARA EL CULTIVO DE PLANTAS AROMATICAS
EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES CENIVAM. DISEÑO Y FABRICACION.
PROYECTO INSCRITO EN GRUPO INTERFAZ UIS.**

MARIA CAROLINA PEÑUELA VARGAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2012

**GRANJA VERTICAL PILOTO PARA EL CULTIVO DE PLANTAS AROMATICAS
EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES CENIVAM. DISEÑO Y FABRICACION.
PROYECTO INSCRITO EN GRUPO INTERFAZ UIS.**

MARIA CAROLINA PEÑUELA VARGAS

Trabajo de Grado para optar el título de Diseñador Industrial

Director:

MIGUEL E. HIGUERA MARIN

Diseñador Industrial

Codirector:

HECTOR JULIO PARRA MORENO

Diseñador Industrial

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2012

A Dios quien estuvo conmigo en todo este proceso de formación profesional ayudándome a ser siempre una persona honesta y dedicada. A mis Padres y hermano quienes me han brindado un apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida. A mi esposo por darme la fuerza y las ganas por siempre salir adelante.

María Carolina Peñuela Vargas

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander por la formación que recibí, a los profesores, a mi Director por ayudarme en cada etapa de este proceso, a mi inseparable amiga Kate con quien estuve durante toda mi Carrera.

María Carolina Peñuela Vargas

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	18
1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	20
1.1 TITULO	20
1.2 AUTOR, TUTORES Y PARTICIPANTES	20
1.3 ENTIDADES INTERESADAS □	20
1.4 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS □ □	21
1.5 DESCRIPCION DEL PROYECTO	21
1.5.1 Planteamiento del problema	21
1.5.2 Impacto	22
1.5.3 Objetivos	22
1.5.4 Alcances del Proyecto	23
1.5.5 Limitaciones del Proyecto	23
1.5.6 Resultados del Proyecto	24
1.5.7 Justificación	24
1.6 UBICACIÓN DEL PROYECTO	25
1.6.1 Fotografía del lugar	27
2. INVESTIGACION	28
2.1 PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD	28
2.2 RECOPIACION DE LA INFORMACION	28
2.2.1 Granja Vertical	28
2.2.2 Estado del Arte	29
2.2.3 Estudio de Patentes	38
2.2.4 Características Morfológicas de las plantas a cultivar en la granja	52
2.2.5 Condiciones de la siembra	53
2.2.6 Sistemas Estructurales	54

2.2.7 Sistemas de crecimiento tridimensional	56
2.2.8 Materiales	57
3. NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS	64
3.1 ENCUESTAS	65
3.2 TABULACION DE RESULTADOS	67
3.3 PARAMETROS Y REQUERIMIENTOS	68
4. GENERACION Y SELECCIÓN DEL CONCEPTO	70
4.1 ACLARAR EL PROBLEMA	70
4.2 IDEAS PRELIMINARES	70
4.3 EVALUACION DE ALTERNATIVAS	74
4.4 EVOLUCION DE LA ALTERNATIVA	75
5. CALCULOS	85
5.1 CALCULOS DE PESO Y VOLUMEN DE LA MACETA	85
5.2 ANALISIS DE TENSIONES	88
5.2.1 Análisis de tensiones de la maceta	88
5.2.2 Análisis de tensiones de la estructura	95
5.2.3 Análisis de tensiones del mecanismo de cargue y descargue de las macetas.	103
5.3 DETALLES DE FABRICACION	110
5.3.1 Fabricación de la maceta	110
5.4 FABRICACION DE LA ESTRUCTURA	115
5.5 MODELO FINAL	120
5.5.1 Funcionamiento	121
5.5.2 Secuencia de uso	123
6. PROPUESTA	128
6.1 EVALUACION DE LA CALIDAD DEL DISEÑO INDUSTRIAL	131
6.2 DISEÑO PARA MANUFACTURA Y CONSTRUCCION DE PROTOTIPO PRODUCCIÓN	134
6.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION “GRANJA VERTICAL PILOTO PARA EL CULTIVO DE PLANTAS AROMATICAS”	135

6.4 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	136
6.5 ESPECIFICACIONES DE LA MATERIA PRIMA	137
6.6 IDENTIDAD CORPORATIVA	138
7. CONCLUSIONES	139
BIBLIOGRAFIA	140

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Planos Cenivam	26
Figura 2. Sitio de Instalación de la granja.	27
Figura 3. Área de Instalación de la granja.	27
Figura 4. Granja vertical en paredes	29
Figura 5. Jardines Verticales en Casa	30
Figura 6. Jardines Verticales en Casa 2	31
Figura 7. Green Diamond Aerosystem	32
Figura 8. VertiCrop	33
Figura 9. Plantagon	34
Figura 10. Girolítica Ambiental	35
Figura 11. Granja Vertical en Nueva York	35
Figura 12. Clepsydra	36
Figura 13. Soil-less Solution	36
Figura 14. Pet-Tree	37
Figura 15. Vertical Garden	38
Figura 16. Assembly kit fot a holder for growrh supporting system	39
Figura 17. Vertical Planter	40
Figura 18. Vertical Planter Apparatus and Method	41
Figura 19. Modular Planter System	42
Figura 20. Self- Waterning Vertical Supporting Planter	43
Figura 21. Hydroponic Plant Cultivating Apparatus	44
Figura 22. Mobile Garden Cart	45
Figura 23. Vertically Integrated Greenhouse	46
Figura 24. Eco-Friendly Vertical Planter Apparatus, System and Method	47
Figura 25. Modular Gardening System	48

Figura 26. Vertical Garden Panel	49
Figura 27. Vertical Hydroponic System	50
Figura 28. Vertical Planter	51
Figura 29. Distribución del espacio	54
Figura 30. Profundidad necesaria para la siembra	54
Figura 31. Ejemplos de crecimiento con base a un modulo	56
Figura 32. Muestra de fibra de vidrio	58
Figura 33. Fibra de vidrio Roving	59
Figura 34. Perfiles Laminados de Acero	62
Figura 35. Perfiles armados en base a placas de Acero	62
Figura 36. Secciones transversales de concreto Armado	63
Figura 37. Modelo de Encuesta # 1	65
Figura 38. Modelo de Encuesta # 2	66
Figura 39. Bocetos Alternativa #1	71
Figura 40. Bocetos Alternativa #2	72
Figura 41. Prototipo 1	73
Figura 42. Prototipo 2	73
Figura 43. Granjas Existentes	74
Figura 44. Granja 3D	83
Figura 45. Agricultura Horizontal VS Agricultura Vertical	84
Figura 46. Calculo de peso	86
Figura 47. Ensamble Maceta Final-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1	93
Figura 48. Ensamble Maceta Final-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1	93
Figura 49. Ensamble Maceta Final-Estudio 1-Deformaciones unitarias- Deformaciones unitarias1	94
Figura 50. Ensamble Maceta Final-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1	94
Figura 51. Ensamblaje_ Análisis estructural_1-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1	101

Figura 52. Ensamblaje_ Análisis estructural_1-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1	102
Figura 53. Ensamblaje_ Análisis estructural_1-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1	102
Figura 54. Ensamblaje_ Análisis estructural_1-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1	103
Figura 55. Brazo de Rotacion_Analisis-Estructural-1-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1	108
Figura 56. Brazo de Rotacion_Analisis-Estructural-1-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1	108
Figura 57. Brazo de Rotacion_Analisis-Estructural-1-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1	109
Figura 58. Brazo de Rotacion_Analisis-Estructural-1-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1	109
Figura 59. Matriz macetas	110
Figura 60. Molde Maceta	111
Figura 61. Capa de color	111
Figura 62. Refuerzo con platina	112
Figura 63. Produccion de macetas	112
Figura 64. Instalación de elementos adicionales	113
Figura 65. Pruebas con peso	114
Figura 66. Fabricación Estructura	115
Figura 67. Estructura armada	116
Figura 68. Instalación del mecanismo	117
Figura 69. Pruebas de resistencia	117
Figura 70 Pruebas de resistencia 2	118
Figura 71. Estructura Pintada	119
Figura 72. Fotografías del proyecto	120
Figura 73. Funcionamiento de la granja	121
Figura 74. Paso 1	123

Figura 75. Paso 2	123
Figura 76. Paso 3	124
Figura 77. Paso 4	124
Figura 78. Paso 5	125
Figura 79. Paso 6	125
Figura 80. Paso 7	125
Figura 81. Paso 8	126
Figura 82. Paso 9	126
Figura 83. Render 1	128
Figura 84. Render 2	128
Figura 85. Render 3	129
Figura 86. Render 4	129
Figura 87. Render 5	130
Figura 88. Render 6	130
Figura 89. Elementos de la granja	136
Figura 90. Identidad Corporativa	138
Figura 91. Logotipo	138

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características Morfológicas	52
Tabla 2. Encuesta # 1	67
Tabla 3. Encuesta # 2	67
Tabla 4. Requerimientos y Parámetros	68
Tabla 5. Matriz de Selección	74
Tabla 6. Propiedades del estudio de la maceta	88
Tabla 7. Unidades	88
Tabla 8. Propiedades de material	89
Tabla 9. Sujeción	91
Tabla 10. Carga	91
Tabla 11. Fuerzas de reacción	92
Tabla 12. Fuerzas de cuerpo libre	92
Tabla 13. Momentos de cuerpo libre	92
Tabla 14. Resultados predeterminados	92
Tabla 15. Propiedades del estudio de la estructura	95
Tabla 16. Unidades	95
Tabla 17. Propiedades de material	96
Tabla 18. Sujeción	99
Tabla 19. Carga	99
Tabla 20. Estado de contacto: Caras en contacto - Libre	100
Tabla 21. Fuerzas de reacción	100
Tabla 22. Fuerzas de cuerpo libre	100
Tabla 23. Momentos de cuerpo libre	100
Tabla 24. Resultados predeterminados	101
Tabla 25. Propiedades del estudio del mecanismo	103

Tabla 26. Unidades	104
Tabla 27. Sólidos	104
Tabla 28. Sujeción	106
Tabla 29. Carga	106
Tabla 30. Estado de contacto: Caras en contacto - Libre	106
Tabla 31. Fuerzas de reacción	106
Tabla 32. Momentos de reacción	106
Tabla 33. Fuerzas de cuerpo libre	107
Tabla 34. Momentos de cuerpo libre	107
Tabla 35. Resultados predeterminados	107
Tabla 36. Materia Prima	137

RESUMEN

TITULO: GRANJA VERTICAL PILOTO PARA EL CULTIVO DE PLANTAS AROMÁTICAS CON EL CENTRO DE INVESTIGACIONES CENIVAM. DISEÑO Y FABRICACIÓN. PROYECTO INSCRITO EN GRUPO INTERFAZ UIS´.

AUTOR: PEÑUELA VARGAS, María Carolina**

PALABRAS CLAVE: Granja vertical, Granja piloto, Agricultura moderna, Agricultura horizontal, Crisis climática.

DESCRIPCION

Las granjas verticales, es un proyecto cuyo fundamento es practicar la agricultura dentro de edificaciones de tamaño mayor, dentro de las ciudades, contando con una serie de cultivos por niveles.

La construcción de Granjas Verticales nace como solución a la crisis climática que está sufriendo nuestro planeta.

La agricultura moderna es causa de los desastres provocados por el calentamiento global, las técnicas actuales liberan muchos de los gases que ocasionan el efecto invernadero, al igual que toda la huella ambiental que deja el uso de maquinaria para el cuidado de los cultivos, el transporte de los alimentos y la tala y quema de bosques y selvas. Si bien las prácticas de la agricultura moderna no están funcionando hay que cambiar la manera de cultivar.

La agricultura vertical contribuye al cuidado del medio ambiente, a la restauración de ecosistemas sacrificados por la agricultura moderna, a la producción de alimentos sanos y a la renovación urbana.

Con este proyecto se quiere mostrar una manera diferente de cultivar las plantas con la cual se enseña que no se necesitan de grandes extensiones de tierra fértil para el cultivo, sino que también en un espacio reducido se puede cultivar.

Con el uso de las granjas verticales se ahorra hasta un 80% de tierra para cultivar la misma cantidad de especies comparado con la tierra que ocupa la agricultura horizontal y la logística de transporte de los alimentos es mínima ya que contamos con los cultivos dentro de las ciudades.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial Director: Miguel E. Higuera Marín, Diseñador Industrial. Codirector: Héctor Julio Parra Moreno, Diseñador Industrial

SUMMARY

TITLE: VERTICAL PILOT FARM FOR GROWING AROMATIC PLANTS WITH CENIVAM RESEARCH CENTER. DESIGN AND MANUFACTURING. PROJECT ENROLLED IN THE INTERFACE UIS GROUP.

KEYWORDS: Vertical Farm, Pilot Farm, Modern Agriculture, Horizontal Agriculture, Climate crisis.

AUTHOR: PEÑUELA VARGAS, María Carolina**

DESCRIPTION:

Vertical farms, is a project whose foundation is practicing agriculture within larger buildings inside cities, with a series of tiered crops.

The construction of vertical farms comes as a solution to the climate crisis that our planet is suffering.

Modern agriculture is the cause of the disasters caused by global warming, current techniques release many gases that cause the greenhouse effect, as well as all the environmental footprint left by the use of machinery for crop care, the food transport and the cutting and burning of forests and jungles. While modern agriculture practices are not working we have to change the way we grow.

Vertical farming contributes to protecting the environment, the ecosystem restoration slaughtered by modern agriculture, production of healthy food and urban renewal.

With this project we want to show a different way of growing plants which are taught not require large tracts of fertile land for cultivation, but also that in a small space we can grow plants. Using vertical farms will save up to 80% of land to grow the same amount of species compared to the land it occupies horizontal farming. With vertical farms the logistics of food transport is minimal because we have crops within cities.

* Work degree

** Faculty of Physical Engineering - Mechanical. School of Industrial Design Director: Miguel E. Higuera Marin, Industrial Designer. Co-Director: Hector Julio Parra Moreno, Industrial Designer

INTRODUCCION

Las granjas verticales, es un proyecto cuyo fundamento es practicar la agricultura dentro de edificaciones de tamaño mayor, dentro de las ciudades, contando con una serie de cultivos por niveles.

La propuesta consiste en la construcción de Granjas Verticales como solución a la crisis climática que está sufriendo nuestro planeta. La agricultura vertical contribuye al cuidado del medio ambiente, a la restauración de ecosistemas sacrificados por la agricultura moderna, a la producción de alimentos sanos y a la renovación urbana.

El problema de la agricultura moderna radica en que el hombre en su afán por conseguir alimento y hacer dinero con los productos de la tierra, sobreexplota la producción de cultivos, expandió sus tierras e invento “mejores” maneras para sembrar, cuidar y cosechar sus campos. Pero esta sobreexplotación de la tierra trajo consigo una serie de problemas ambientales y climáticos tales como la erosión y la degradación de la calidad del suelo.

La agricultura moderna dio origen a la tala de árboles, bosques y selvas, y a la deforestación desmedida.

Científicos estiman que más del 40% del exceso de Dióxido de Carbono que se ha acumulado en la atmosfera tiene su origen en la deforestación en siglos pasados.¹

Más tarde, el uso masivo del arado industrializado libero grandes cantidades de dióxido de carbono de la vegetación y del carbono presente del suelo.

¹ RATTAN La et al. “Soil Carbon sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security”, Science 304 (2004): 1623-1627

La maquinaria excesiva, y la necesidad de tractores de mayor potencia y tamaño, adicio no grandes cantidades de quema de combustibles fósiles.

El uso descontrolado de pesticidas, plaguicidas y herbicidas que para su fabricación, por cada kilogramo de herbicida, produce 22 kilogramos de CO₂.

No solamente en la producción de alimento hay fuente de crisis ambiental, sino también en el transporte de los alimentos del campo a la mesa.

Las grandes distancias que tienen que recorrer los productos del agro hasta llegar hasta nuestros hogares. Muchas veces los productos son producidos en países muy alejados del nuestro y necesitan de una logística de transporte mucho mayor. La cantidad de gasolina que se requiere para el transporte de los productos.

Es toda esta logística de transporte la que deja su huella de Carbono en el mundo y hace parte de la problemática de la agricultura moderna.

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

1.1 TITULO

Granja vertical piloto para el cultivo de plantas aromáticas con el centro de investigaciones CENIVAM. Diseño y fabricación. Proyecto inscrito en grupo Interfaz UIS.

1.2 AUTOR, TUTORES Y PARTICIPANTES

Autor:	María Carolina Peñuela Vargas Código: 2061308 Estudiante de Diseño Industrial UIS ☐
Director de proyecto:	Miguel Enrique Higuera Marín M.Sc (c) Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente Universidad de Manizales Esp. Gerencia de la producción y mejoramiento continuo UIS Diseñador Industrial UNAL Profesor UIS
Codirector de proyecto:	Héctor Julio Parra Moreno M.Sc Diseño Industrial UNAM Diseñador Industrial UNAL Profesor UIS
Director INTERFAZ:	Miguel Enrique Higuera Marín Profesor UIS

1.3 ENTIDADES INTERESADAS ☐

- Universidad Industrial de Santander.
- Escuela de Diseño Industrial UIS.
- El centro nacional de investigaciones para la agroindustrialización de especies vegetales aromáticas y medicinales - CENIVAM

- INTERFAZ- Grupo de Investigación en Usabilidad, Interficie, Desarrollo de Producto, Escuela de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander.

1.4 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS □□

El proyecto se desarrolla por iniciativa del centro de investigaciones CENIVAM. La granja vertical va a ser instalada dentro de las instalaciones del CENIVAM y ellos otorgan los recursos para la fabricación de la granja vertical al igual que la administración de la granja.

1.5 DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.5.1 Planteamiento del problema. El CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES - CENIVAM, es uno de los siete (7) Centros financiados por Colciencias y tiene un área de funcionamiento de 0.3 hectáreas. CENIVAM, desarrolla el proyecto "Estudio Integral de Especies Aromáticas y Medicinales Tropicales Promisorias para el Desarrollo Competitivo y Sostenible de la Agroindustria de Esencias, Extractos y Derivados Naturales en Colombia", cuyo principal aporte es la generación de conocimiento en diferentes áreas de la cadena productiva de aceites esenciales y derivados de extractos de plantas aromáticas y medicinales, una industria que ha mostrado crecimientos anuales del 10% a nivel mundial y que puede dinamizar el desarrollo rural colombiano.²

Durante sus 4 años de funcionamiento se han hecho grandes investigaciones de especies vegetales. Muchas de esas investigaciones van desde el cultivo de las especies hasta el estudio en el laboratorio de las mismas.

En estos momentos la mayoría de espacio en donde se podrían cultivar más especies vegetales está siendo utilizado por otras especies en estudio y no es

² Disponible en <http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/informacion/historia.html>. Consultado 03/03/2012

posible desechar esos cultivos para la siembra de otros nuevos.

El problema radica en cómo seguir cultivando las especies vegetales en el poco espacio que hay disponible en el CENIVAM.

1.5.2 Impacto

- Optimiza el espacio ya que se necesita hasta un 80% menos de tierra para cultivar comparado con la tierra que ocupa la agricultura horizontal.³
- Optimiza los procesos de siembra, cuidado y cosecha □
- Al estar los cultivos en las ciudades, ellos lograrían reducir las emisiones de dióxido de carbono emitido por la zona urbana. □
- Reduce la tala y quema de ecosistemas para la siembra de cultivos. □
- Sin la necesidad de transporte del campo a la ciudad, los alimentos se pueden conseguir con más facilidad y a un menor precio. □
- Alimentaria de forma más eficaz a las ciudades con calidad, cantidad y disponibilidad.

1.5.3 Objetivos

Objetivo General

Diseñar y fabricar una granja vertical piloto que optimice el espacio utilizado para el cultivo de las plantas aromáticas y los procesos asociados al cultivo de las mismas.

Objetivos Específicos

³ PARK, Jung Hyun, Sustainable Agriculture: vertical Farming in London. Glodsmith, University of London. 2010. Disponible en <http://issuu.com/jayfactory/docs/part1>. P14 Consultado 10/03/2012

- Diseñar un sistema que permita optimizar el espacio para el cultivo de plantas aromáticas.
- Facilitar nuevos procesos de siembra cuidado y cosecha del cultivo de plantas aromáticas.
- Utilizar la tecnología local disponible para la fabricación de la granja vertical.
- Establecer unas propuestas de variables para hacer replicable el proyecto en otros contextos.
- Fomentar el uso de granjas verticales en la región.

1.5.4 Alcances del Proyecto. El alcance del proyecto se centra en el diseño, fabricación e instalación en el centro nacional de investigaciones - CENIVAM de una granja vertical piloto.

1.5.5 Limitaciones del Proyecto

- Tiempo estimado: Un semestre académico.
- Los información necesaria para conocer acerca de las plantas aromáticas será suministrada por el centro de investigaciones- CENIVAM.
- El área dispuesta para la instalación del proyecto, al igual que el estudio de suelos de la misma será establecido por el centro de investigaciones- CENIVAM.
- Los recursos económicos para la fabricación de la granja vertical serán suministrados por el centro de investigaciones- CENIVAM.
- El software utilizado para el modelado del proyecto están supeditados a lo que la escuela de diseño posea o adquiera las licencias y/o a que estos sean de libre uso, y/o a acuerdos con instituciones que posean licencias correspondientes.

1.5.6 Resultados del Proyecto

Cumplir con los objetivos propuestos en el desarrollo de la Granja Vertical Piloto.

- El diseño optimice el espacio para el cultivo de plantas aromáticas.
- Facilite los procesos de siembra cuidado y cosecha del cultivo de plantas aromáticas.
- El proyecto se debe desarrollar por medio de la tecnología y materiales que se encuentren disponibles en la región.
- El proyecto debe ser replicable y adaptable a otros contextos.
- El proyecto debe ser ejemplo de una nueva manera de cultivar al igual que fomentar este nuevo sistema de cultivo en la región.

1.5.7 Justificación. Con este proyecto se quiere mostrar una manera diferente de cultivar las plantas con la cual se enseñe que no se necesitan de grandes extensiones de tierra para el cultivo, sino que también en un espacio reducido se puede cultivar.

Con el uso de las granjas verticales se ahorra hasta un 80% de tierra para cultivar la misma cantidad de especies comparado con la tierra que ocupa la agricultura horizontal.⁴

La granja vertical además de solucionar la falta de espacio para cultivar que hay en el centro de investigaciones CENIVAM, también pretende ser el ejemplo de como en las ciudades se pueden tener cultivos, trayendo así una gran cantidad de beneficios.

⁴ PARK, Jung Hyun, Sustainable Agriculture: vertical Farming in London. Glodsmith, University of London. 2010. Disponible en <http://issuu.com/jayfactory/docs/part1>. P14. Consultado 10/03/2012

Se estima que para el año 2050, casi el 80% de la población del planeta vivirá en centros urbanos. La aplicación de las estimaciones más conservadoras a las actuales tendencias demográficas, la población humana aumentará en cerca de 3 millones de personas durante el período interino. Se estima que 10 a la 9 hectáreas de nuevas tierras (las tierras alrededor del 20% más que está representado por el país de Brasil) serán necesarios para cultivar alimentos suficientes para darles de comer, si las prácticas agrícolas tradicionales siguen como se practica hoy en día. En la actualidad, todo el mundo, más del 80% de la tierra que es propicia para cultivos está en uso (Fuentes: FAO y la NASA). Históricamente, alrededor del 15% de los que ha sido devastada por malas prácticas de manejo.⁵

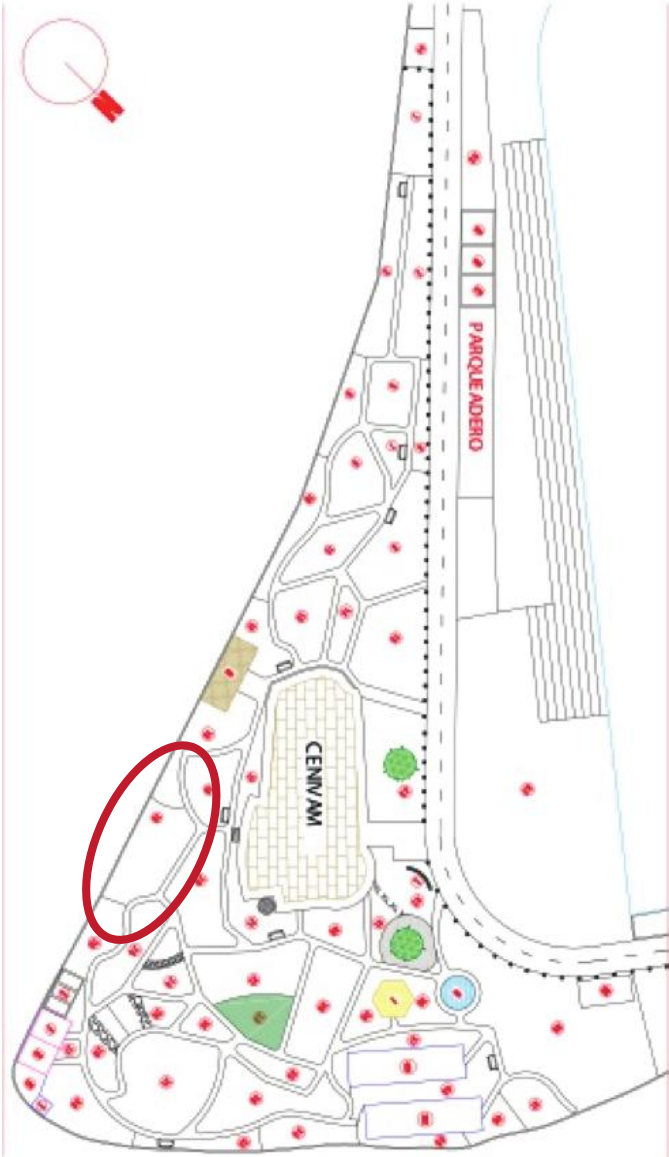
¿Qué puede hacerse para evitar este desastre inminente?

1.6 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Dirección: Calle 9 # 27. Ciudad Universitaria. Instalaciones Centro de Investigaciones - CENIVAM.

⁵ Disponible en: <http://www.verticalfarm.com/>. Consultado 08/03/2012

Figura 1. Planos Cenivam



Fuente: Cenivam

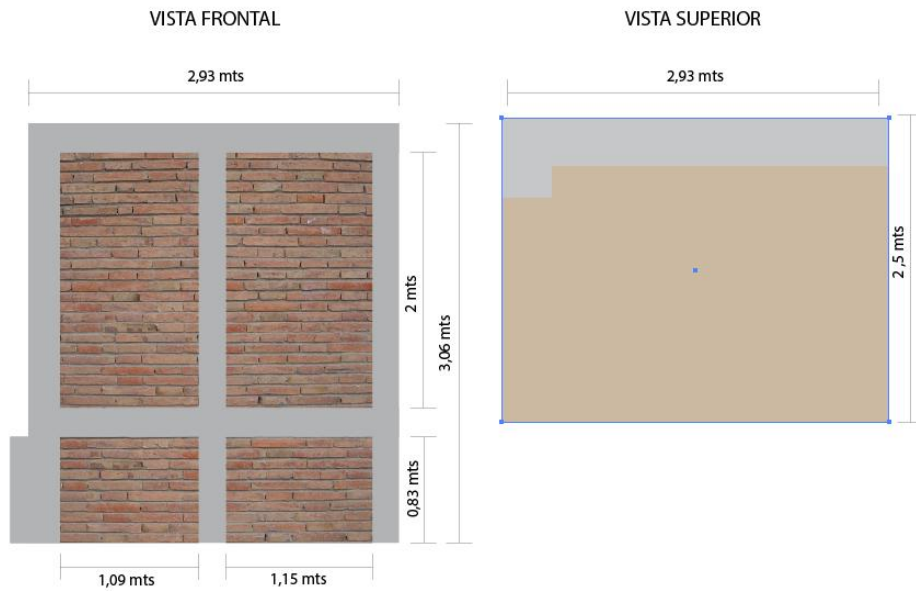
1.6.1 Fotografía del lugar

Figura 2. Sitio de Instalación de la granja.



Fuente: Autor

Figura 3. Área de Instalación de la granja.



Fuente: Autor

2. INVESTIGACION

2.1 PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD

El centro de investigaciones CENIVAM expresa su escasez de espacio para seguir cultivando plantas dentro de sus instalaciones. Necesitan una manera de cultivar que aproveche al máximo el espacio sin que afecte la naturalidad y crecimiento de las plantas.

2.2 RECOPIACION DE LA INFORMACION

2.2.1 Granja Vertical. Las granjas verticales, es un proyecto cuyo fundamento es practicar la agricultura dentro de edificaciones de tamaño mayor, dentro de las ciudades, contando con una serie de cultivos por niveles o pisos.

Es un edificio dedicado no a la vivienda, sino al cultivo de frutas, vegetales, hortalizas y alimentos agro para el hombre.

Dickson Despommier (Experto en el tema), afirma que este sistema es libre de herbicidas, que es lo suficientemente funcional para alimentar a la población urbana. Al igual que resiste a posibles desastres naturales y será parte de la solución climática.⁶

A raíz de los problemas de la agricultura moderna, un sistema de granjas verticales, en donde las plantas crezca sin herbicidas, sin la necesidad de tala, quema de árboles y bosques, sin la necesidad de máquinas de arado, lo que significa, no erosionar la tierra ni degradar la calidad del suelo y su contenido de

⁶ PARK, Jung Hyun, Sustainable Agriculture: vertical Farming in London. Glodsmith, University of London. 2010. Disponible en <http://issuu.com/jayfactory/docs/part1>. P13. Consultado 10/03/2012

carbono, protegidos de fenómenos naturales (en su mayoría), construidas en áreas totalmente urbanas, cerca de la población consumista que necesita los productos agrícolas, sin la necesidad de transportes aéreos o marítimos y con un mínimo consumo de combustibles fósiles en el transporte terrestre, este sin duda sería un proyecto con impacto global, medioambiental y una solución a nuestra crisis climática.

Actualmente varias ciudades estudian la construcción de granjas verticales en Estados Unidos, Canadá, Corea del Sur, China y los Emiratos Árabes.⁷

2.2.2 Estado del Arte. En el mercado encontramos diferentes propuestas de granjas verticales, que van desde granjas verticales caseras, hasta enormes propuestas de rascacielos instalados en el centro de las grandes ciudades.

Figura 4. Granja vertical en paredes



Fuente: <http://www.mymodernmet.com/profiles/blogs/modern-health-vertical-farming>

⁷ Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Granja_vertical. Consultado 10/03/2012

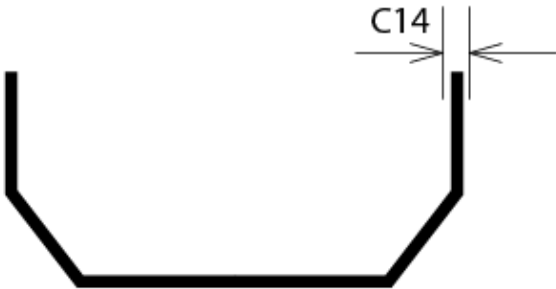
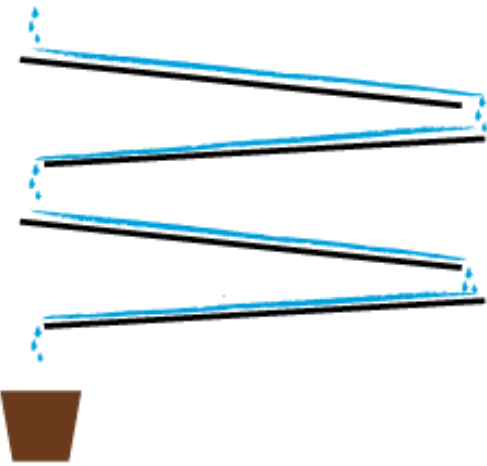
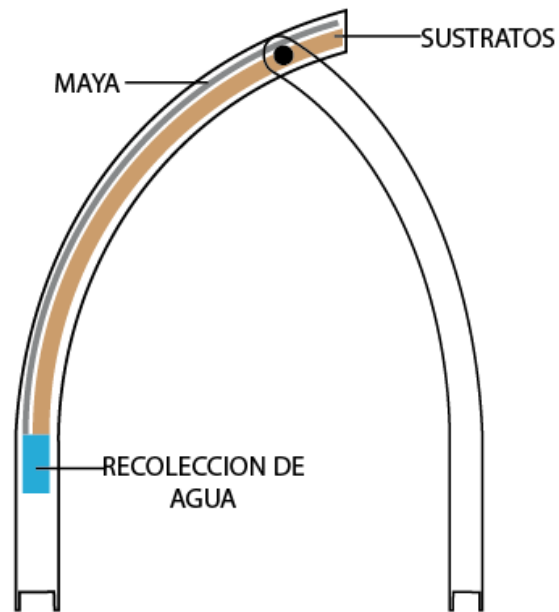
MATERIALES	ANALISIS DE LA FORMA
	
<p>Lamina CR Calibre 14. Doblada para crear el perfil que se muestra en la figura.</p>	<p>Los perfiles están instalados sobre una pared vertical, manteniendo un ángulo de inclinación para que el agua fluya por todo el cultivo. Al final el agua que sale del cultivo es recolectada.</p>

Figura 5. Jardines Verticales en Casa



MATERIALES Y ANALISIS DE LA FORMA



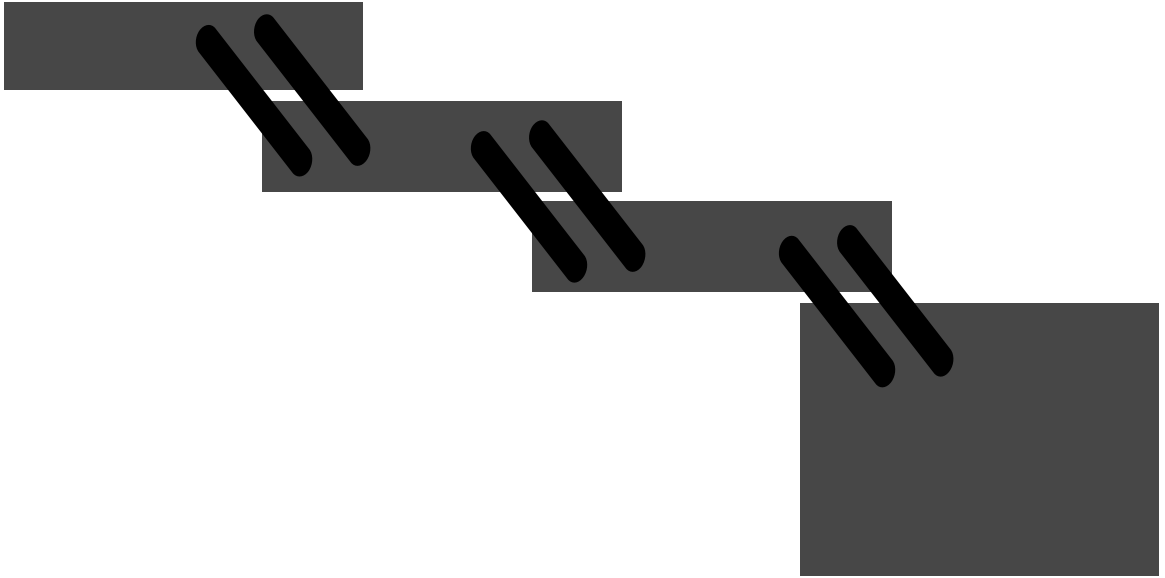
Maya de Acero Galvanizado
Tubo Cuadrado 2 x 2. Doblado
Lamina de Acero Galvanizado C 14
Sistema de Riego

Figura 6. Jardines Verticales en Casa 2



Fuente: <http://www.ison21.es/2009/07/03/mini-huertos-en-casa-gallery/>

MATERIALES Y ANALISIS DE LA FORMA



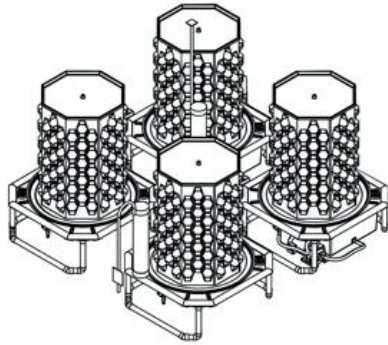
Esta estructura está compuesta por un cofre que contiene 3 bandejas que son escualizables y logran una estructura de 4 niveles funcionales.

Figura 7. Green Diamond Aerosystem



El Aerosystem es un jardín vertical aeropónico. Las pruebas de aeroponía están bien establecidas, es el método más eficiente de los cultivos disponibles en el mercado. Se trata de una mejor mezcla de oxígeno y nutrientes a la raíz que hace que esta técnica sea productiva. La posición vertical de los pulverizadores elimina gran parte de su sedimentación y de las paredes internas de la propia. Esto también hace que el sistema sea extremadamente fácil de limpiar y menos propicio para el desarrollo de insectos y otras bacterias dañinas.

El Aerosystem puede almacenar hasta 120 plantas en un área de 16 pies y 2 pulgadas (48" x 48"). HYDROTON o lana de roca son sólo dos ejemplos de sustratos que pueden ser utilizados. Cada cesta está cubierta en blanco y oculta el sustrato de la luz y por tanto, previene el desarrollo de algas.



La rotación grandemente elimina el calor excesivo en la planta. La rotación y el sistema de crecimiento externo garantiza el acceso y el mantenimiento.

Aerosystem está diseñado para ser instalado en serie. Green Diamond recomienda el uso de una bomba de ½ HP que puede proporcionar hasta 6 Aerosystems, un depósito de 80 litros mínimos por cada Aerosystem y un temporizador de repetición del ciclo. También se recomienda el uso de Green Diamond soportes de pared para arreglar el sistema de iluminación.

Fuente: http://www.hydrosystem.ca/greendiamond_a.html

Figura 8. VertiCrop



VertiCrop™ ofrece una alternativa probada y rentable para la producción de cultivos.

Diseñado para crecer en cualquier clima y con una huella excepcionalmente pequeña en el medio urbano. VertiCrop™ utiliza sólo una fracción de los recursos necesarios para la agricultura del campo, mientras que la generación de rendimientos son sustancialmente superiores. Los rendimientos son aproximadamente 20 veces mayor que el volumen de producción normal de los cultivos de campo.



VertiCrop™ requiere sólo el 8% del consumo normal de agua utilizada para regar los cultivos de campo. Funciona en las tierras no cultivables y cerca de los principales mercados o centros urbanos. No requiere el uso de herbicidas o pesticidas nocivos. Capaz de crecer más de 50 variedades de verduras de hoja verde. Reduce la distancia de transporte, reduciendo así el costo de


	<p>impresión y el carbono pie. □ Proporciona una mayor calidad de los productos con mayor valor nutricional y una vida útil más larga.</p>
<p>Fuente: http://www.verticrop.com/about.html</p>	

Figura 9. Plantagon


	<p>Plantagon es una proyecto de granja vertical ideada para ser edificada dentro de las ciudades ... dentro de ella se realizarían cultivos de todo tipo que serían luego transportados a los mercados de la ciudad, sin tener que transportarlas desde las granjas tradicionales en el campo. □ Un efecto secundario, sería que dentro del Plantagon se produciría aire limpio y agua que podría ser expulsado hacia la ciudad. Sería económicamente viable, ya que se financiaría directamente con la venta de los productos que se cultivarían en su interior.</p> <p>La estructura sería esférica, tal como se ve en la Figura [1], con algún tipo de rampa en espiral que daría acceso a los diferentes niveles y todo estaría recubierto por un material transparente para dejar pasar la luz solar.</p>
<p>Fuente: http://tec.nologia.com/2009/07/10/plantagon-granjas-verticales-dentro-de-las-ciudades/ □</p>	

Figura 10. Girolítica Ambiental

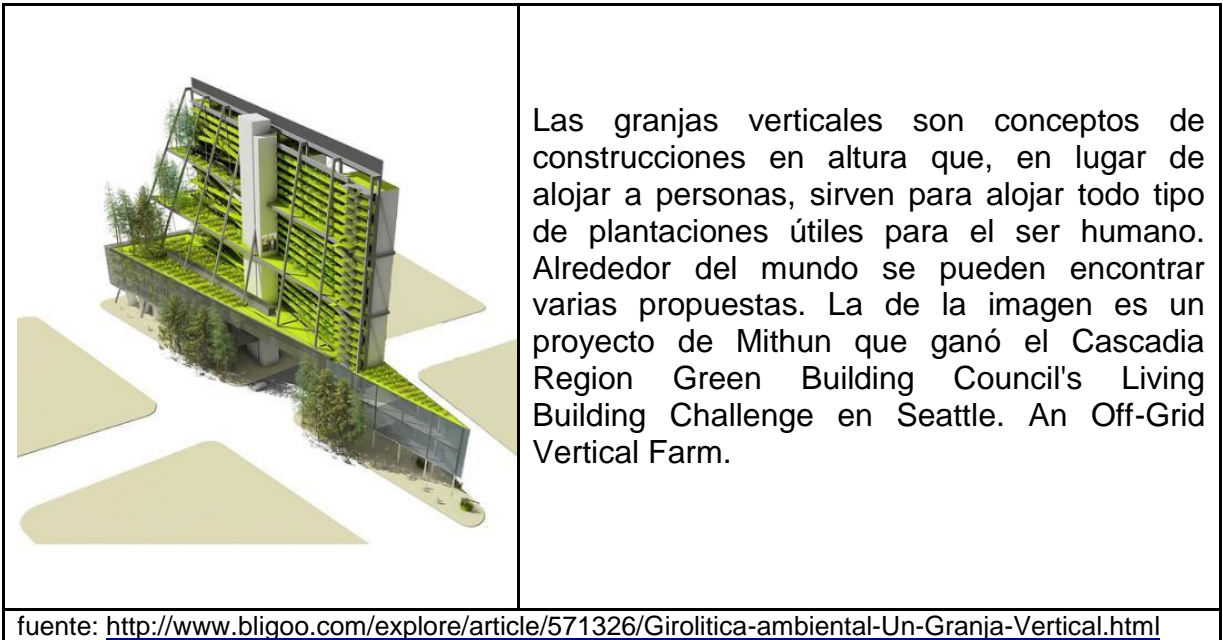


Figura 11. Granja Vertical en Nueva York

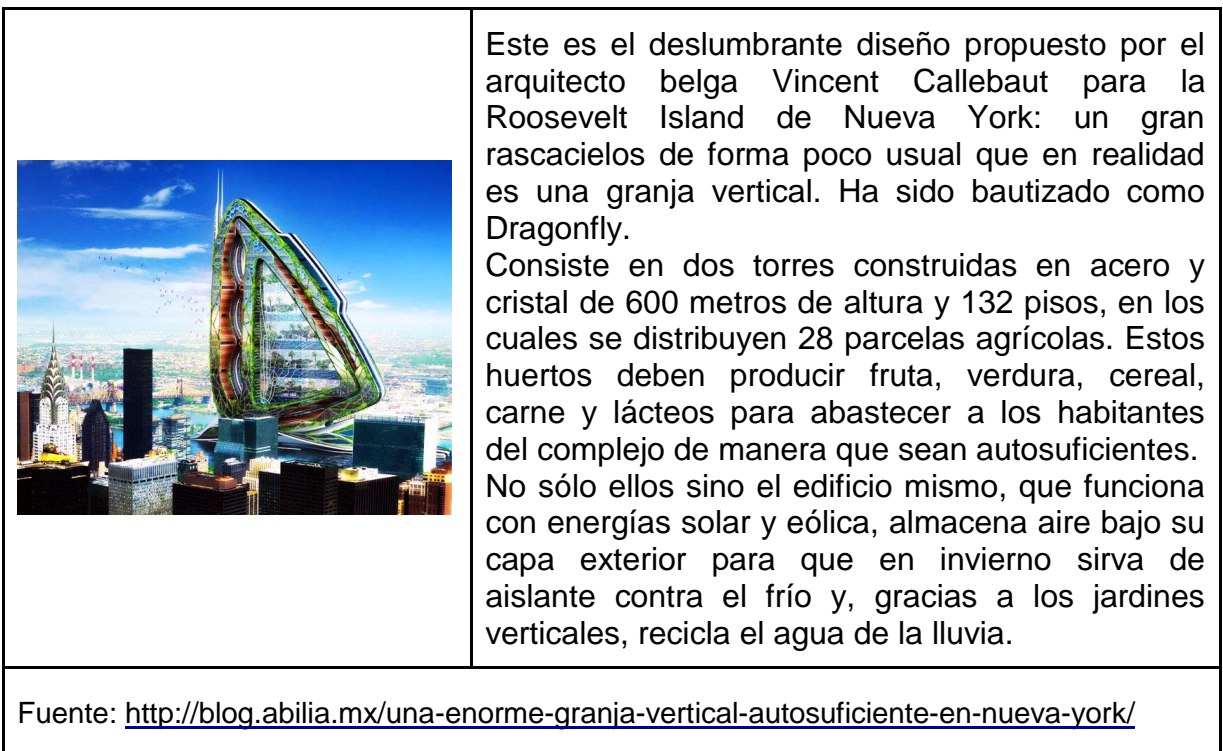


Figura 12. Clepsydra

Figura [15] Clepsydra: una modesta granja urbana



Clepsydra es un diseño de granja vertical que no destaca precisamente por su altura, sino porque pretende servir como estructura vinculada a otro edificio, por ese motivo está planteada como una arquitectura prefabricada. De esta manera, Clepsydra podría estar comunicada no solo con un edificio de viviendas, sino con un hospital, hotel, supermercado para abastecerle directamente de frescos alimentos, aunque también podría servir para otro tipo de cultivos (plantas medicinales, flores, investigación...).

Fuente: <http://blog.is-arquitectura.es/2011/11/28/clepsydra-granja-urbana-vertical->

Figura 13. Soil-less Solution

Figura [16] Aero-farms. Soil less solution



Este sistema de siembra está diseñado especialmente para poder cultivar en zonas en donde la tierra no es muy prospera. Al ser un cultivo hidropónico no necesita tierra ya que sus nutrientes se encuentran en el agua. Además de que se puede cultivar mayor cantidad de alimentos en un espacio reducido también se puede controlar la cantidad de luz emitida.

Fuente: <http://www.greenprophet.com/2010/05/aerofarms-vertical-farming/>

Figura 14. Pet-Tree

Figura [17] Pet-Tree



Pet-Tree es un sistema de cultivo vertical que tiene por objetivo reutilizar las botellas de PET y maximizar el uso de los recursos. Es ideal para utilizarse en lugares donde el espacio es un impedimento, pues se pueden tener bastantes plantas por unidad de superficie. Con este tipo de sistemas se pretende maximizar el aprovechamiento de los recursos, principalmente hablando del agua y espacio; a la vez que se fomenta el reciclaje de materiales dañinos para el medio ambiente.

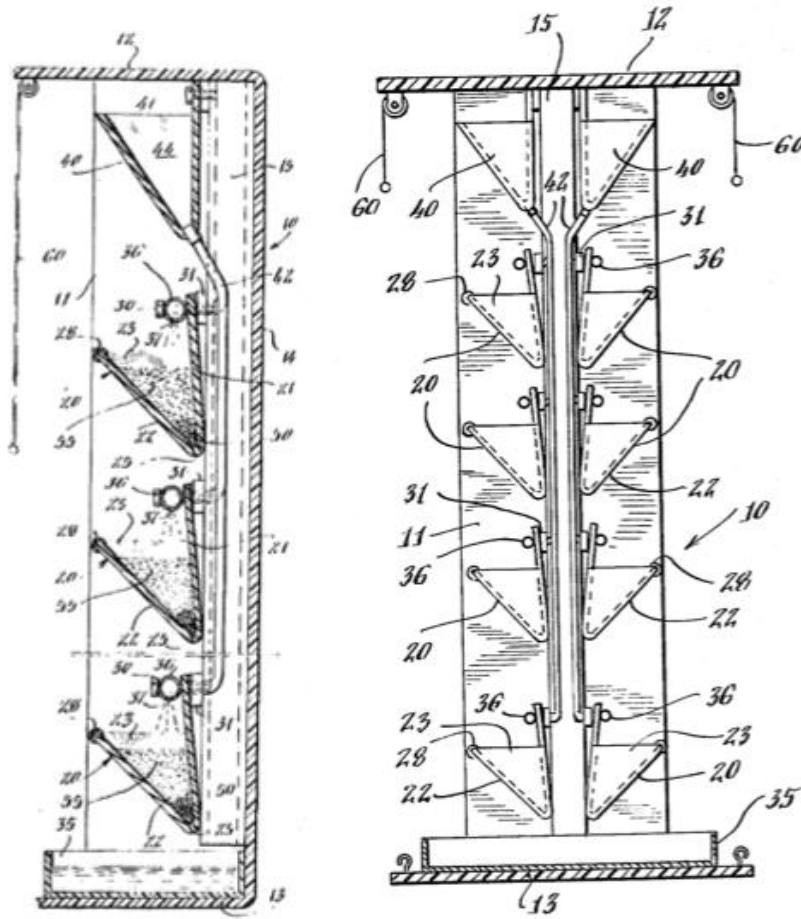
El sistema de riego aumenta la eficiencia en la utilización del agua porque es un sistema cerrado donde en la parte inferior se recoge lo que drena, lo que implica que solo hay que ir sustituyendo la cantidad que las plantas utilizan y las pérdidas por evaporación.

Fuente: <http://www.en-derin.com/technology/pet-tree-vertical-eco-planting-system-for-urban-farming-with-limited-space>

2.2.3 Estudio de Patentes

Figura 15. Vertical Garden

Inventor:	Michel H. Kinghora
Appl No:	111,863
Fecha:	Enero 14 de 1980



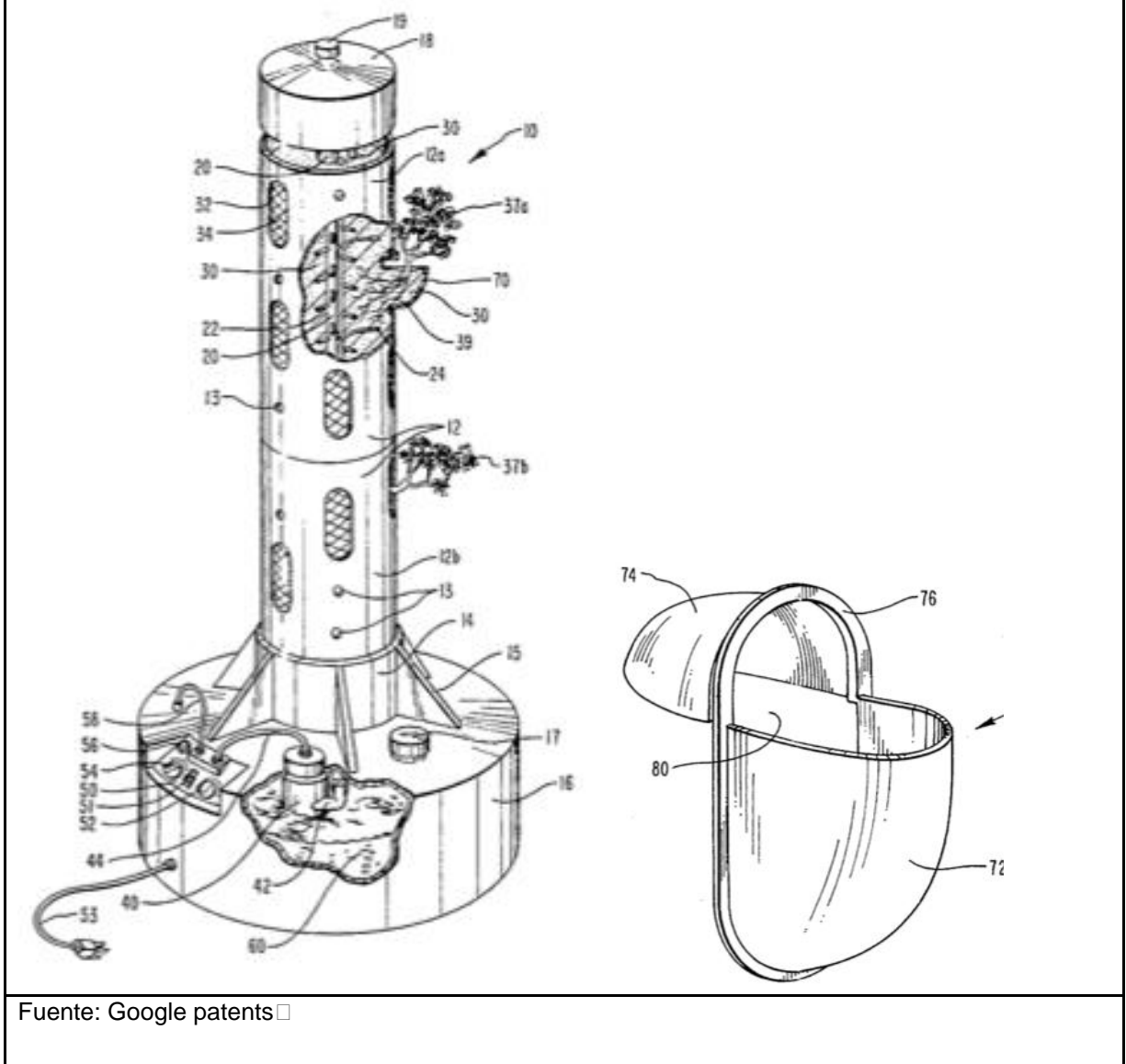
Fuente: Google patents □

Figura 16. Assembly kit for a holder for growth supporting system

Inventor:	Ladislav S. Karpisek, 86 Woodfield Boulevard Caringbah, n.s.w, Australia.
Appl No:	167,725
Fecha:	Julio 11 de 1980
<p>Fuente: Google patents <input type="checkbox"/></p>	

Figura 18. Vertical Planter Apparatus and Method

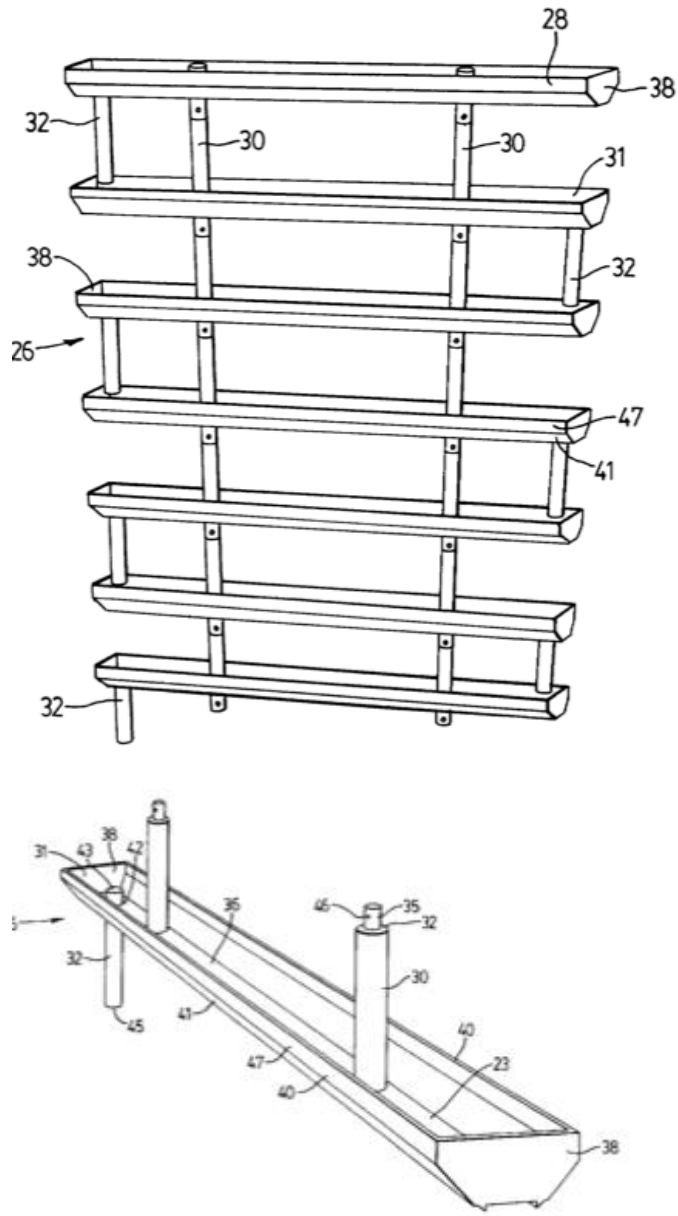
Inventor:	Jhon F. Lund
Appl No:	333,629
Fecha:	Noviembre 3 de 1994



Fuente: Google patents □

Figura 19. Modular Planter System

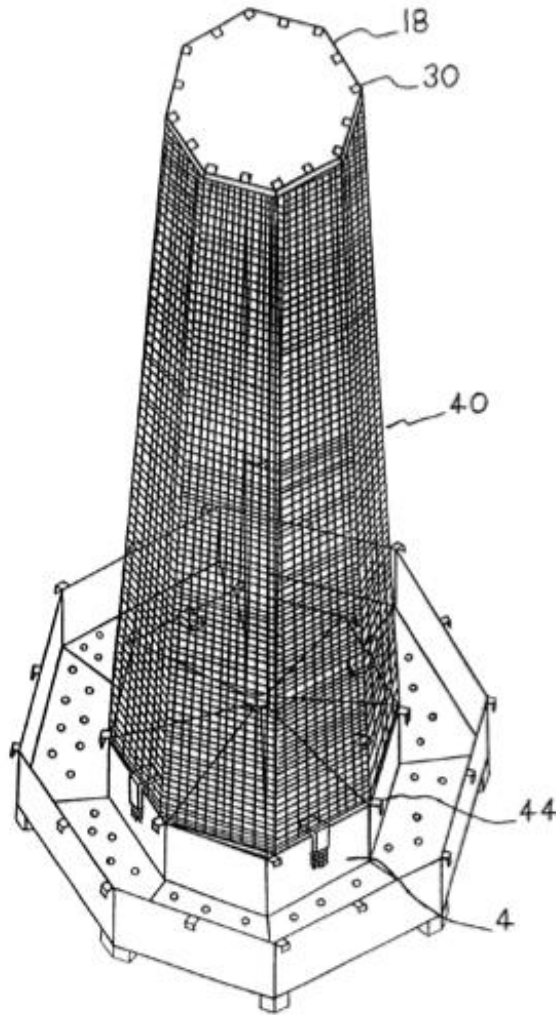
Inventor:	Alan Black
Appl No:	660,253
Fecha:	Junio 7 de 1996



Fuente: Google patents □

Figura 20. Self- Watering Vertical Supporting Planter

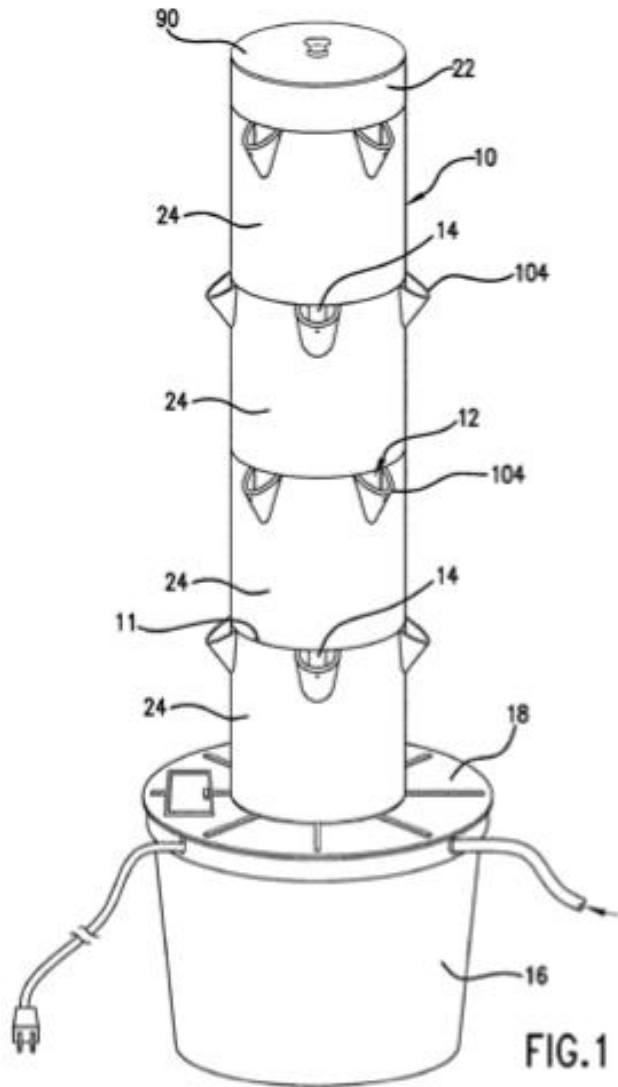
Inventor:	Alvin Edward Moss
Appl No:	09/494,453
Fecha:	Julio 31 de 2000



Fuente: Google patents □

Figura 21. Hydroponic Plant Cultivating Apparatus

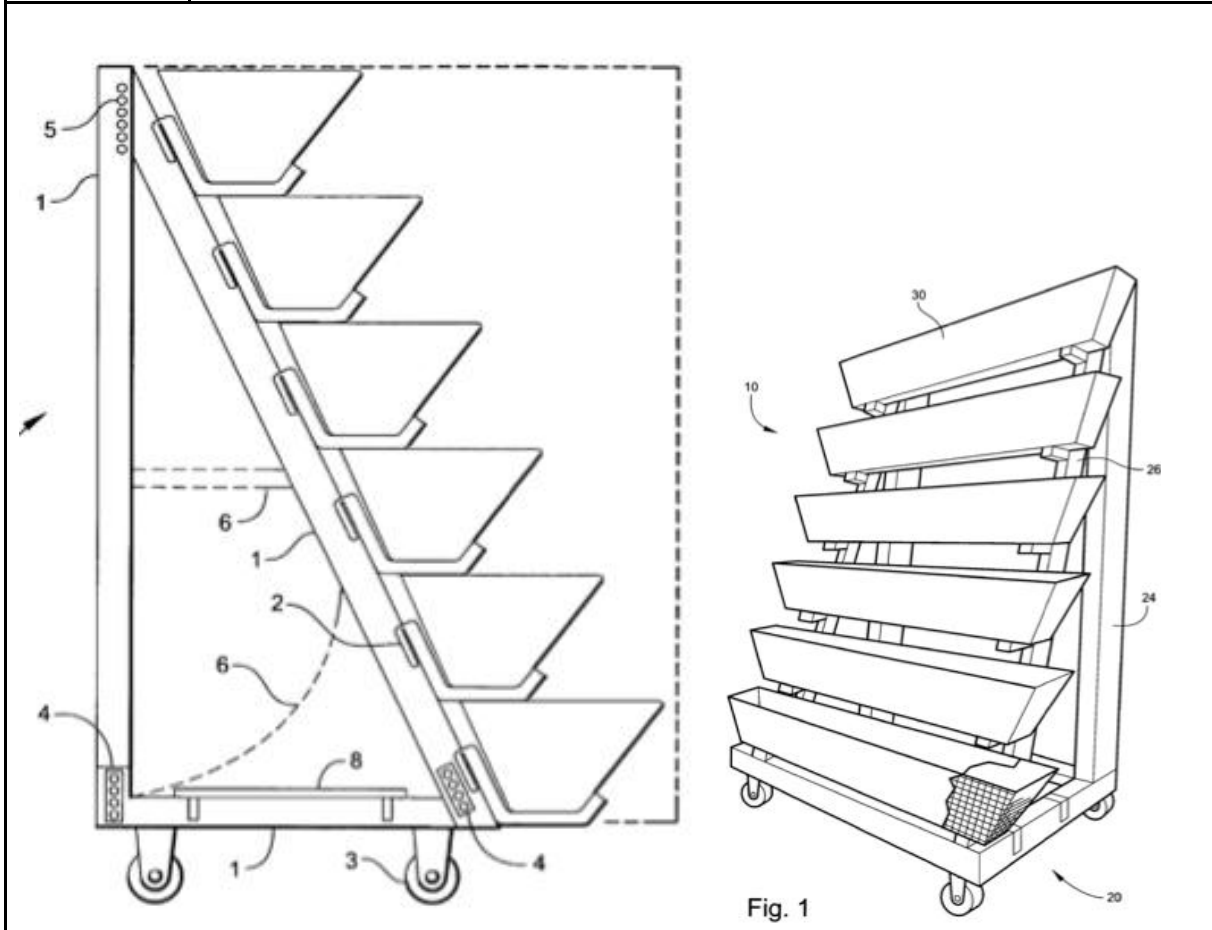
Inventor:	Morris Bryan
Appl No:	10/915,967
Fecha:	Agosto 11 de 2004



Fuente: Google patents □

Figura 22. Mobile Garden Cart

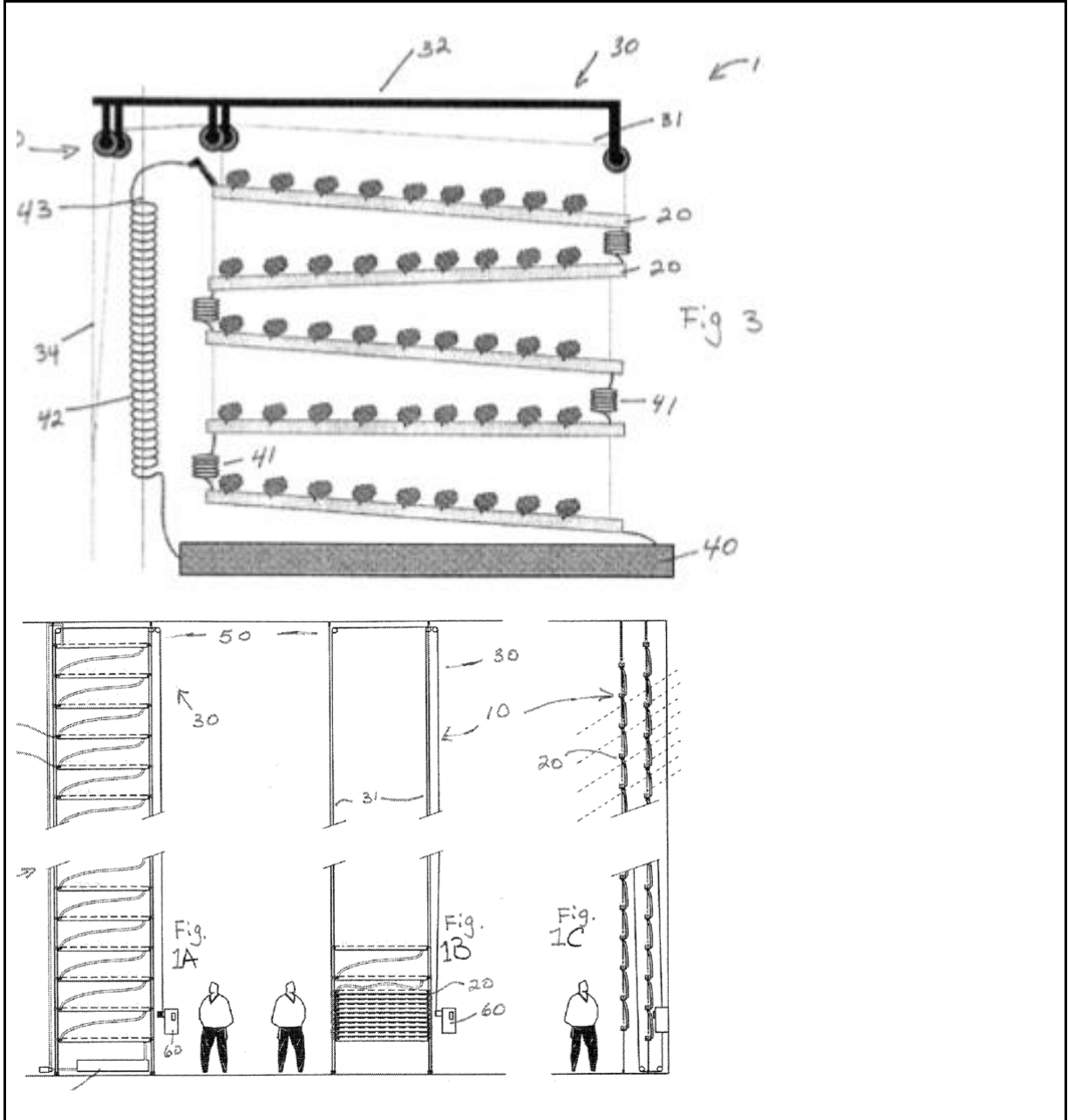
Inventor:	Angela DiMagio
Appl No:	12/321,179
Fecha:	enero 15 del 2009



Fuente: Google patents □

Figura 23. Vertically Integrated Greenhouse

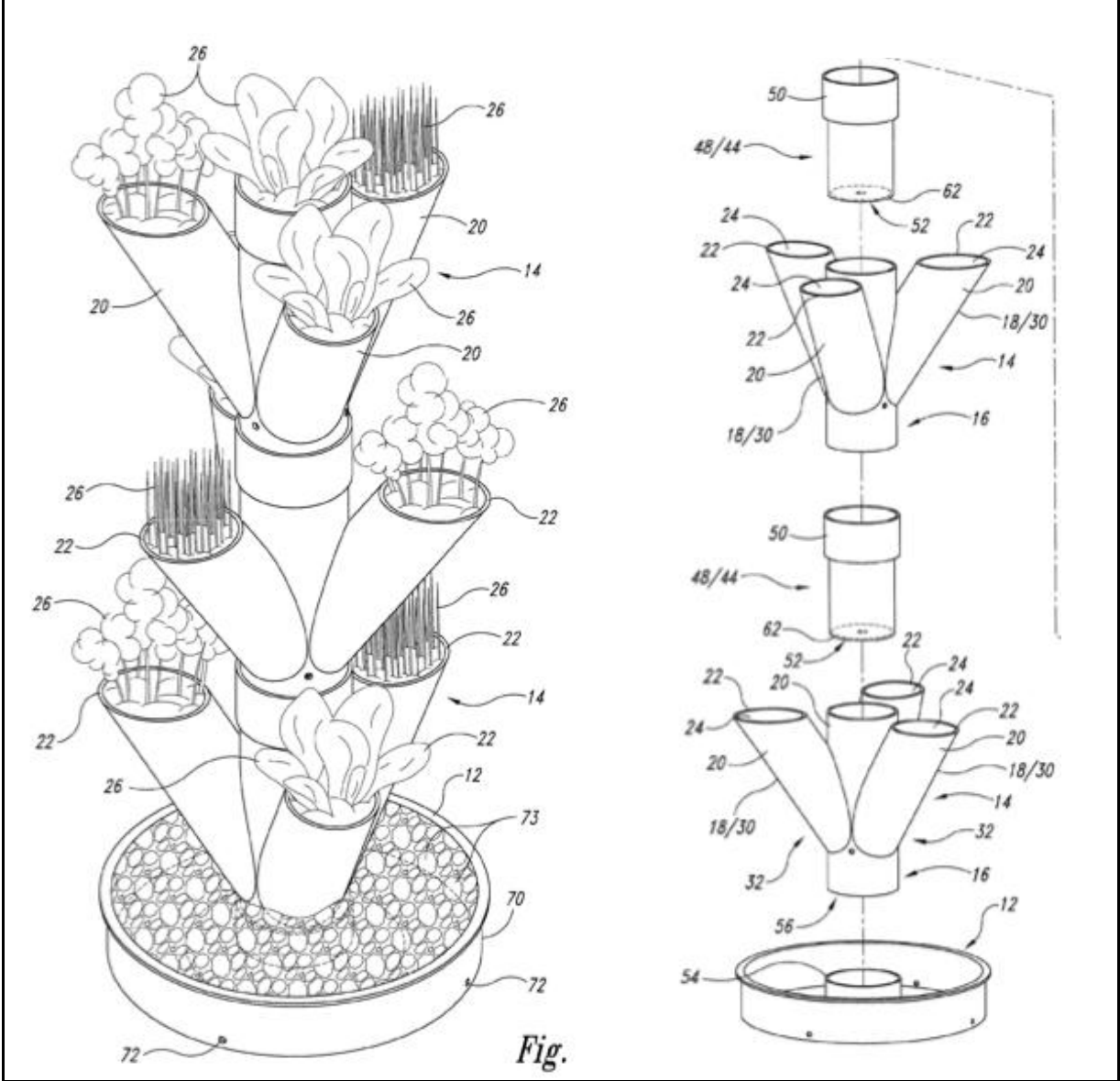
Inventors:	Zakery Ward Adams Theodore Caplow
Appl No:	12/483,009
Fecha:	Junio 11 del 2009



Fuente: Google patents

Figura 24. Eco-Friendly Vertical Planter Apparatus, System and Method

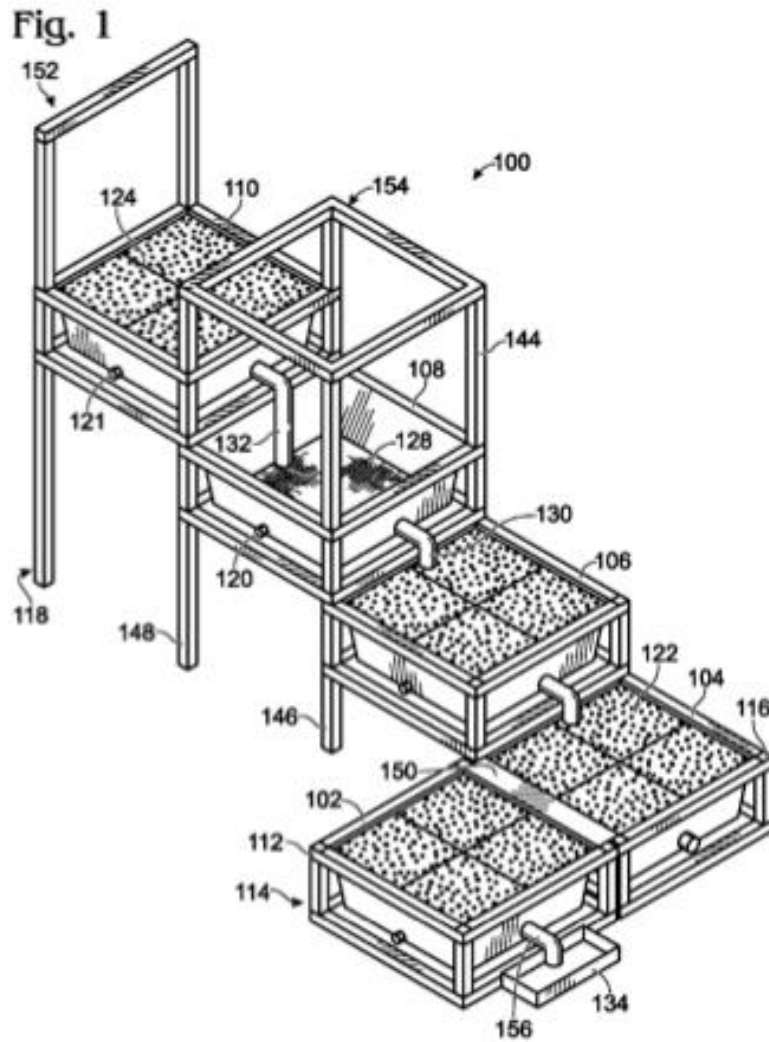
Inventor:	Robert Deloss Webber
Appl No:	12/492,595
Fecha:	Junio 26 del 2009



Fuente: Google patents

Figura 25. Modular Gardening System

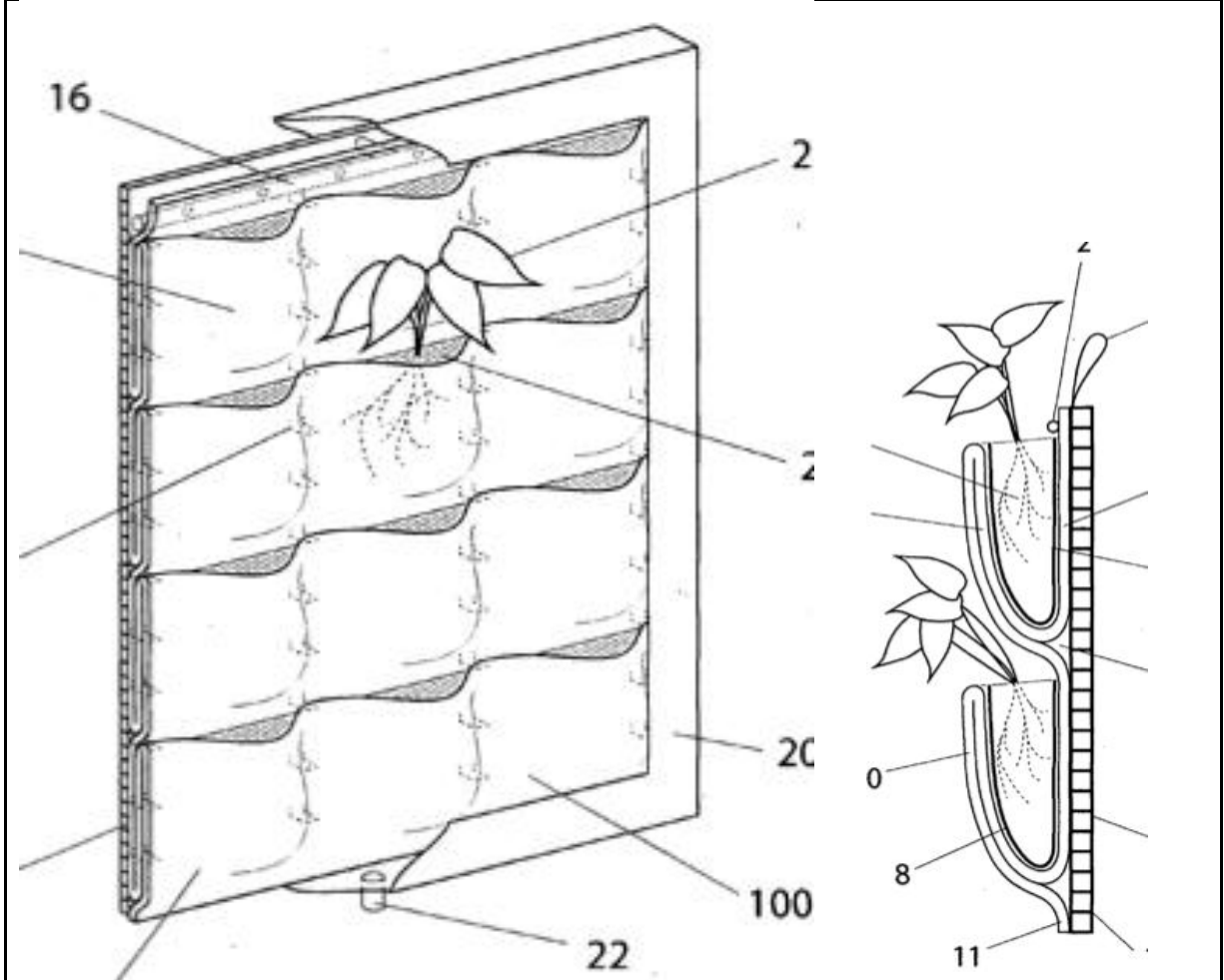
Inventor:	R. More Williams
Appl No:	12/814,326
Fecha:	Junio 11 del 2010



Fuente: Google patents □

Figura 26. Vertical Garden Panel

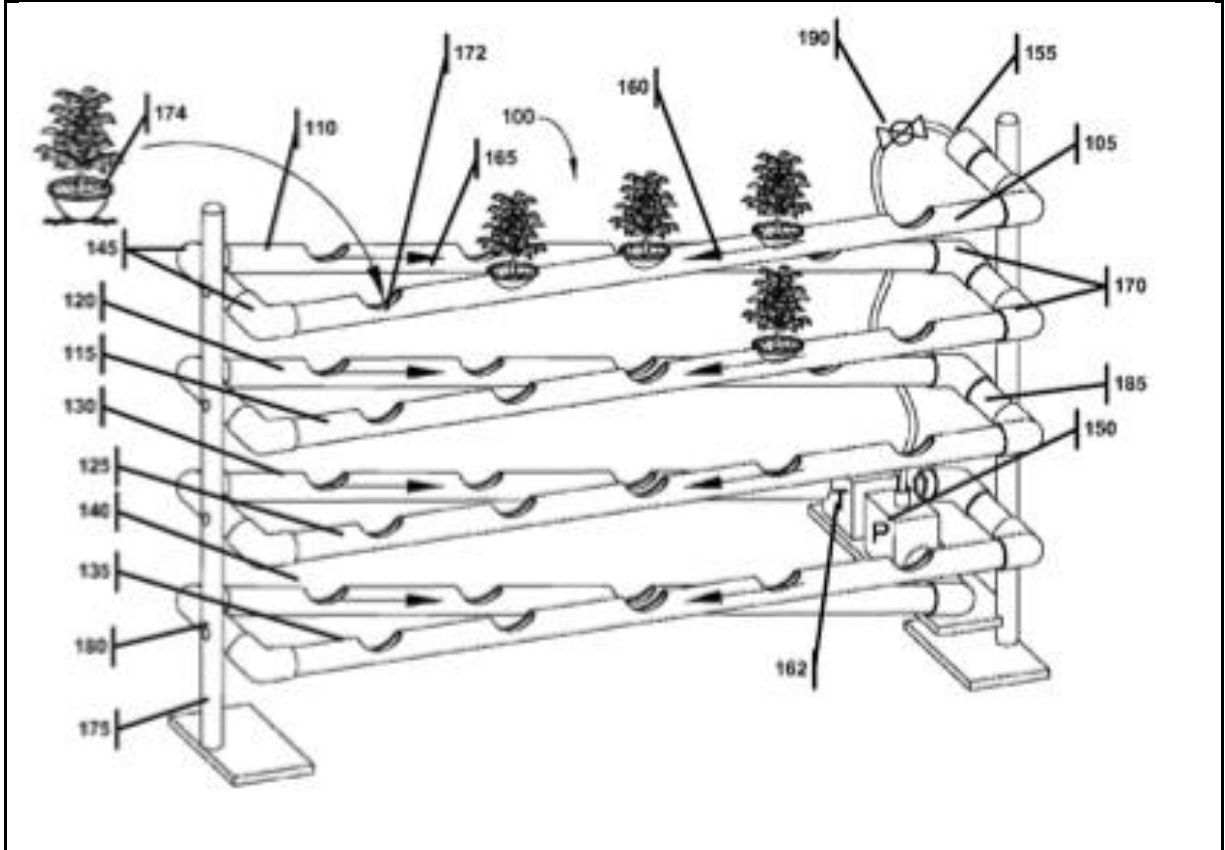
Inventor:	Cristopher James Bribach Daniel Rossomano
Appl No:	12/807,299
Fecha:	Septiembre 2 del 2010



Fuente: Google patents

Figura 1. Vertical Hydroponic System

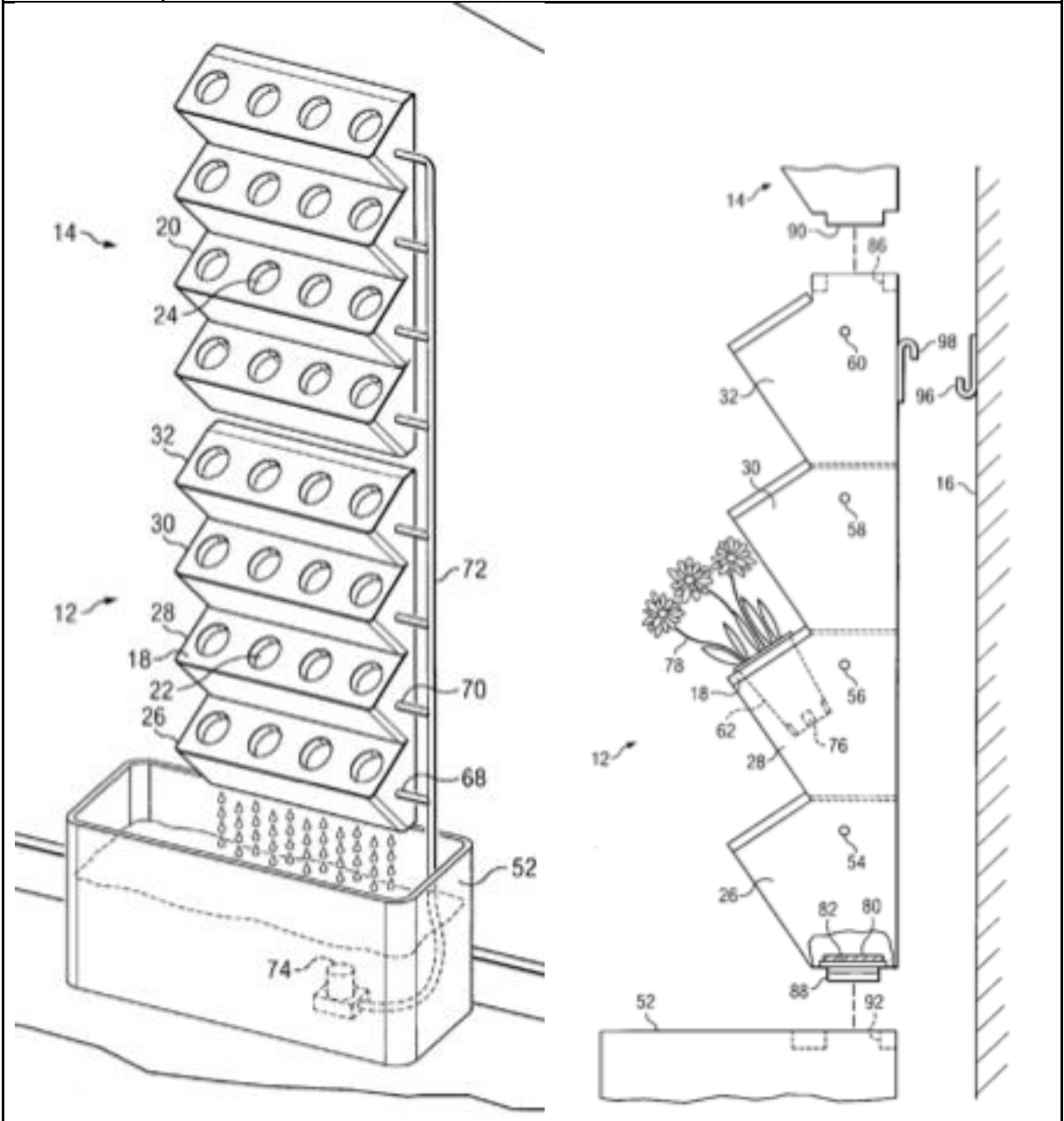
Inventor:	Mark DeMitchell Michael Tazian
Appl No:	12/871,060
Fecha:	Agosto 30 del 2010



Fuente: Google patents □

Figura 28. Vertical Planter

Inventor:	Richard L. Baker
Appl No:	13/066,600.
Fecha:	Abril 19 de 2011



Fuente: Google patents

2.2.4 Características Morfológicas de las plantas a cultivar en la granja

Tabla 1. Características Morfológicas

ESPECIES	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS
ACEDERA SILVESTRE (Rumex acetosa)	Es una planta que llega a medir hasta 50 cm de altura. Suele encontrarse en zonas húmedas y suelos ricos en nitrógeno. Las flores de pétalos verdes o rojos se agrupan en espigas de hasta 25 cm de largo.
AJEDREA DE JARDÍN (Satureja hortensis)	Esta hierba es anual y muy aromática, de tallo erguido y ramificado que alcanza los 30 o 40 cm de altura. Se desarrolla en forma óptima en climas secos y es de color violeta o verde; posee hojas opuestas lanceoladas.
ALBAHACA (Ocimum basilicum)	La albahaca es una planta herbácea anual de tallo ramificado. Puede llegar a medir hasta medio metro de altura, con hojas opuestas, ovales y apuntadas de color verde, con flores blancas. La planta se puede cultivar al aire libre o en maceta en suelos ricos. Se seca después de su floración, por lo que conviene cortar las flores apenas aparecen, de esta manera se las puede utilizar hasta dos años.
ALCAPARRA (Capparis spinosa)	La alcaparra es un arbusto perenne de raíz leñosa y ramificaciones erguidas, divididas en la parte superior; con hojas circulares de color verde y flores rosadas. Crece en lugares soleados.
ANÍS DULCE (Pimpinella anisum)	Es muy aromática. Esta planta es herbácea anual y puede llegar a medir hasta 50 cm de altura. Es de tallo erguido ramificado y con hojas basales partidas y pequeñas flores blancas que dan lugar a frutos de forma oval.
ARTEMISA (Artemisa vulgaris)	Es muy fácil de cultivar: Sus propiedades medicinales se conocen desde la antigüedad. La artemisa es una planta vivaz de porte cespitoso, con un tallo anguloso de color rojizo cubierto de hojas alternas muy recortadas y flores de color amarillo.
BERRO DE JARDÍN (Lepidium sativum)	El berro de jardín es una planta anual de tallo erguido que puede llegar a medir hasta medio metro de altura, dividida en la parte superior en ramificaciones floridas. Las inflorescencias son racimos compuestos que sostiene pequeñas flores de color blanco rojizo.
BERRO DE AGUA (nasturtium officinalis)	El berro de agua crece en lugares húmedos, tanto en la llanura como en montañas, es una planta herbácea perenne con tallo rastrero de hasta 80 cm, de altura y hojas de color verde claro acorazonadas, con flores de color blanco en forma de racimo.
BORRAJA (Borrago officinalis)	La borraja crece en forma óptima en suelos bien tratados y nitrogenados, se han obtenido ejemplares de hasta 1,30m. Es una planta anual cubierta de pelos blanquecinos y tallo ramificado con hojas ovaladas. En el extremo superior del tallo aparecen cimas sueltas de flores azules.
SALVIA (Salvia officinalis)	La salvia, es un semiarbusto vivaz de tallo ramificado cubierto de hojas perennes, opuestas, ovales, rugosas y de color verde. Alcanza hasta 80 cm de altura con flores de color violeta, rojo violáceo o blanco. Es muy aromática.
TOMILLO (Thymus vulgaris)	Este pequeño arbusto rastrero, vivaz, muy ramificado, de tallos herbáceos cubiertos de hojas opuestas y de forma lineal, alcanza los 30 cm de altura. Las ramas rectas y leñosas reúnen en su extremidad pequeñas flores blancas dispuestas en espiga.
VALERIANA (Valeriana officinalis)	Capaz de alcanzar 1,5 m de altura, de flores blancas o rojizas pequeñas, la valeriana es una planta herbácea vivaz de numerosas raíces con el interior hueco y una pequeña cepa de la que brota un tallo anguloso con hojas opuestas y pinadas.
VERDOLAGA (Portulaca oleracea)	La verdolaga tiene tallos de 30 cm de largo. Es una planta anual, rastrera. En los suelos húmedos puede alcanzar 1 m de diámetro. Sus hojas son alargadas y flores de color blanco, amarillento o rojo.
ROMERO (Rosmarinus officinalis)	El romero es un arbusto leñoso perenne de porte rastrero ascendente, con hojas lineales opuestas de color verde en la parte superior y blancas en la inferior: Tiene un fuerte aroma penetrante.
RUDA (Ruta graveolens)	Planta leñosa perenne de tallo ramificado con hojas alternas y lisas, con flores de color amarillo. Toda la planta posee abundantes glándulas y desprende un fuerte olor característico.

Fuente: Plantas Medicinales y Aromaticas. Una alternativa de producción comercial. USAID. Ing. Francisco Fretes. Disponible en: <http://issuu.com/m-comunicaciones/docs/hierbas/31> Pag 10. Consultado 19/04/201

ESPECIES	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS
POLEO (<i>Mentha pulegium</i>)	Es una planta muy aromática, perenne, que alcanza fácilmente los 40 cm de altura, con numerosos tallos de hojas oblongas, lanceoladas, arrugadas y de color verde; posee además flores agrupadas en espigas de color lila.
COMINO (<i>Cuminum syminum</i>)	De un intenso aroma, el comino es una planta anual de 30 cm a 1 m de altura, con hojas lancinadas, que sostiene un número reducido de flores de pétalos blancos o rosados.
ENELDO (<i>Enethum graveolens</i>)	Es una planta de tipo anual de tallo ramificado que llega a medir hasta 1 m de altura, con pequeñas flores amarillas. Los frutos están formados por 2 aquenios ovales adheridos por su cara ventral que es lisa, y están rodeadas por un ala de color claro.
ESTRAGÓN (<i>Artemisa dracunculus</i>)	Es una planta muy ramificada, con flores amarillentas, herbácea perenne, con ramificaciones erguidas (que pueden alcanzar a lo sumo 1 m) dispuestas en capítulos cilíndricos pequeños que forman mazorcas compactas.
GENCIANA (<i>Gentiana lutea</i>)	La genciana es una planta herbácea perenne, de raíz fuerte y hojas elípticas. Posee un tallo erguido y liso que puede llegar a medir hasta 1 m de altura, hojas ovales puntiagudas y con nervios, y flores de color amarillo. Las semillas de color pardo están comprimidas.
HIERBA DE LOS CANÓNIGOS (<i>Valerianella locusta</i>)	Se trata de una planta herbácea anual de tallos ramificados que suelen llegar a medir 30 cm de altura, con hojas alargadas que presentan una nervadura característica, posee pequeñas florcillas blancas o azuladas.
HIERBA BUENA (<i>Mentha spicata</i>)	Es una planta que desprende un fuerte aroma, es anual perenne, y algunos ejemplares suelen llegar a medir hasta 60 cm de altura, posee un conjunto de rizomas entrelazados subterráneos, de los que nacen numerosos tallos con hojas lanceoladas, dentadas y de color verde, además de flores de color violeta.
HINOJO DE FLOREN- CIA (<i>Foeniculum vulgare</i>)	Toda la planta desprende un fuerte aroma. Es bianual de hasta 2 m de altura, de tallo erguido, estriado y ramificado, forma pequeñas flores amarillas. -
HISOPO (<i>Hyssopus officinalis</i>)	El hisopo puede alcanzar unos 50 o 60 centímetros de altura, es una planta herbácea perenne, posee un tallo ramificado y leñoso con numerosos vástagos de hojas lanceoladas y flores azules.
MEJORANA (<i>Majorana hortensis</i>)	La mejorana, planta herbácea anual de tallo erguido y ramificado, puede medir unos 40 o 50 cm, posee hojas opuestas y ovaladas, y pequeñas flores en forma de racimos. Despide un fuerte y agradable perfume.
MELISA (<i>Melissa officinalis</i>)	Esta planta desprende un característico olor a limón, es herbácea perenne de tallo erguido que puede medir hasta 1 m de altura con hojas provistas de un largo pecíolo, opuestas y alargadas y flores de distintos colores dependiendo de la edad de la planta.
MENTA (<i>Mentha piperita</i>)	De agradable aroma, la menta es una planta perenne de unos 30 cm de altura, posee numerosos tallos con hojas pequeñas, lanceoladas, opuestas, apenas dentadas y flores agrupadas en espigas terminales de color violeta.
MOSTAZA BLANCA (<i>Sinapis alba</i>)	Toda la planta está recubierta de vello. La mostaza blanca es una herbácea anual de tallo erguido de hasta 1 metro de altura muy ramificado, y que sostiene hojas grandes de hasta 25 cm alternas y alargadas, con flores de color amarillo dispuestas en forma de racimo.
ORÉGANO (<i>Origanum vulgare</i>)	El orégano es una planta perenne de tallo erguido de hasta 40 cm de altura, cubierto de hojas opuestas y ovales de pequeño tamaño. Las hojas más grandes se encuentran en la parte inferior de la planta. Cada rama superior termina en pequeñas flores violáceas .
PERIFOLIO (<i>Anthriscus cerefolium</i>)	El perifolio tiene pequeñas flores de color blanco. Es una planta anual, de tallo hueco de hasta 60 cm de altura, hojas de color verde claro y gruesa raíz principal de fuerte aroma.

Fuente: Plantas Medicinales y Aromaticas. Una alternativa de producción comercial. USAID. Ing. Francisco Fretes. Disponible en: <http://issuu.com/m-comunicaciones/docs/hierbas/31> Pag 11. Consultado 19/04/2012

2.2.5 Condiciones de la siembra. Según el estudio morfológico de las plantas aromáticas que van a ser cultivadas en la granja vertical , tenemos que las plantas van a alcanzar una altura promedio de 40 cms y que se deben respetar las

siguientes dimensiones para la siembra:

Figura 29. Distribución del espacio

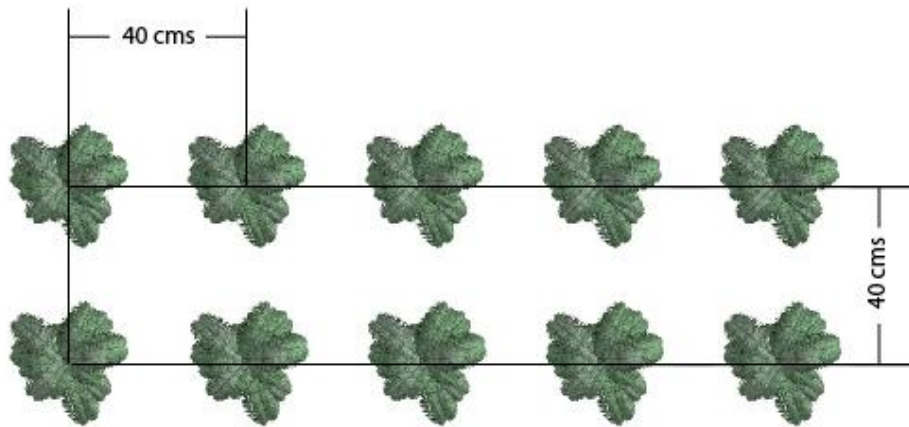


Figura 230. Profundidad necesaria para la siembra



Fuente: Autor

2.2.6 Sistemas Estructurales. Se define como estructura a los cuerpos capaces de resistir cargas sin que exista una deformación excesiva de una de las partes

con respecto a otra. Por ello la función de una estructura consiste en transmitir las fuerzas de un punto a otro en el espacio, resistiendo su aplicación sin perder la estabilidad (Marshall y Nelson, 1995).

Exigencias de la edificación

El uso que se le dará a la edificación establece ciertas exigencias relativas a funcionalidad, seguridad, urbanismo y economía.

Exigencias de funcionalidad: Dependen de la función que tiene lo edificado.

Exigencias de seguridad y confort: Determinan el tipo y la calidad de los materiales a emplear en la construcción.

Urbanísticas: Integran la edificación a un medio ambiente.

Económicas: Definen los costos de la obra a construir.

Clasificación de Sistemas Estructurales

1. Sistema de Forma Activa: Estructuras que trabajan a tracción o compresión simples, tales como los cables y arcos.
2. Sistemas de Vector Activo: Estructuras en estados simultáneos de esfuerzos de tracción y compresión, tales como las cerchas planas y espaciales.
3. Sistemas de Masa Activa: Estructuras que trabajan a flexión, tales como las vigas, dinteles, pilares y pórticos.
4. Sistemas de Superficie Activa: Estructuras en estado de tensión superficial, tales como las placas, membranas y cáscaras (Orozco, 1999).

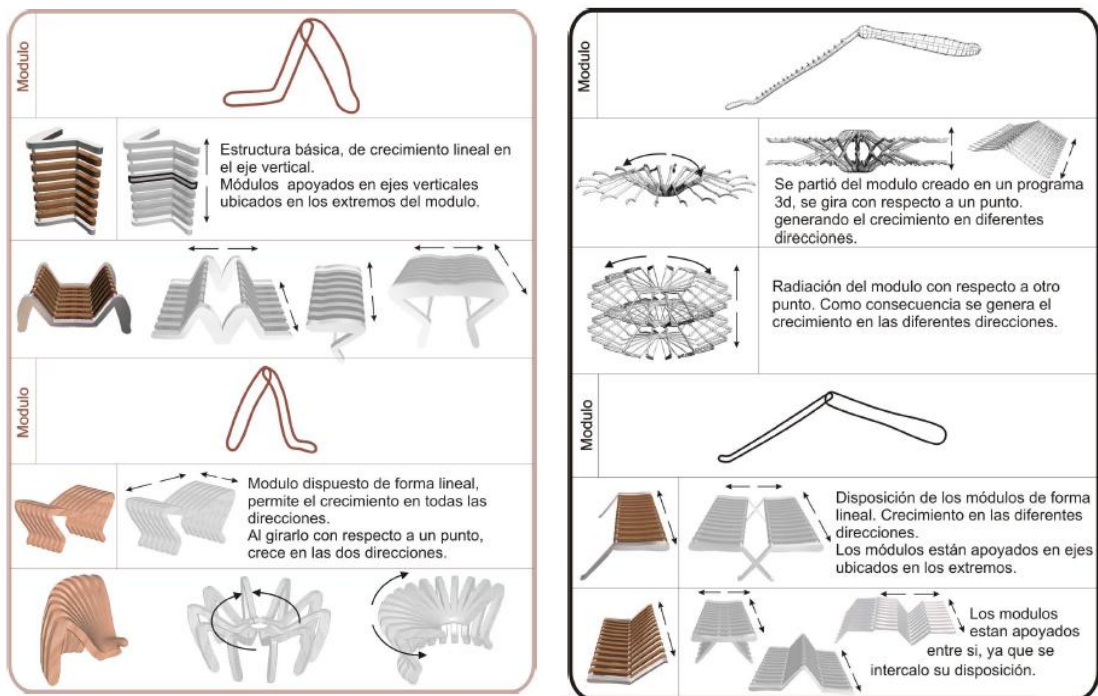
Elementos estructurales básicos

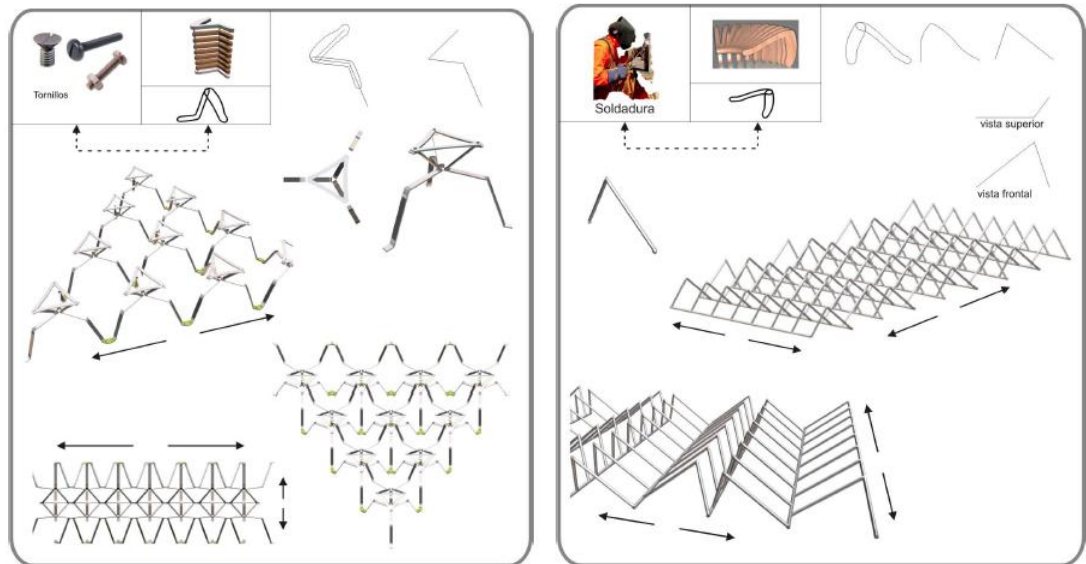
Elementos lineales: □ Los elementos más sencillos que pueden identificarse en una estructura son aquellos que se moldean como líneas, o sea que tienen una de sus dimensiones mucho mayor que las otras dos.

Elementos estructurales planos: Un grupo importante de elementos estructurales básicos se caracteriza por tener una dimensión muy pequeña con respecto a las otras dos y una superficie media plana. Estos elementos se identifican con el nombre genérico de placas, aunque adquieren nombres más específicos según la función estructural principal que desempeñan.

2.2.7 Sistemas de crecimiento tridimensional

Figura 31. Ejemplos de crecimiento con base a un modulo





Fuente: Castillo Tania, Guevara Eduardo, Higuera Miguel. Sistema Estructural de Crecimiento Tridimensional con base en la Biónica de una Langosta. UIS. Diseño Industrial. Trabajo de Grado. 2008.

2.2.8 Materiales. Se van a seleccionar para la construcción de la granja vertical materiales que se encuentren en la región y que haya tecnología disponible para el manejo de ellos.

Fibra de Vidrio

La fibra de vidrio (del inglés *fiberglass*) es un material fibroso obtenido al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos y al solidificarse tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra.

Sus principales propiedades son: buen aislamiento térmico, inerte ante ácidos, soporta altas temperaturas. Estas propiedades y el bajo precio de sus materias primas, le han dado popularidad en muchas aplicaciones industriales. Las características del material permiten que la fibra de vidrio sea moldeable con mínimos recursos, la habilidad artesana suele ser suficiente para la autoconstrucción de piezas de bricolaje tales como kayak, cascos de veleros, terminaciones de tablas de surf o esculturas, etc. Debe tenerse en cuenta que los

compuestos químicos con los que se trabaja en su moldeo dañan la salud, pudiendo producir cáncer.

La fibra de vidrio, también es usada para realizar los cables de fibra óptica utilizados en el mundo de las telecomunicaciones para transmitir señales lumínicas, producidas por láser o LEDs. También se utiliza habitualmente como aislante térmico en la construcción, en modo de mantas o paneles de unos pocos centímetros.

Se recomienda utilizar fibra de vidrio para la fabricación de artículos que estén expuestos a agentes químicos y degradación por corrosión.

Otro de los usos importantes de la fibra de vidrio es la fabricación de la rejilla de fibra de vidrio, barandales, escaleras marinas, perfiles estructurales, tapas para registro.⁸

Figura 3. Muestra de fibra de vidrio



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_vidrio

- **Tipos de Fibra de Vidrio**

Existen varios tipos de fibra. Se clasifican, según el tipo de vidrio y según la disposición espacial.

⁸ Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_vidrio. Consultado 20/07/12

Dentro de los tipos de vidrio, están las A, D, E, entre otras. Según la disposición espacial, están los roving, mats, velos.

Figura 33. Fibra de vidrio Roving



Fuente: <http://www.resinascastro.es>

- **Formas Comerciales**

De los hilados básicos tratados con ensimage *textil* se obtienen:

- Hilados retorcidos
- Tejidos y cintas normales de varios tipos.
- de los tratados directamente para plásticos, se obtienen:
- Mats (fieltros).
- Rovings (mechas continuas).
- Chopped strands (fibra cortada).
- Algunos hilados retorcidos.
- Tejidos (e&teras) y cintas roving.
- Productos especiales o combinados que en conjunto cubren prácticamente todas las necesidades al respecto.

- **Resina**

Sustancia sólida o de consistencia pastosa, insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en los aceites esenciales, y capaz de arder en contacto con el aire, obtenida naturalmente como producto que fluye de varias plantas.

El término incluye también sustancias sintéticas con propiedades similares a las resinas naturales. De esta forma las resinas se dividen en:

- Resinas naturales
 - ámbar
 - resina verdadera
 - gomorresinas
 - oleorresinas
 - bálsamos
 - lactorresinas
- Resinas sintéticas
 - poliéster
 - poliuretano
 - resina epoxi
 - acrílicos
 - viniléster
 - composites

- **Material Estructural**

Los principales materiales empleados para estructuras son el acero, concreto armado y madera. Por ello se analiza las ventajas y el modo de empleo.

- **Acero**

Concepto

El acero es una aleación constituida por hierro y carbono, reduciendo durante el proceso los contenidos de carbono, silicio y azufre que en principio son perjudiciales al acero. Las propiedades del acero dependen de la cantidad de carbono empleada en el proceso de fabricación. Esta combinación ha producido un material muy versátil empleado en múltiples funciones de las edificaciones (Ambrose, 1998; de Mattos, 2006)

Ventajas

El acero es un material de gran resistencia con poco peso, facilidad de fabricación. Esta gran resistencia se traduce en poco peso, ya que se requieren elementos de poco tamaño para satisfacer los requisitos de resistencia. Asimismo, es un material que mantiene sus características sin degradarse a lo largo del tiempo.

La elasticidad es una de las principales propiedades de los materiales, que en el caso del acero, su comportamiento se asemeja más que otros a comportamiento elástico teórico. Así como la elasticidad, la ductilidad es otra propiedad que en el acero se manifiesta en gran medida, ya que soporta sobrecarga mediante la deformación en el rango plástico evidenciando una falla inminente.

La tenacidad es otra ventaja que relaciona la resistencia y ductilidad, ya que el acero posee su resistencia aún en grandes deformaciones permitiendo así doblar el material sin fracturarse.

Debido a la naturaleza del acero de construirse mediante la unión de elementos, permite así ampliaciones a estructuras existentes. Las uniones se realizan mediante soldadura, pernos y remaches. Cabe destacar, que por esta forma de construir, el tiempo de construcción es más rápido que con otro tipo de material.

Uso

El acero es empleado en todo tipo de construcción, desde clavos para obras de madera hasta barras de refuerzo para estructuras de concreto armado. Particularmente el acero estructural corresponde al empleo de perfiles laminados. El diseño de estructuras de acero implica la selección de perfiles estándar laminados en caliente, esta es la forma más empleada del acero estructural. Adicionalmente, cuando la disponibilidad del tamaño necesario para el diseño no es posible, se fabrican perfiles a partir de láminas de acero, soldadas o apernadas (Ambrose, 1998; Galambos, Lin y Johnston, 1999; McCormac, 1996).

Figura 34. Perfiles Laminados de Acero

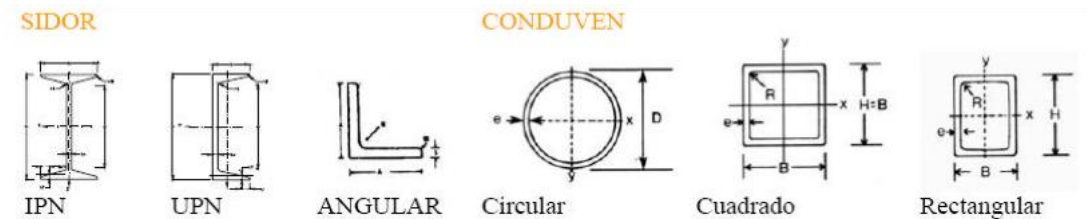
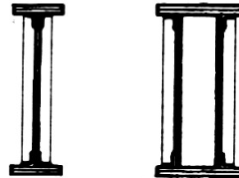


Figura 35. Perfiles armados en base a placas de Acero



Fuente: webdelprofesor.ula.ve

- **Concreto Armado**

Concepto

El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mezclando arena y grava con cemento, agua y en ocasiones un aditivo; estos materiales se fabrican formando un concreto en estado plástico que se coloca en moldes colocados hasta que el concreto endurece. El material es relativamente frágil con una limitada resistencia a la tracción en comparación a la resistencia a la compresión;

esta limitación se contrarresta con la colocación de barras circulares de acero como refuerzo colocado antes de vaciar el concreto (Nilson, 1999).

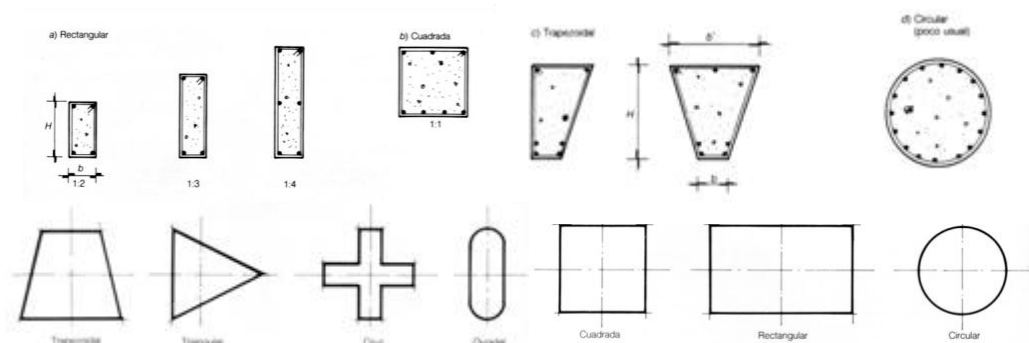
Ventajas

La moldeabilidad del estado plástico en que se fabrica en concreto, permite una libertad en la selección de formas; asimismo el vaciado en que se coloca permite la continuidad de los elementos en una estructura. Además, la durabilidad, permeabilidad, resistencia al fuego y a la intemperie son atributos de este material (González y Robles, 1997).

Uso

El dimensionamiento de las secciones busca las propiedades geométricas así como la cantidad y posición del acero de refuerzo, siendo las formas más comúnmente empleadas las indicadas en la figura 2. Desde el punto de vista de la estructura, las principales estructuras donde se emplea el concreto armado son las losas y vigas monolíticas, losas planas sin vigas, cascarones de cubierta simple o doble curvatura, domos y en el diseño de puentes. Todas estas formas indican la adaptabilidad del material, porque la forma se ajusta a la manera más económica de funcionar (Nilson, 1999).

Figura 36. Secciones transversales de concreto Armado



Fuente: webdelprofesor.ula.ve

3. NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS

La primera etapa después de la misión del proyecto es identificar las necesidades del cliente, mediante oportunidades de todo tipo que se pueden presentar y que muy comúnmente los usuarios pueden generar para ayudar al diseñador dando prioridades de ciertos aspectos a los proyectos.

Es así como en primera instancia se generaron dos maquetas de encuestas. Ambas para los usuarios (quienes están directamente en contacto con el producto durante su vida útil). Una hace referencia a preguntas generales del proyecto y la otra se centra en preguntas más específicas que van a permitir tener datos más concretos para el diseño. No se desarrollaron encuestas para fabricante ya que se consideró previamente que la materia prima, la tecnología, y la manufactura en la ciudad y en el país son de pleno desarrollo para satisfacer formas, dobleces, cortes, soldaduras que en llegado caso el proyecto pudiese necesitar.

Factores para escoger a los entrevistados:

Se entrevistaron a 3 personas que trabajan con el Cenivam y que hacen parte del proyecto de la granja vertical. Estas 3 personas serán las personas que van a estar en constante contacto con la granja vertical.

Al ser un producto tan específico ya que ellos fueron los que plantearon la necesidad de hacer una granja vertical, las encuestas se basan en preguntas generales del proyecto y en algunas preguntas específicas para conocer con que se cuenta y algunos aspectos importantes para tener en cuenta a la hora de hacer el diseño.

3.1 ENCUESTAS

Figura 37. Modelo de Encuesta # 1

PREGUNTAS GENERALES	
1. Que se va a hacer? <input type="checkbox"/>	_____
2. Cuál es el propósito de hacer una granja vertical? <input type="checkbox"/>	_____
3. En donde va a estar ubicada la granja? <input type="checkbox"/>	_____
4. Cuál es el área disponible para ubicar la granja? <input type="checkbox"/>	_____
5. Cuál va a ser la capacidad de la granja? <input type="checkbox"/>	_____
6. Qué tipo de Plantas se van a cultivar? <input type="checkbox"/>	_____
7. Quienes van a participar? <input type="checkbox"/>	_____
8. En cuanto tiempo debe estar instalada la granja en sus instalaciones? <input type="checkbox"/>	_____
OBSERVACIONES	
<input type="checkbox"/>	_____

	—

Fuente: Autor

Figura 38. Modelo de Encuesta # 2

PREGUNTAS ESPECIFICAS	
1. Existen diferentes tipos de iluminación para el crecimiento de las plantas, la luz solar y la luz mediante bombillos led.Cuál de estas sería la indicada para la granja vertical? <input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
2. El cultivo de estas plantas aromáticas va a ser con tierra o se van a manejar cultivos hidropónicos? <input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
3. A que temperatura debe mantenerse el cultivo para su buen desarrollo?	<hr/> <hr/>
4. Que cantidad de agua es necesaria para el cuidado de esas plantas? <input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
5. A que altura la planta ya termina su proceso de crecimiento y es apta para su recolección? <input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
6. Que tan corrosivo puede ser el cultivo de estas plantas? <input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
OBSERVACIONES <input type="checkbox"/>	
<hr/> <hr/>	

Fuente: Autor

3.2 TABULACION DE RESULTADOS

Tabla 2. Encuesta # 1

PREGUNTAS	ENENCIADO	RESPUESTAS
PREGUNTA 1	Que se va a hacer?	Granja Vertical Estructura que permita cultivar por niveles.
PREGUNTA 2	Cuál es el propósito de hacer una granja vertical?	Mostrar que las ciudades pueden ser verdes. Mostrar una manera diferente de cultivar Ahorrar espacio
PREGUNTA 3	En donde va a estar ubicada la granja?	En el Cenivam
PREGUNTA 4	Cuál es el área disponible para ubicar la granja?	Altura: 3 mt. Largo: 3 mt. Ancho: 2,5 mt.
PREGUNTA 5	Cuál va a ser la capacidad de la granja? <input type="checkbox"/>	Dependiendo de lo grande de la estructura.
PREGUNTA 6	Qué tipo de plantas se van a cultivar?	Plantas aromáticas y medicinales
PREGUNTA 7	Quienes van a participar?	Cenivam, Escuela de Diseño Industrial UIS
PREGUNTA 8	En cuanto tiempo debe estar instalada la granja?	10 de agosto de 2012.

Fuente: Autor

Tabla 3. Encuesta # 2

PREGUNTAS	ENENCIADO	RESPUESTAS
PREGUNTA 1	Qué tipo de iluminación se va a usar en la granja vertical?	Aprovechar la Luz solar Hacer Pruebas con distintos tipos de intensidades de luz artificial.
PREGUNTA 2	El cultivo de estas plantas aromáticas va a ser con tierra o se van a manejar cultivos hidropónicos? <input type="checkbox"/>	En tierra que es preparada por el cenivam.
PREGUNTA 3	A que temperatura debe mantenerse el cultivo para su buen desarrollo?	Ya que va a estar en el exterior debe mantenerse a temperatura ambiente. 26 grados.
PREGUNTA 4	Que cantidad de agua es necesaria para el cuidado de esas plantas? <input type="checkbox"/>	Dependiendo del clima.
PREGUNTA 5	A que altura la planta ya termina su proceso de crecimiento y es apta para se recolección? <input type="checkbox"/>	40 centímetros de altura.
PREGUNTA 6	Que tan corrosivo puede ser el cultivo de estas plantas? <input type="checkbox"/>	Humedad del ambiente y de la tierra, lluvias, sol.

Fuente: Autor

3.3 PARAMETROS Y REQUERIMIENTOS

Al contarse con suficiente información proveniente de la recopilación de datos se podrá dar certeza sobre los diferentes parámetros y requerimientos que se deben tomar en cuenta tanto a nivel productivo como a nivel del diseño. Esta información será la base sobre la cual se sustente todo el proceso de diseño hasta llegar al producto final.

Tabla 4. Requerimientos y Parámetros

ASPECTO	REQUERIMIENTOS	PARAMETROS	ALTERNATIVAS
Técnico	El diseño debe cumplir con unas dimensiones finales de acuerdo con el espacio otorgado por el Cenivam.	Altura: 3 mt. Largo: 3 mt. Ancho: 2,5 mt. *Dimensiones máximas.	Estructura Modular con varias opciones de ensamble.
	El diseño debe optimizar el espacio.	Multiplicar x 2 o más la cantidad de plantas sembradas en comparación a la agricultura horizontal.	Granja vertical con varios niveles.
	La fabricación debe realizarse con tecnología y materiales disponibles en la región.	Materiales: Madera Resina Poliéster Resina Epoxica Aceros Fibra de vidrio Tubería estructural Tecnología: En el área se cuenta con la tecnología necesaria para trabajar todos estos materiales.	Contenedor en resina Estructura en tubo estructural.
	Respetar el volumen de tierra que requiere cada planta.	Volumen de 40 cm ³ para cada planta sembrada.	Sembrar varias plantas en una solo contenedor de 80 cm de largo o 120 cm de largo.
	El contenedor debe ser resistente a la intemperie.	Resistente a la corrosión emitida por las plantas y el ambiente, la humedad, lluvia, el sol.	Usar como material la resina 836.
	El contenedor debe resistir peso sin deformarse o romperse.	El contenedor debe resistir entre 80 y 120 kilos sin deformarse.	La resina debe ser reforzada con fibra de vidrio para darle mayor resistencia.
	La estructura debe resistir peso sin deformarse.	La estructura debe soportar el peso de	Usar como material principal el tubo

		varias macetas sin deformarse. Cada maceta peso 120 kilos.	estructural.
	La estructura debe ser resistente a la intemperie.	Resistente a la corrosión emitida por el ambiente, la lluvia, el sol y otros factores climáticos.	Aplicar anticorrosivo a la estructura.
Humano	La granja debe ser fácil de operar	El usuario no debe realizar grandes esfuerzos para poder manipular la granja.	Mecanismo que me permita subir y bajar las plantas.
Expresivo-Formal	La estructura debe evocar estabilidad	La estructura debe mantenerse en pie y resistir al diferente peso que vaya a mantener.	Usar una forma que me permita darle estabilidad a la estructura
	Se debe mostrarle al usuario como operar la granja	El usuario debe conocer paso a paso la manera de sembrar, cuidar y cosechar las plantas dentro de la granja vertical.	Hacer diagrama de uso.
Formal-Estético	Usar Colores que se adapten al ambiente donde va a estar la granja	Usar un color para el contenedor y otro para la estructura.	Colores Tierra.

Fuente: Autor

4. GENERACION Y SELECCIÓN DEL CONCEPTO

4.1 ACLARAR EL PROBLEMA

Después del análisis realizado a las encuestas y mediante la tabulación de las mismas, pudimos encaminar o enfocar el desarrollo de producto mediante la generación de alternativas 2D y 3D, que servirán de apoyo para escoger y definir una posible solución al problema planteado y al cual posteriormente se le hará toda una arquitectura completa del producto para definir detalles.

En esta parte del desarrollo de producto lo que se hizo fue aclarar la búsqueda de soluciones, mediante problemas individuales pertenecientes al mismo, que se pudieran descomponer en subsistemas o subproblemas. Es así como para el proyecto “Granja Vertical Piloto para el cultivo de plantas aromáticas y medicinales” se trabajaron 3 subsistemas así:

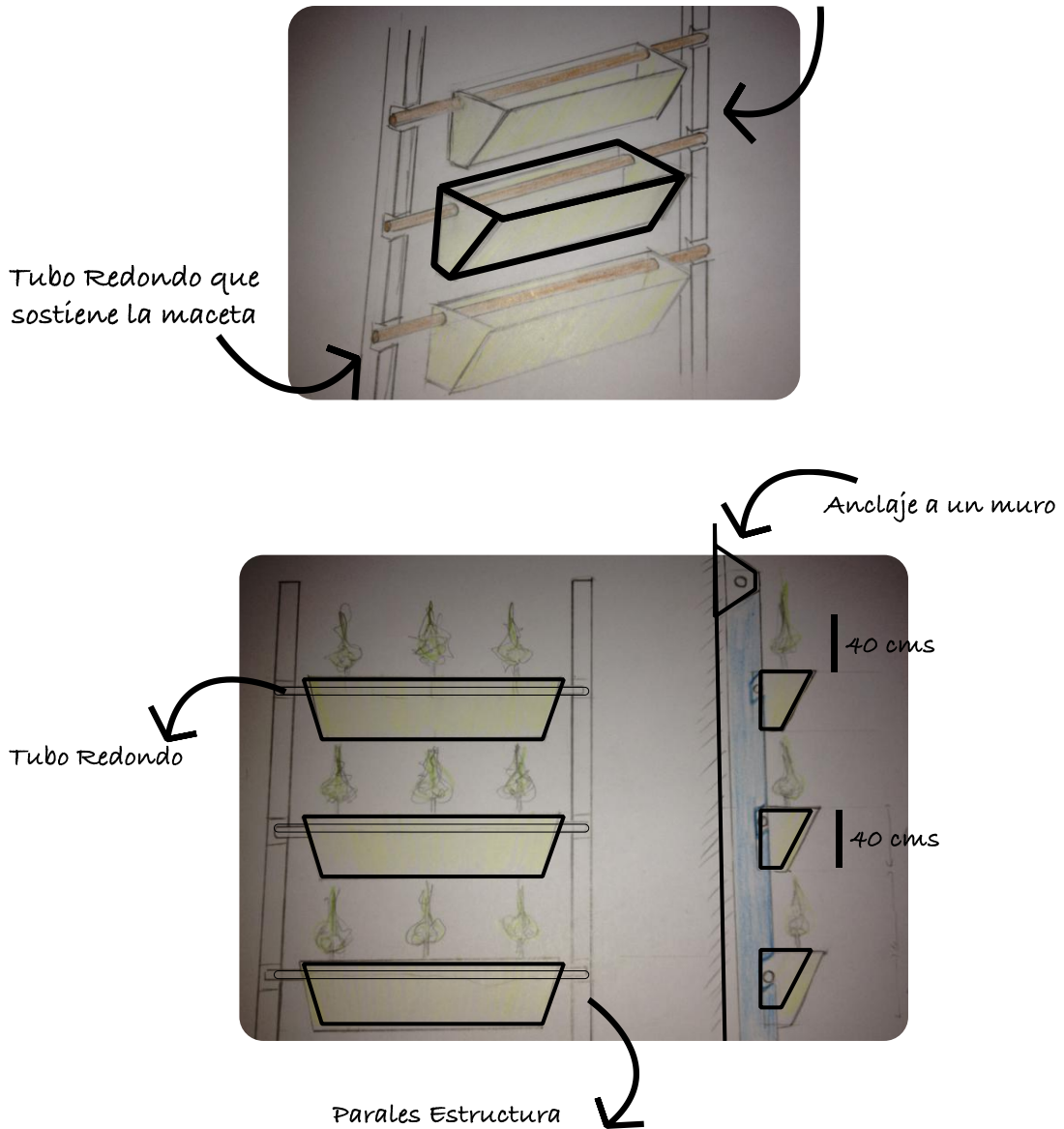
- Optimizar el espacio
- Estructura Modular
- Adaptable a Varios Contextos

4.2 IDEAS PRELIMINARES

Esta etapa se caracteriza por la generación de primeras ideas generales de diseño, las cuales se sustentan en los requerimientos y parámetros establecidos anteriormente.

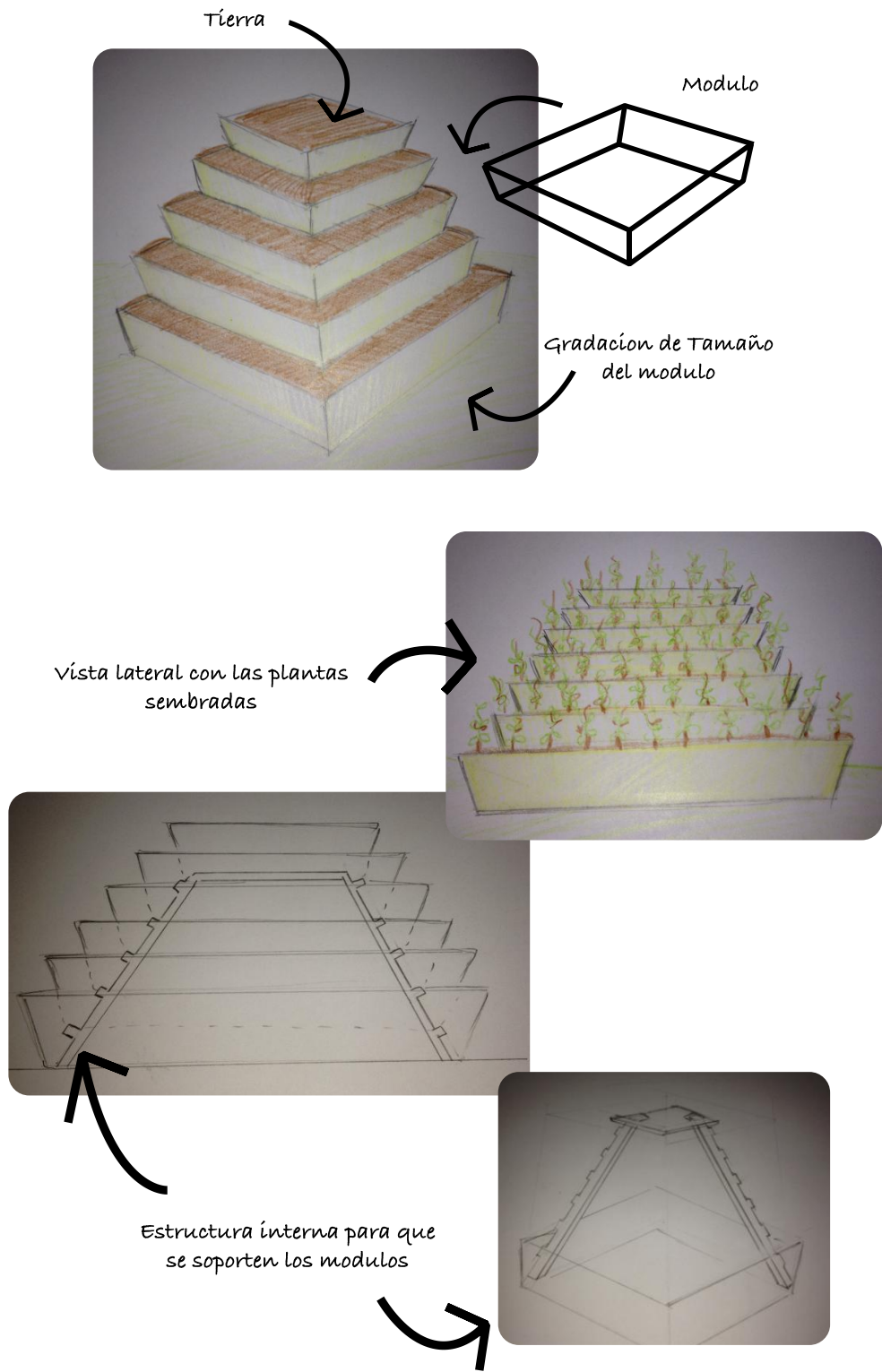
Figura 39. Bocetos Alternativa #1

Escalones donde descansa el tubo que sostiene la maceta



Fuente: Autor

Figura 40. Bocetos Alternativa #2



Fuente: Autor

Construcción de Prototipos

Figura 41. Prototipo 1



Fuente: Autor

Figura 42. Prototipo 2



Fuente: Autor

4.3 EVALUACION DE ALTERNATIVAS

Para la evaluación de alternativas deben existir ciertos criterios basados en comparaciones y en requerimientos dados anteriormente.

La obtención del resultado se hizo dándole un valor de (1) cuando cumple mejor el criterio, (0) cuando lo cumple igual que el producto existente y (-1) cuando lo cumple de una forma más deficiente.

Figura 43. Granjas Existentes



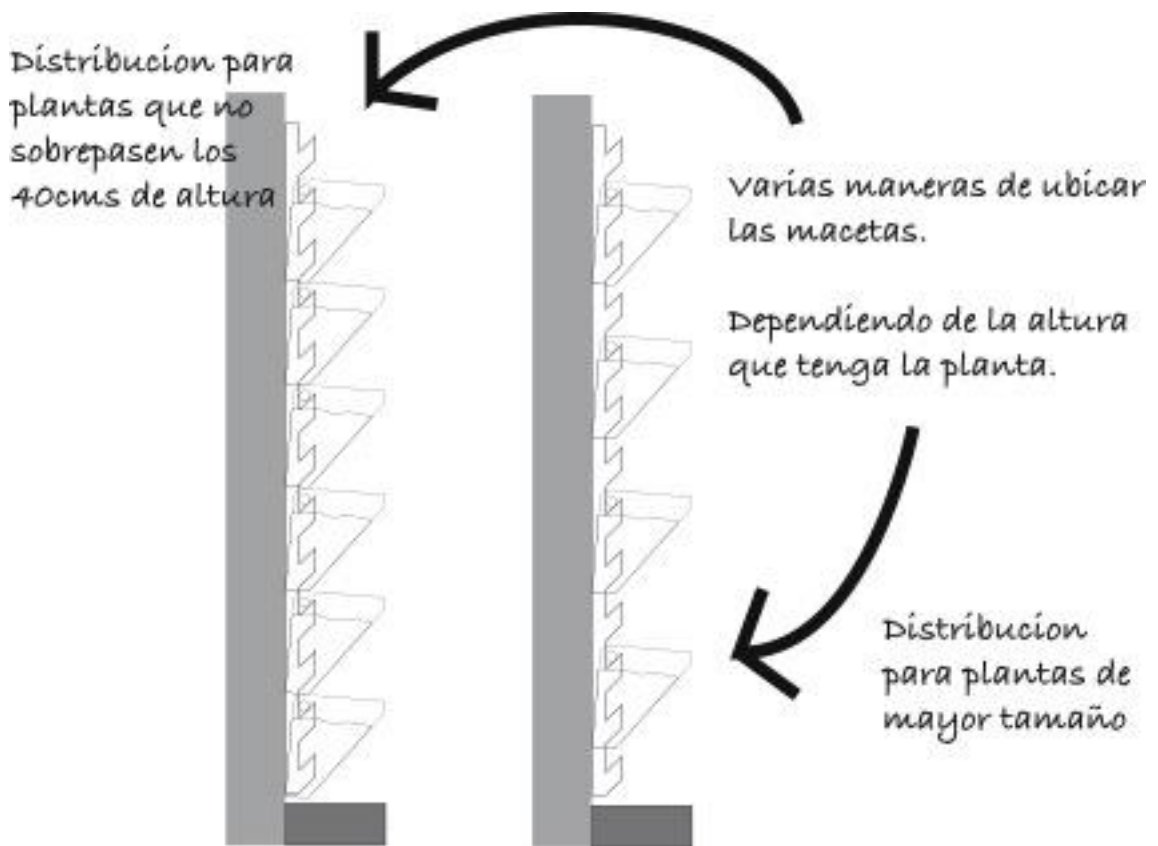
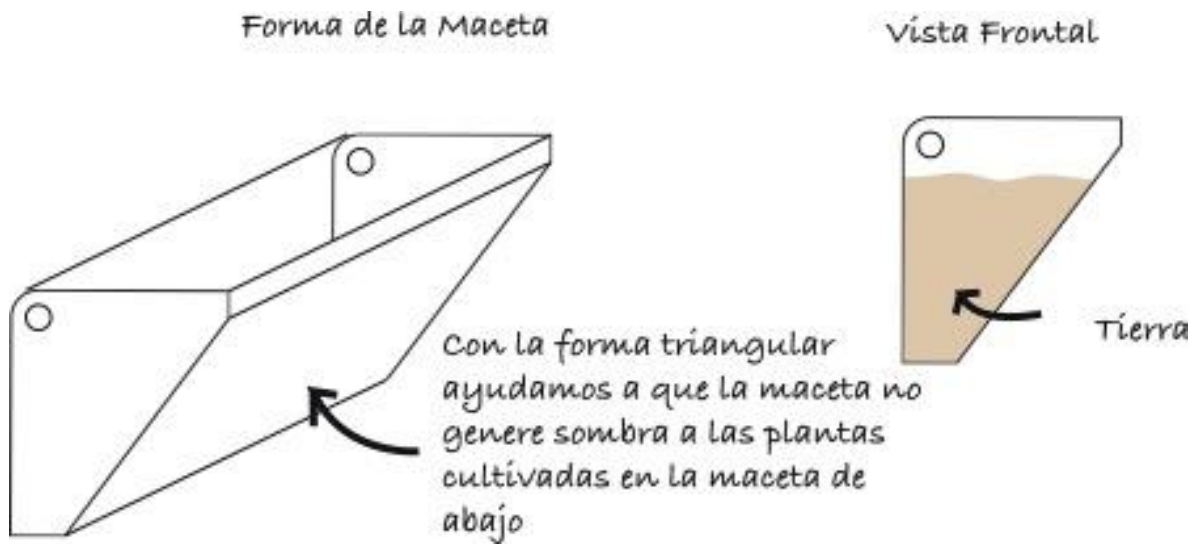
Fuente: <http://www.verticrop.com/about.html>

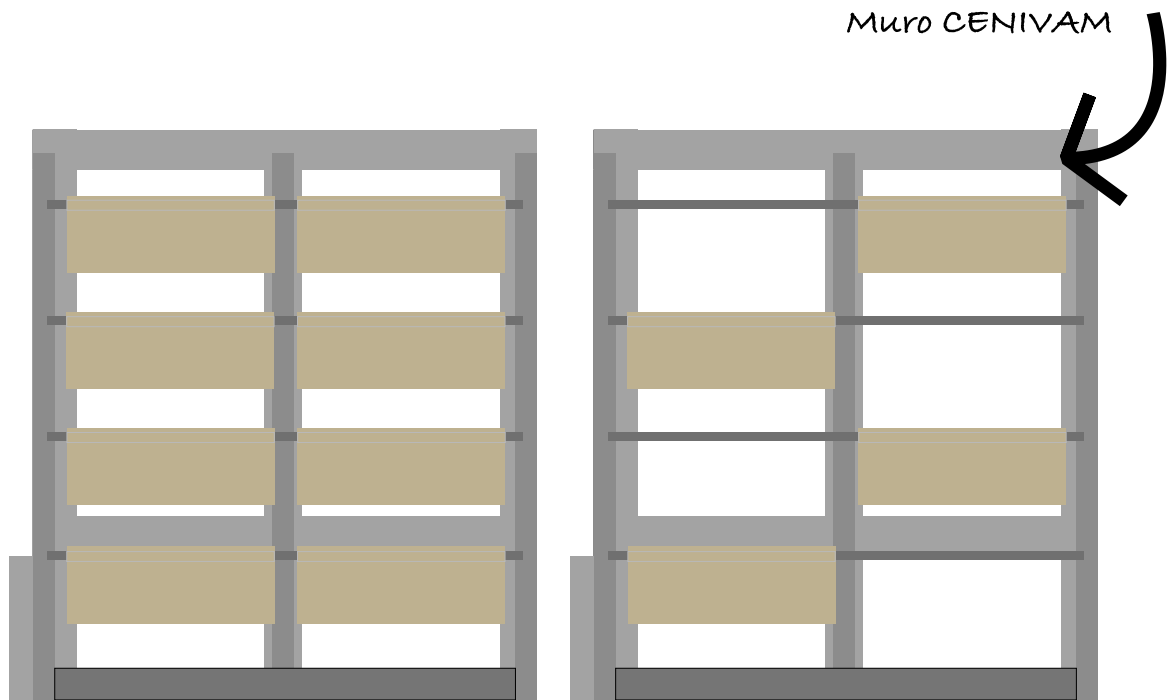
Tabla 5. Matriz de Selección

CRITERIOS DE SELECCIÓN	CRITERIOS	
	Alternativa # 1	Alternativa # 2
Optimiza el espacio	1	-1
Estructura Estable	0	1
Fácil de Operar	1	0
Estructura Modular	1	1
Adaptable a varios contextos	1	0
Lenguaje de uso Claro	0	0
Fácil de sembrar	1	0
Fácil de cuidar	1	1
Fácil de cosechar	1	1
TOTAL	7	3

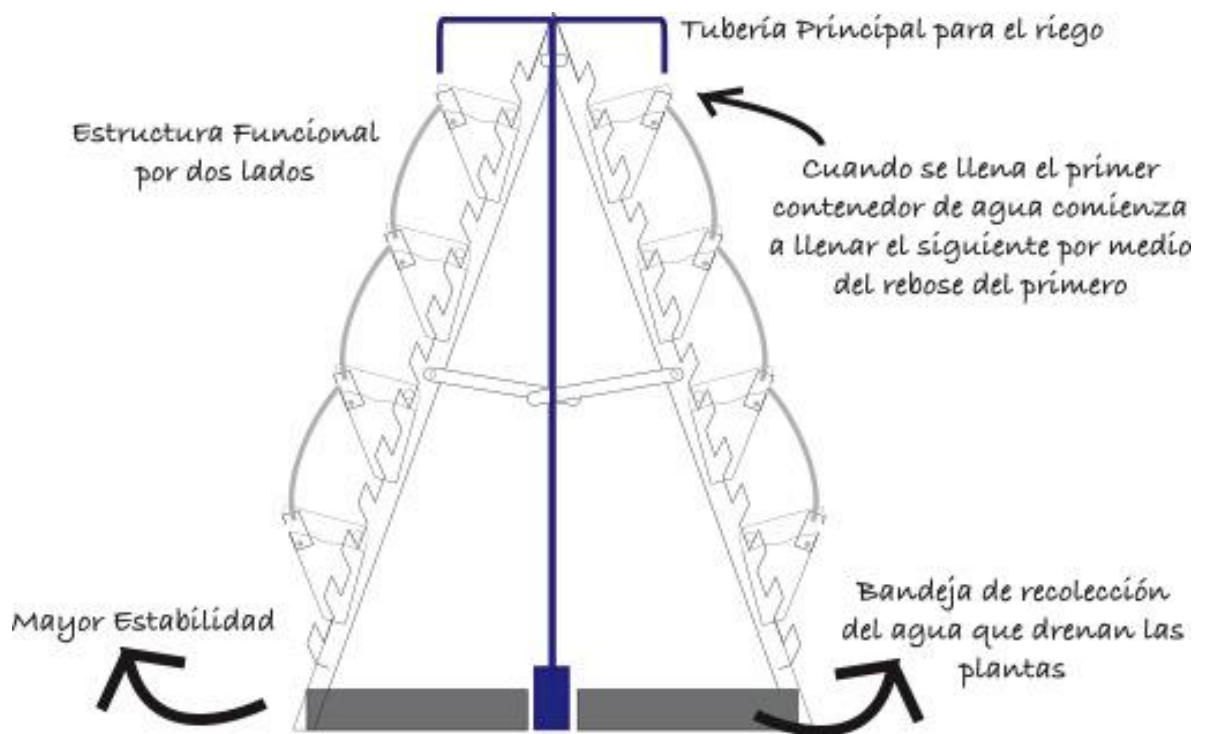
Fuente: Autor

4.4 EVOLUCION DE LA ALTERNATIVA



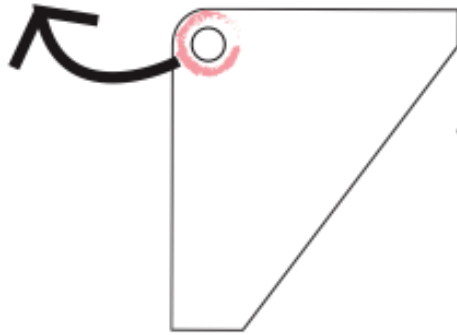


varias maneras de ubicar las macetas dentro de la estructura de la granja.

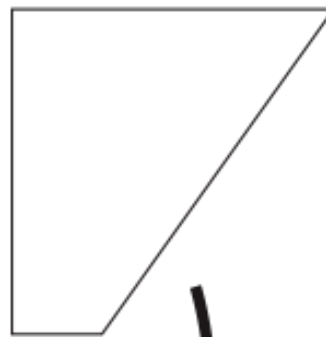


EVOLUCION DE LA MACETA

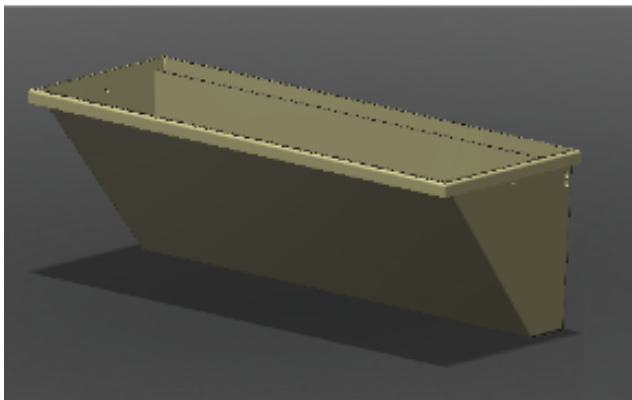
Con la forma de la maceta inicial segun calculos...
La maceta podría fallar por el agujero donde
entraría el tubo, ya que ahí se Apoya todo el peso.



Simplificamos la forma, por costos
de fabricacion de esta pieza en
Resina y fubra de vidrio

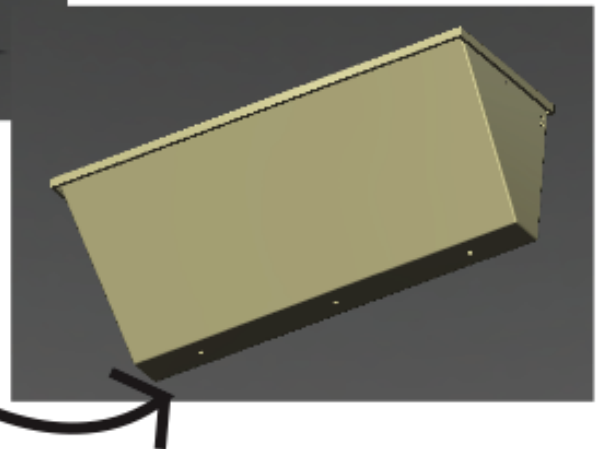


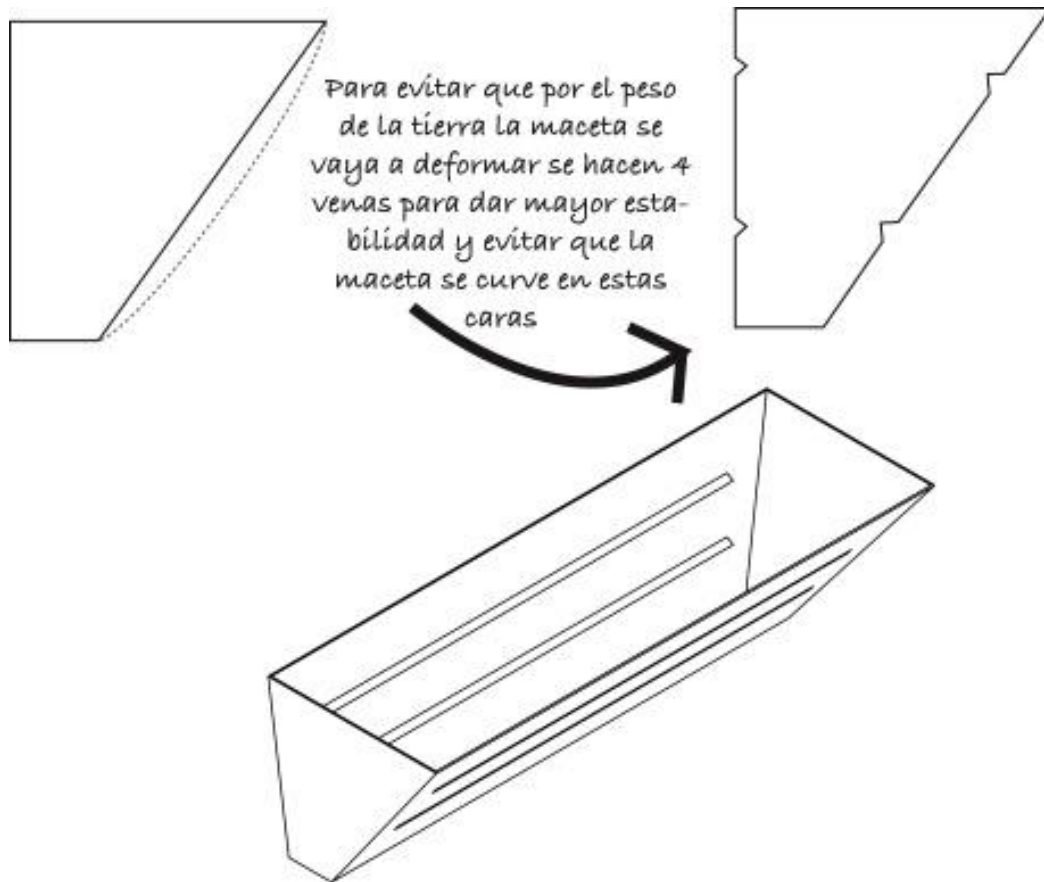
Modelado 3D



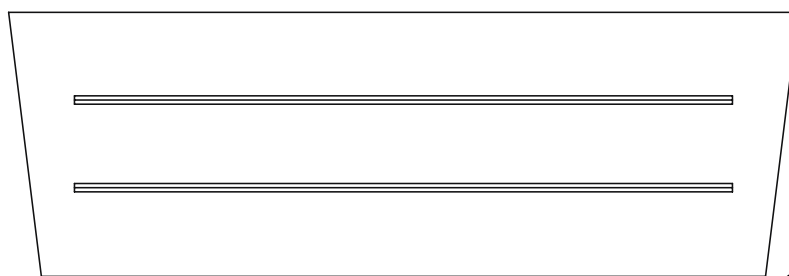
Material de la maceta:
Resina Poliester con refuerzo
de fibra de vidrio para mayor
resistencia

Agujeros para el el drenaje del
exceso de agua

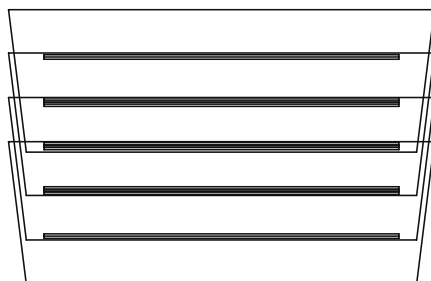




120 cms



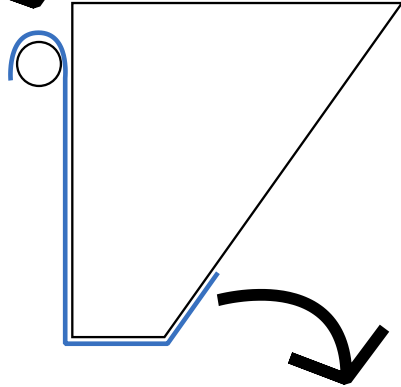
Capacidad para 3 plantas por maceta



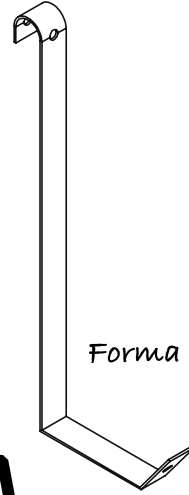
Angulo de Entrada para poder apilarlas una encima de la otra

COMO LO UNIMOS CON LA ESTRUCTURA???

TUBO

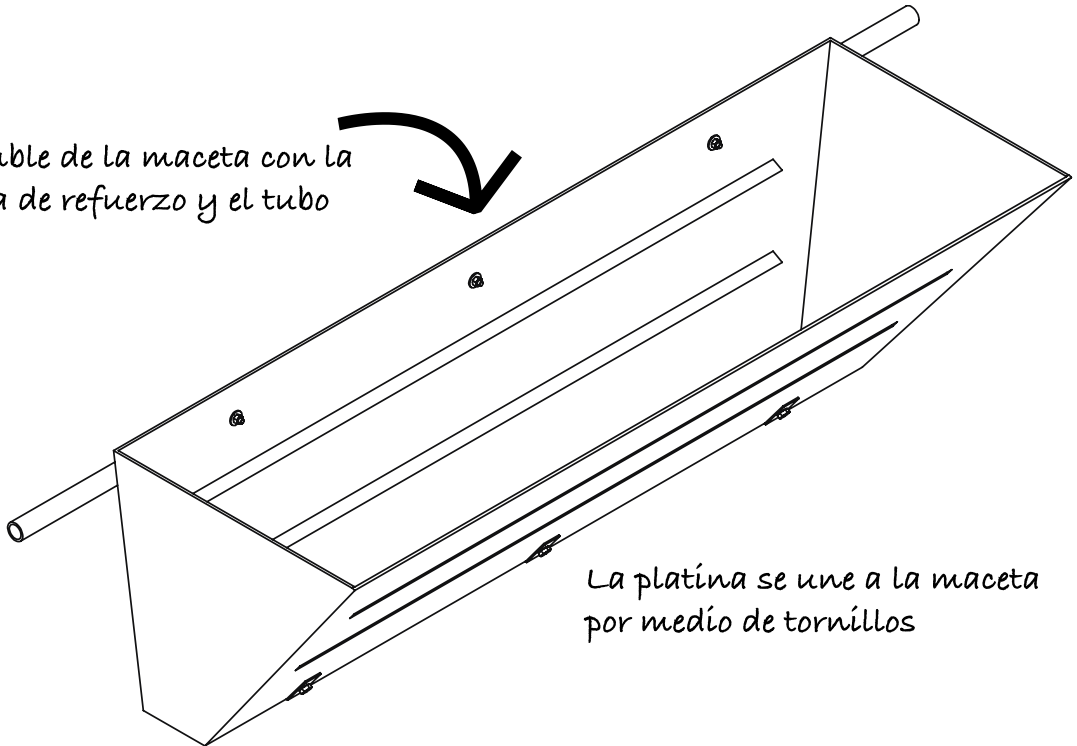


Platina para reforzar la maceta y agarrar el tubo que va conectado a la estructura



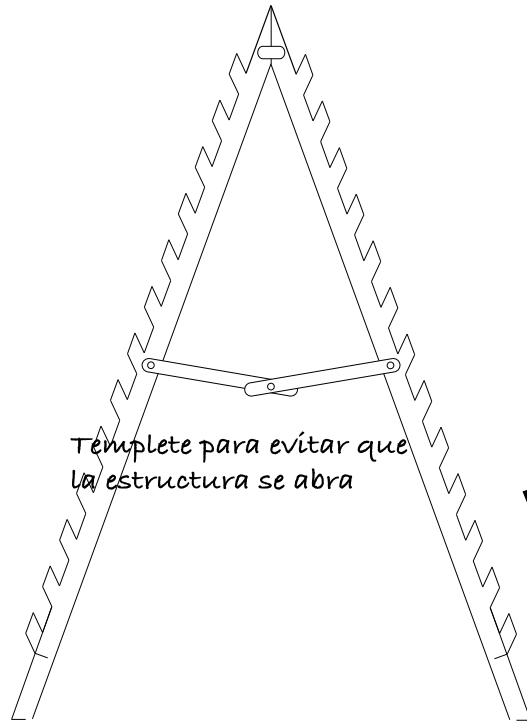
Forma de la platina 3D

Ensamble de la maceta con la platina de refuerzo y el tubo

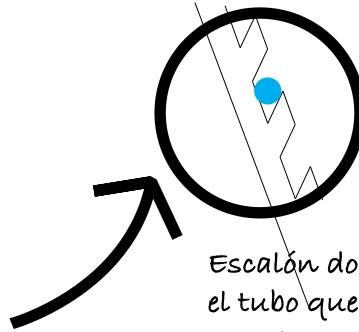


La platina se une a la maceta por medio de tornillos

EVOLUCION DE LA ESTRUCTURA

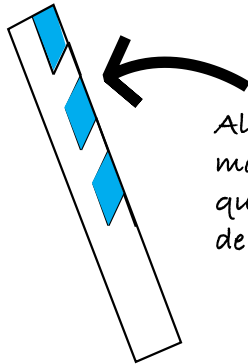


Templete para evitar que la estructura se abra



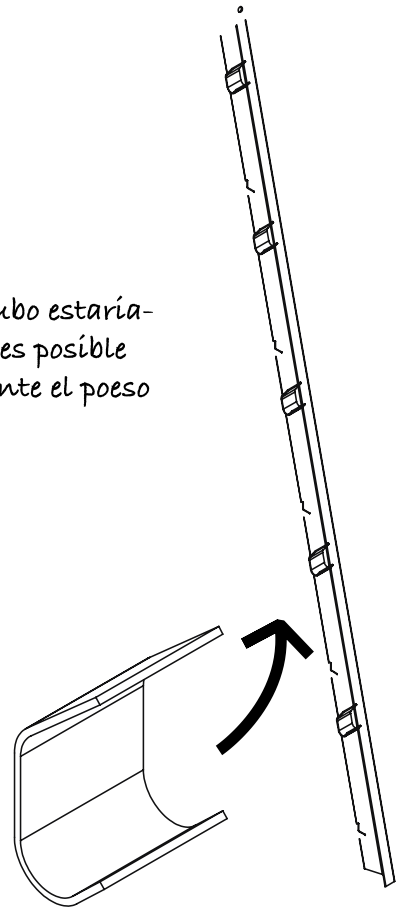
Escalón donde descansa el tubo que tiene la maceta

El material para la estructura es tubo Estructural.

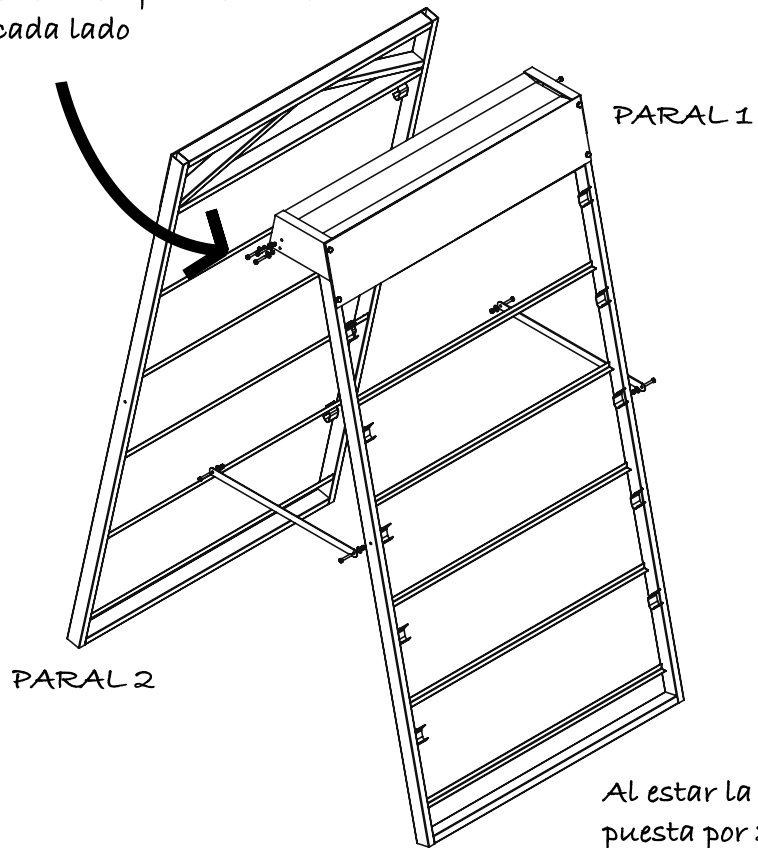


Al hacerle estos cortes al tubo estaríamos debilitando el tubo y es posible que la estructura no aguante el peso de las macetas

Para mantener la resistencia del tubo lo dejamos íntacto y para hacer el escalón donde descansa el tubo de la maceta soldamos unas U al paral de la estructura

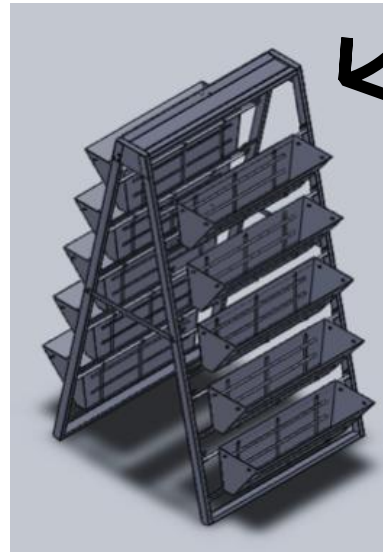
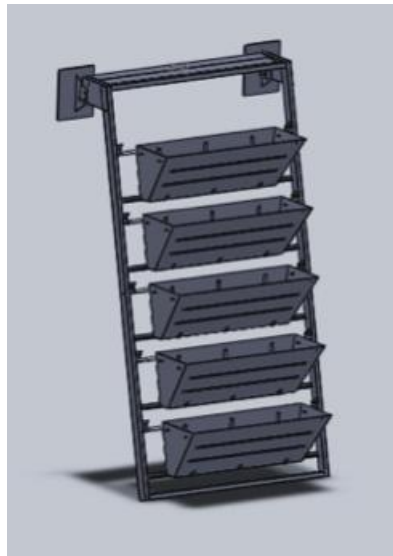


La estructura esta compuesta por 2
parales que se unen por medio de 3
tornillos a cada lado



Al estar la estructura com-
puesta por 2 paralel podemos
tener 2 formas de ensamble.

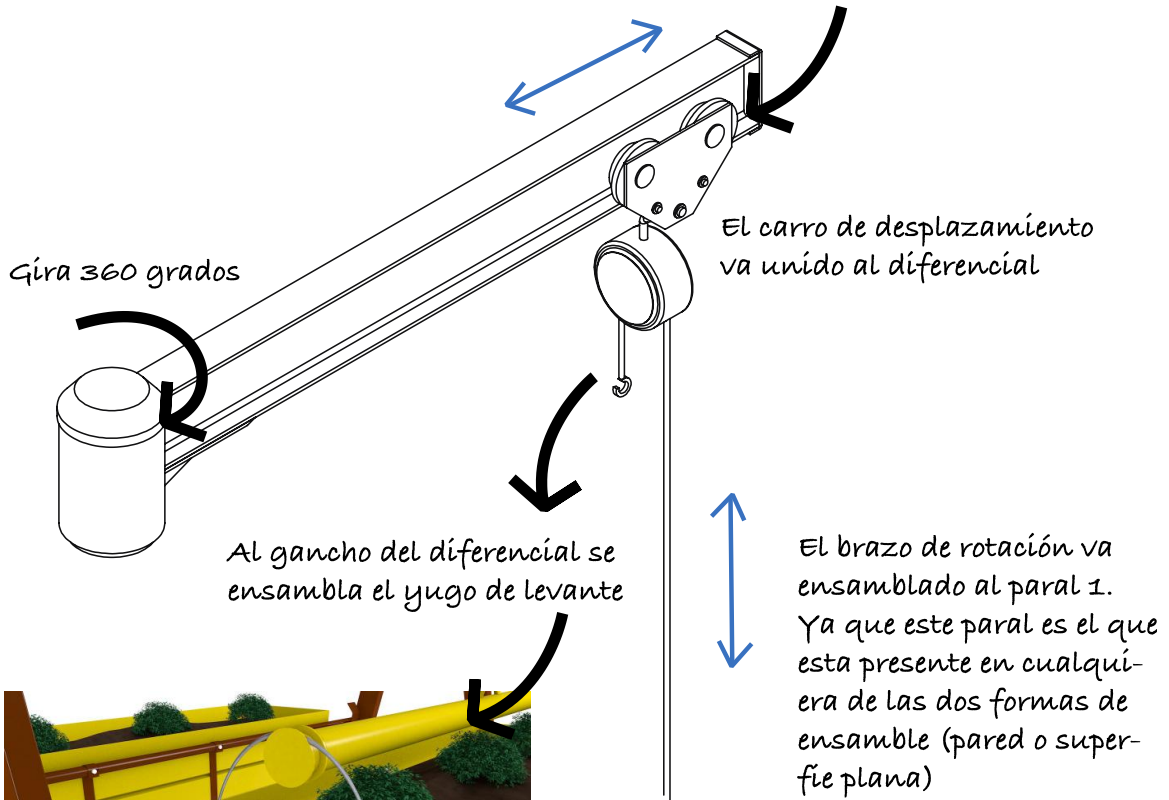
Sobre un muro



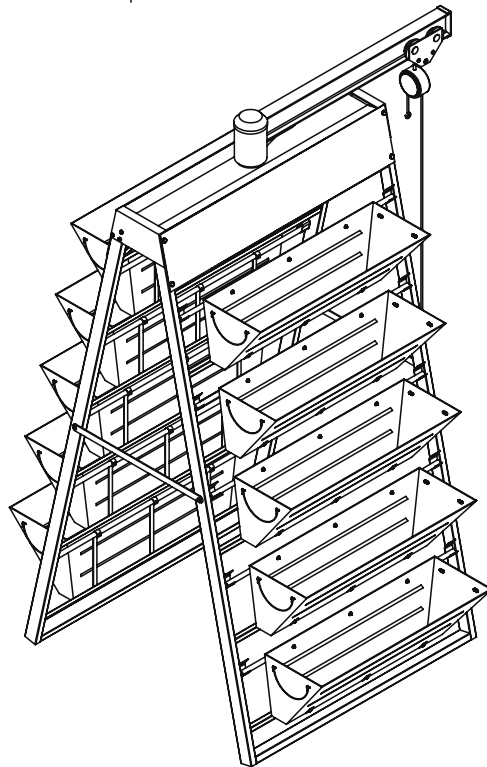
Sobre una superficie plana

MECANISMO PARA CARGAR Y DESCARGAR LAS MACETAS

Carro de desplazamiento

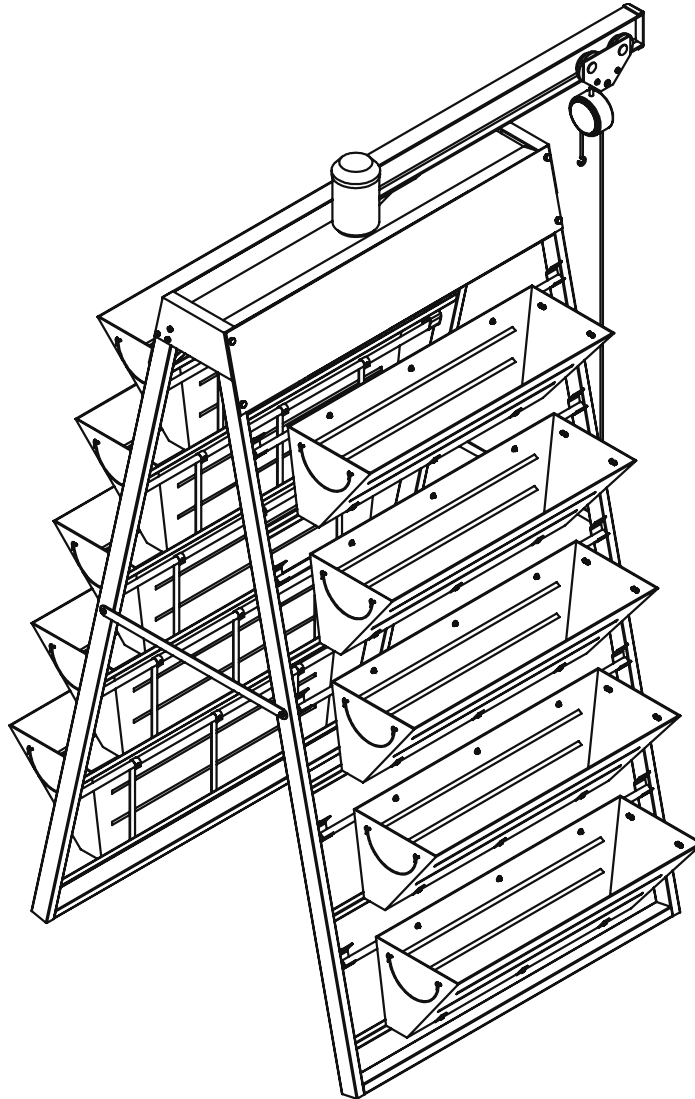


Con el yugo de levante se cargan o descargan las macetas



4.5 MODELO 3D DEL PROYECTO

Figura 44. Granja 3D



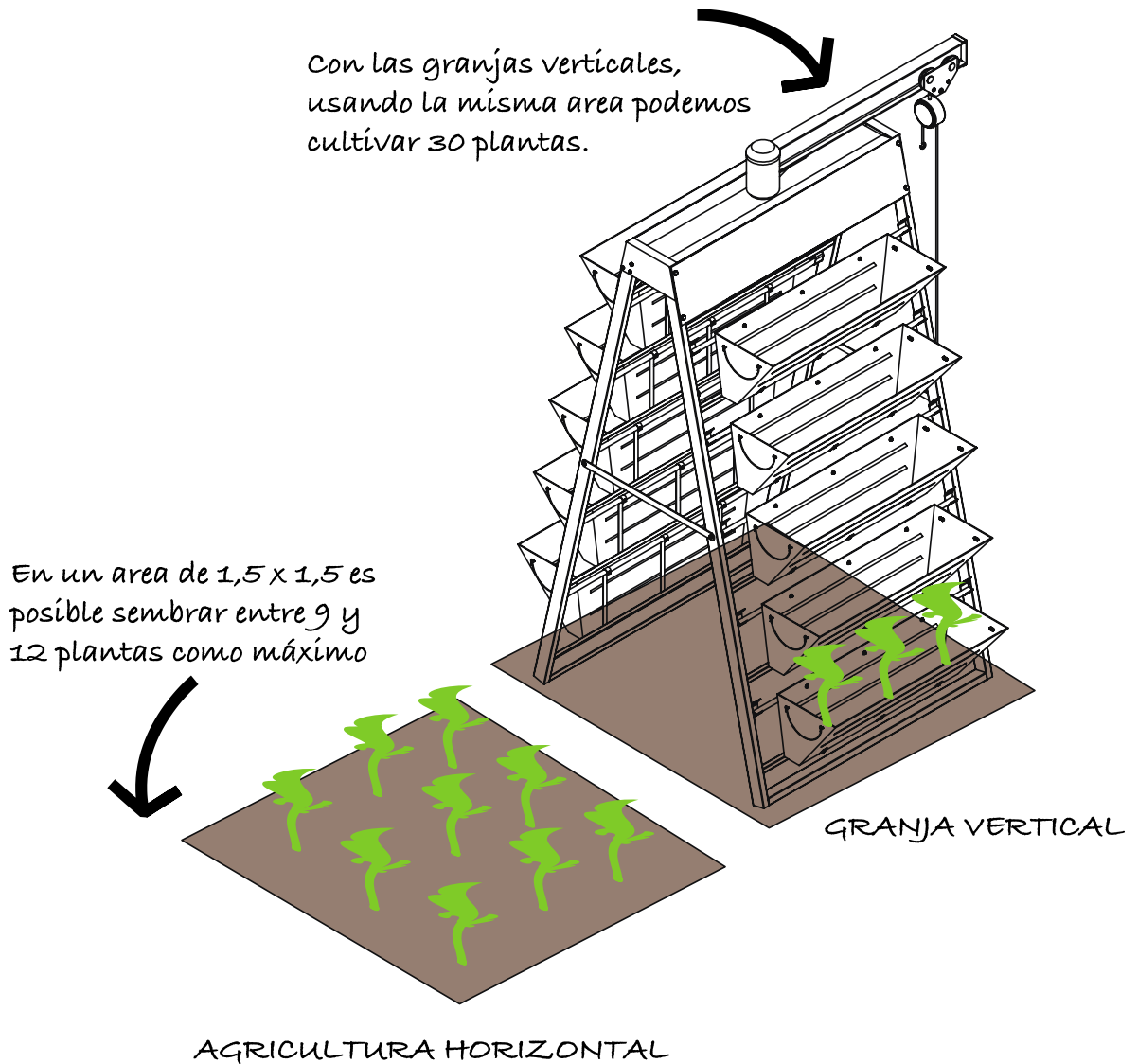
Fuente: Autor

Consiste en una granja vertical compuesta de varios niveles. En cada nivel se encuentra una maceta la cual puede cosechar desde 3 plantas, dependiendo de qué tan grande y frondosa sea la planta.

La granja vertical ocupa un espacio de 1,50 x 1,50 metros y tiene una altura de 3 metros. Con este diseño se logra cosechar desde un 50% más de plantas que lo

que lograríamos con la agricultura horizontal.

Figura 45. Agricultura Horizontal VS Agricultura Vertical

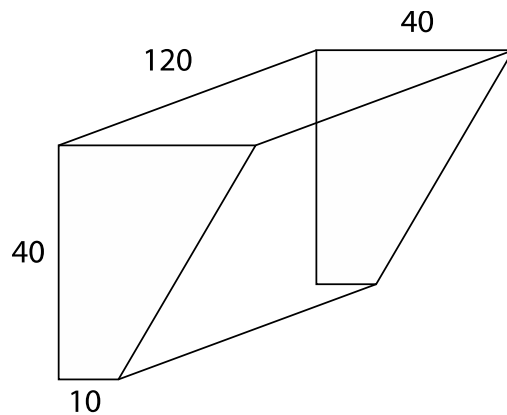


MULTIPLICAMOS POR 3 LA CANTIDAD DE PLANTAS SEMBRADAS EN LA MISMA CANTIDAD DE TIERRA!

Fuente: Autor

5. CALCULOS

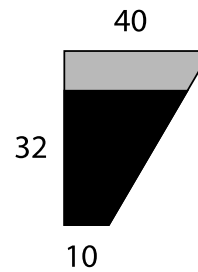
5.1 CALCULOS DE PESO Y VOLUMEN DE LA MACETA



$$V \text{ max: } (40\text{cms} \times 40 \text{ cms} \times 120 \text{ cms}) - \left[\frac{(30\text{cms} \times 40 \text{ cms}) \times 120}{2} \right]$$

$$V \text{ max: } 192.000 \text{ cm}^3 - 72.000 \text{ cm}^3$$

$$V \text{ max: } 120.000 \text{ cm}^3$$

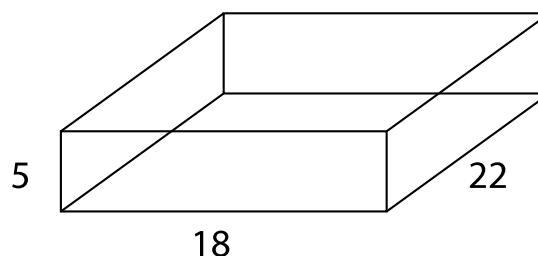


$$V \text{ ideal: } (32\text{cms} \times 32 \text{ cms} \times 120 \text{ cms}) - \left[\frac{(24\text{cms} \times 32 \text{ cms}) \times 120}{2} \right]$$

$$V \text{ ideal: } 130.560 \text{ cm}^3 - 46.080 \text{ cm}^3$$

$$V \text{ ideal: } 84.480 \text{ cm}^3$$

Figura 46. Calculo de peso



V max: 5cms x 18 cms x 22 cms

V max: 1.980 cm³



Al recipiente donde vamos a tener la tierra con abono le hacemos 2 agujeros para saber la capacidad de campo que tiene la tierra y saber el peso de ese contenedor si la tierra esta mojada.



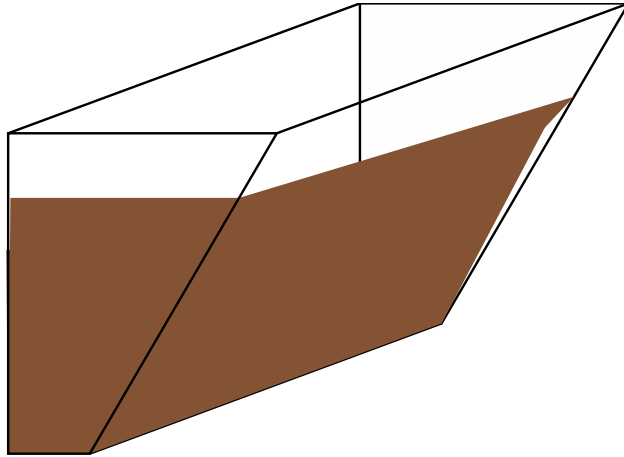
Poco a poco se agregó agua hasta que empecé a drenar el agua por los orificios que se le hicieron al contenedor.

Fueron necesarios 100 ml.

Una vez se tiene la tierra mojada la pesamos y obtenemos que:

1980 cm³ de tierra mojada : 2 kg

Fuente: Autor



Peso para el Volumen Ideal

$1.980 \text{ cm}^3 : 2\text{kg.}$
 $84.480 \text{ cm}^3 : X$

X: 85,33 kg

Peso para el Volumen máximo

$1.980 \text{ cm}^3 : 2\text{kg.}$
 $120.000 \text{ cm}^3 : X$

X: 121,2 kg

5.2 ANALISIS DE TENSIONES

5.2.1 Análisis de tensiones de la maceta

Tabla 6. Propiedades del estudio de la maceta

Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Tabla 7. Unidades

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Tabla 8. Propiedades de material

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Sólido 1(Cortar-Extruir8)	Acrílico (Impacto medio-alto)	6.7238 kg	0.00560317 m ³
2	Sólido 1(Taladro de margen para 5/162)	Acero aleado	0.202639 kg	2.63168e-005 m ³
3	Sólido 1(Taladro de margen para 5/162)	Acero aleado	0.202639 kg	2.63168e-005 m ³
4	Sólido 1(Taladro de margen para 5/162)	Acero aleado	0.202639 kg	2.63168e-005 m ³

Nombre de material:	Acrílico (Impacto medio-alto)
Descripción:	PA
Origen del material:	
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Datos de aplicación:	

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.4e+009	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.35	NA	Constante
Módulo cortante	8.9e+008	N/m ²	Constante
Densidad	1200	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	5.1702e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	2.0681e+008	N/m ²	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	5.2e-005	/Kelvin	Constante
Conductividad térmica	0.21	W/(m.K)	Constante
Calor específico	1500	J/(kg.K)	Constante

Nombre de material:	Acero aleado
Descripción:	
Origen del material:	
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Datos de aplicación:	

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.1e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.28	NA	Constante
Módulo cortante	7.9e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7700	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	7.2383e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	6.2042e+008	N/m ²	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	1.3e-005	/Kelvin	Constante
Conductividad térmica	50	W/(m.K)	Constante
Calor específico	460	J/(kg.K)	Constante

Cargas y restricciones

Tabla 9. Sujeción

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Fijo-1 <Maceta Resina-1>	Activar 2 Cara(s) fijo.	

Tabla 10. Carga

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Presión-1 <Maceta Resina-1>	activar 1 Cara(s) con presión 2000 N/m ² a lo largo de la dirección normal a la cara seleccionada	Carga secuencial	
Presión-2 <Maceta Resina-1>	activar 1 Cara(s) con presión 500 N/m ² a lo largo de la dirección normal a la cara seleccionada	Carga secuencial	
Presión-3 <Maceta Resina-1>	activar 1 Cara(s) con presión 7700 N/m ² a lo largo de la dirección normal a la cara seleccionada	Carga secuencial	
Presión-4 <Maceta Resina-1>	activar 2 Cara(s) con presión 3000 N/m ² a lo largo de la dirección normal a la cara seleccionada	Carga secuencial	

Tabla 11. Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	625.74	1047.16	-0.225849	1219.88

Tabla 12. Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.00664101	0.000264883	-0.000964162	0.00671586

Tabla 131. Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Resultados del estudio

Tabla 14. Resultados predeterminados

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/m ² Nodo: 60828	(-0.856043 in, -7.10322 in, -19.685 in)	1.32836e+007 N/m ² Nodo: 11320	(6.90114 in, 1.88821 in, -18.3112 in)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 5	(-3.83489 in, -8.01075 in, -3.78076 in)	72.5351 mm Nodo: 5834	(12.571 in, 6.04013 in, -19.685 in)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0 Elemento: 30004	(-4.12421 in, -8.03771 in, -19.5929 in)	0.00318951 Elemento: 12583	(7.00225 in, 1.65701 in, -19.5128 in)

Figura 47. Ensamble Maceta Final-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

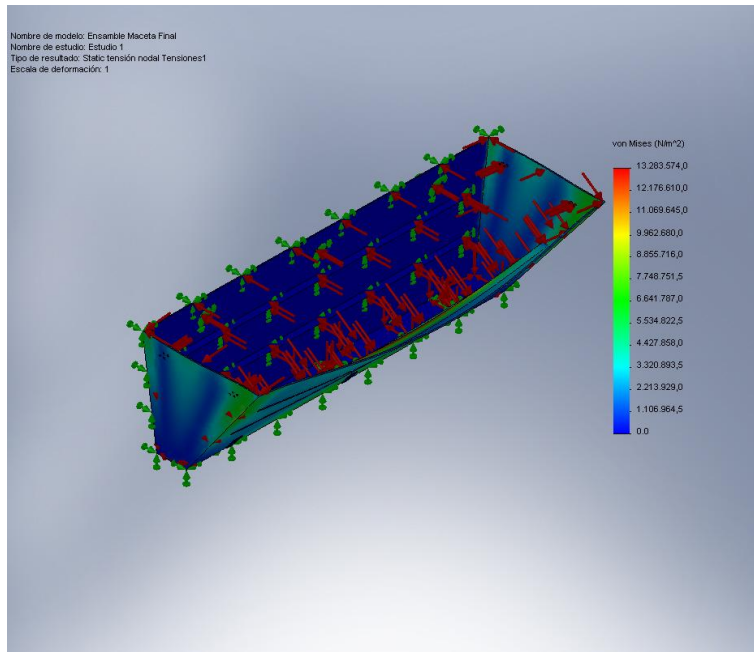
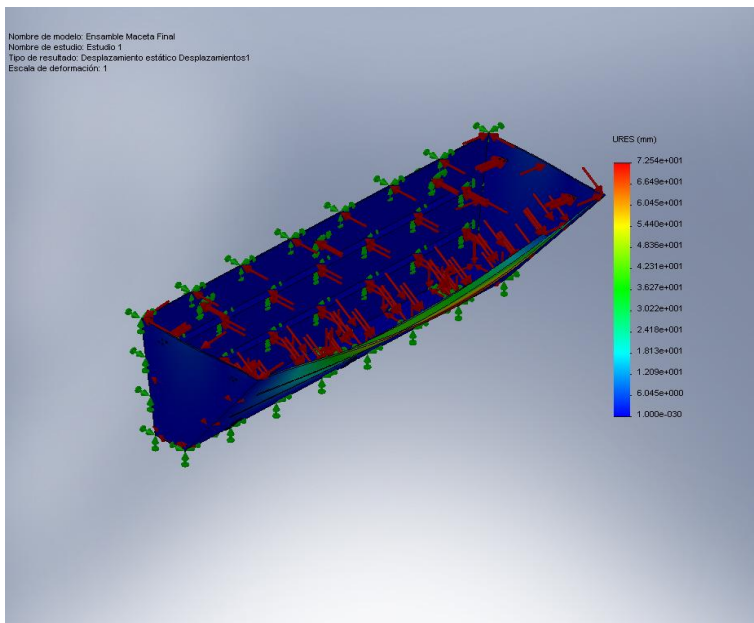


Figura 48. Ensamble Maceta Final-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1



Fuente: Autor

Figura 49. Ensamble Maceta Final-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

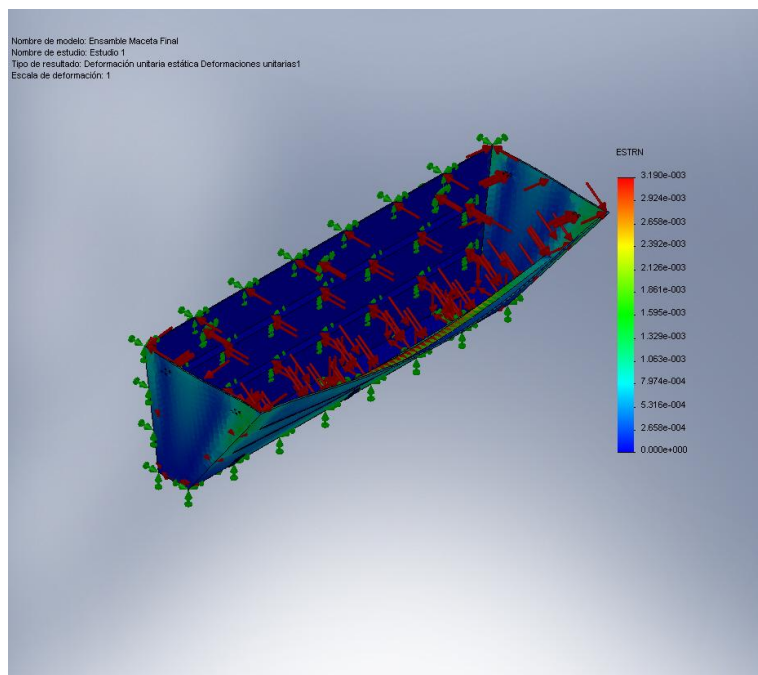
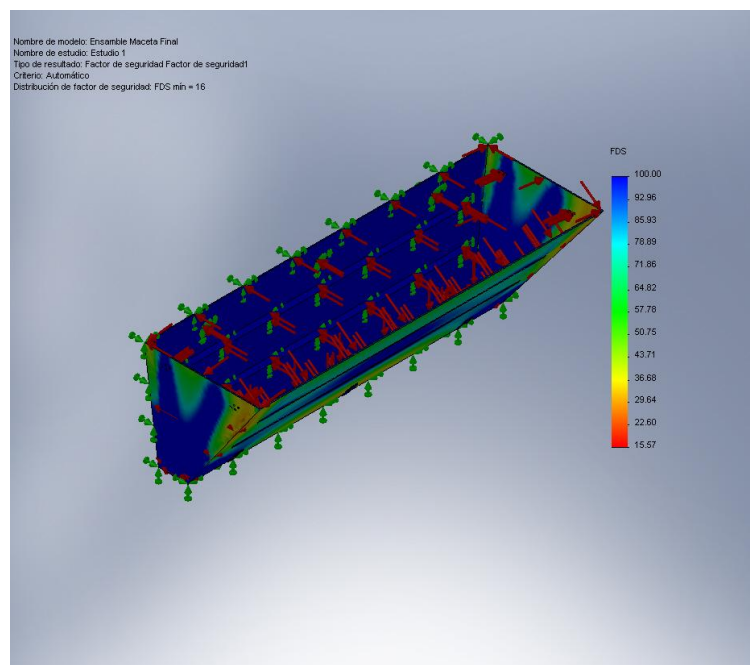


Figura 50. Ensamble Maceta Final-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1



Fuente: Autor

5.2.2 Análisis de tensiones de la estructura

Tabla 15. Propiedades del estudio de la estructura

Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Tabla 16. Unidades

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Tabla 17. Propiedades de material

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
2	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
3	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
4	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
5	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
6	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
7	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
8	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
9	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
10	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	1.57725 kg	0.000204838 m ³
11	Sólido 1(Cortar-Extruir1)	Acero aleado	15.7563 kg	0.00204627 m ³
12	Sólido 1(Cortar-Extruir1)	Acero aleado	15.7563 kg	0.00204627 m ³
13	Sólido 1(Cortar-Extruir2)	Acero aleado	2.84378 kg	0.000369322 m ³
14	Sólido 1(Cortar-Extruir2)	Acero aleado	2.84378 kg	0.000369322 m ³
15	Sólido 1(Cortar-Extruir2)	Acero aleado	2.84378 kg	0.000369322 m ³
16	Sólido 1(Cortar-Extruir2)	Acero aleado	2.84378 kg	0.000369322 m ³
17	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	8.75827 kg	0.00113744 m ³
18	Sólido 1(Saliente-Extruir1)	Acero aleado	1.26028 kg	0.000163672 m ³
19	Sólido 1(Saliente-Extruir1)	Acero aleado	1.26028 kg	0.000163672 m ³
20	Sólido 1(Taladro de margen para 3/81)	Acero aleado	3.02538 kg	0.000392907 m ³
21	Sólido 1(Taladro de margen para 3/81)	Acero aleado	3.02538 kg	0.000392907 m ³
22	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	6.45921 kg	0.000838859 m ³

23	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	6.45921 kg	0.000838859 m ³
24	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	6.45921 kg	0.000838859 m ³
25	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	6.45921 kg	0.000838859 m ³
26	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	6.45921 kg	0.000838859 m ³
27	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	6.45921 kg	0.000838859 m ³
28	Sólido 1(Taladro de margen para 3/81)	Acero aleado	12.8136 kg	0.00166411 m ³
29	Sólido 1(Taladro de margen para 3/81)	Acero aleado	12.8136 kg	0.00166411 m ³
30	Sólido 1(Taladro de margen para 3/81)	Acero aleado	12.8136 kg	0.00166411 m ³
31	Sólido 1(Taladro de margen para 3/81)	Acero aleado	12.8136 kg	0.00166411 m ³
32	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
33	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
34	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
35	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
36	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
37	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
38	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
39	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
40	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
41	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
42	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
43	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
44	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
45	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
46	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³

47	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
48	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
49	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
50	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³
51	Sólido 1(Extruir-Lámina1)	Acero aleado	0.12777 kg	1.65935e-005 m ³

Nombre de material:	Acero aleado
Descripción:	
Origen del material:	
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Datos de aplicación:	

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.1e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.28	NA	Constante
Módulo cortante	7.9e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7700	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	7.2383e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	6.2042e+008	N/m ²	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	1.3e-005	/Kelvin	Constante
Conductividad térmica	50	W/(m.K)	Constante
Calor específico	460	J/(kg.K)	Constante

Cargas y restricciones

Tabla 18. Sujeción

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Fijo-1 <Tubo 2 Estructura-1, Tubo 1 Estructura-6, Tubo 2 Estructura-3, Tubo 1 Estructura-5, Tubo 2 Estructura-4, Tubo 2 Estructura-2>	Activar 6 Cara(s) fijo.	

Tabla 19. Carga

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza-2 <Ude Descargue-5, Ude Descargue-6, Ude Descargue-7, Ude Descargue-18, Ude Descargue-19, Ude Descargue-17, Ude Descargue-16, Ude Descargue-3, Ude Descargue-2, Ude Descargue-1, Ude Descargue-10, Ude Descargue-9, Ude Descargue-8, Ude Descargue...>	Activar 20 Cara(s) aplicar fuerza normal 240 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	
Fuerza-3 <Angulo 1in-5, Angulo 1in-4, Angulo 1in-3, Angulo 1in-2, Angulo 1in-1, Angulo 1in-10, Angulo 1in-9, Angulo 1in-8, Angulo 1in-7, Angulo 1in-6>	Activar 10 Cara(s) aplicar fuerza normal 480 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	
Fuerza-4 <Platina Superior-1>	Activar 1 Cara(s) aplicar fuerza normal 960 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Contacto

Tabla 20. Estado de contacto: Caras en contacto - Libre

Contacto global	Componente de contacto: Unido activar Ensamblaje_ Análisis estructural_1
Descripción:	

Tabla 21. Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	1.66673	9482.4	-0.906774	9482.4

Tabla 22. Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.00207254	0.0274317	0.00338049	0.0277168

Tabla 23. Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Resultados del estudio

Tabla 24. Resultados predeterminados

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	460.467 N/m ² Nodo: 43751	(15.0364 in, -94.5253 in, -11.4001 in)	1.36976e+008 N/m ² Nodo: 56366	(12.3936 in, -87.9179 in, 17.664 in)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 42433	(16.5225 in, -94.2983 in, 17.6642 in)	4.96071 mm Nodo: 2876	(4.82946 in, -50.7523 in, -12.0978 in)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.08392e-009 Elemento: 20906	(14.6865 in, -94.6797 in, -11.2839 in)	0.000429472 Elemento: 1022	(8.11825 in, -68.8305 in, -40.7036 in)

Figura 51. Ensamblaje_ Análisis estructural_1-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

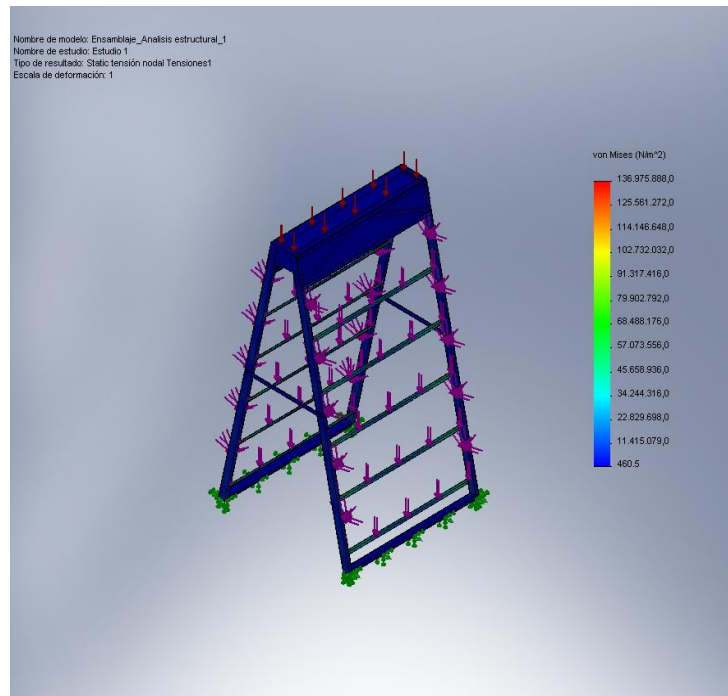
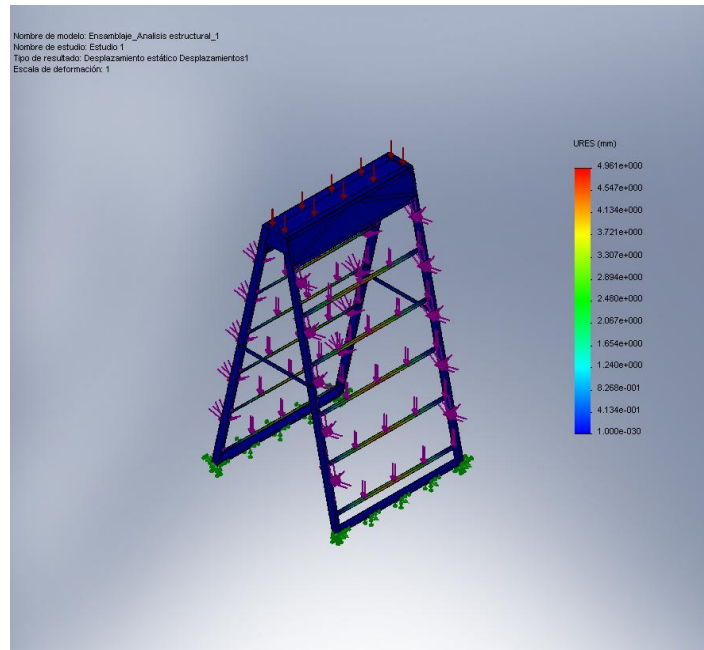


Figura 52. Ensamblaje_ Análisis estructural_1-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1



**Figura 53. Ensamblaje_ Análisis estructural_1-Estudio 1-Deformaciones unitarias-
Deformaciones unitarias1**

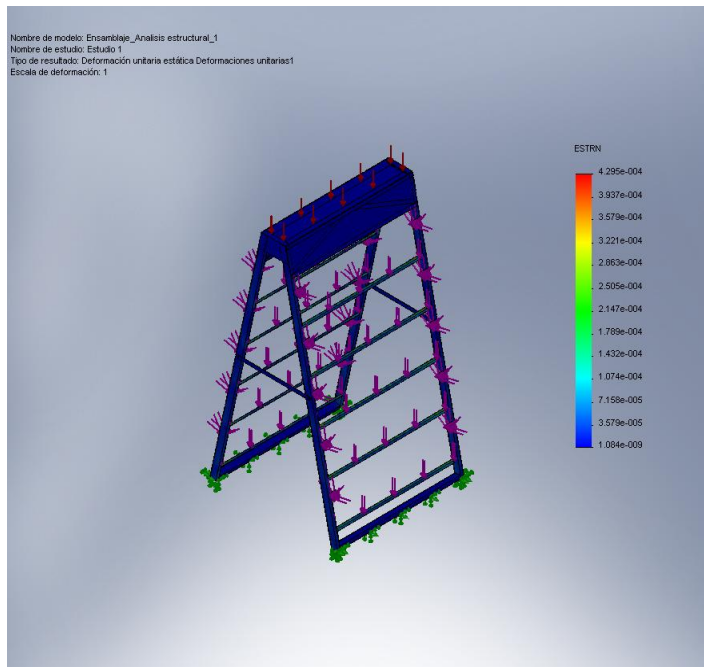
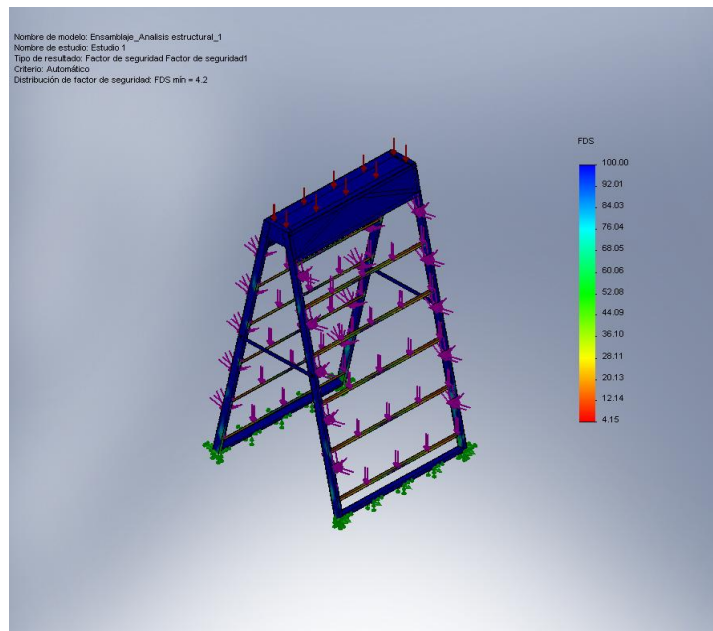


Figura 54. Ensamblaje_ Análisis estructural_1-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1



Fuente: Autor

5.2.3 Análisis de tensiones del mecanismo de cargue y descargue de las macetas.

Tabla 25. Propiedades del estudio del mecanismo

Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla mixta
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000

Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Tabla 26. Unidades

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Tabla 27. Sólidos

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Sólido 1(Saliente-Extruir3)	ASTM A36 Acero	11.276 kg	0.00143643 m ³
2	Sólido 1(Cortar-Extruir1)	ASTM A36 Acero	16.6707 kg	0.00212366 m ³
3	Sólido 1(Saliente-Extruir1)	ASTM A36 Acero	0.955045 kg	0.000121662 m ³
4	Sólido 1(Saliente-Extruir1)	ASTM A36 Acero	0.955045 kg	0.000121662 m ³
5	Sólido 1(Cortar-Extruir4)	ASTM A36 Acero	1.00108 kg	0.000127526 m ³
6	Sólido 1(Saliente-Extruir1)	ASTM A36 Acero	1.23123 kg	0.000156844 m ³

7	Sólido 1(Brida de arista2)	ASTM A36 Acero	0.513418 kg	6.54035e-005 m ³
8	Sólido 1(Cortar- Revolución1)	ASTM A36 Acero	0.749165 kg	9.54351e-005 m ³
9	Sólido 1(Cortar-Extruir2)	ASTM A36 Acero	4.73549 kg	0.000603248 m ³

Nombre de material:	ASTM A36 Acero
Descripción:	
Origen del material:	
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Datos de aplicación:	

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7850	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	4e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	2.5e+008	N/m ²	Constante

Cargas y restricciones

Tabla 28. Sujeción

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Fijo-1 <Eje Central-1, Pista Rodillo-1, Tubo Exterior-1>	Activar 4 Cara(s) fijo.	

Tabla 29. Carga

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza-1 <Perfil IPE140x120cm-1>	activar 2 Cara(s) aplicar fuerza normal 960 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Contacto

Tabla 30. Estado de contacto: Caras en contacto - Libre

Contacto global	Componente de contacto: Unido activar Brazo de Rotacion
Descripción:	

Tabla 31. Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-0.00011301	1919.98	0.000568151	1919.98

Tabla 32. Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Tabla 33. Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.0334473	-0.320801	0.24292	0.403785

Tabla 34. Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	-83.7884	1.1592	0.0301374	83.7964

Resultados del estudio

Tabla 35. Resultados predeterminados

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/m ² Nodo: 43680	(2.15292 in, -2.8619 in, 1.525 in)	1.48094e+009 N/m ² Nodo: 10117	(0.959628 in, 3.19791 in, -54.0291 in)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 381	(1.99075 in, -4.8367 in, -1.38287 in)	24.2961 mm Nodo: 65036	(-1.5023 in, -2.01423 in, -54.0271 in)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0 Elemento: 22982	(-0.919072 in, -4.0119 in, 2.86767 in)	0.00323996 Elemento: 16422	(0.870337 in, 3.26676 in, -53.8066 in)

Figura 55. Brazo de Rotacion_Analisis-Estructural-1-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

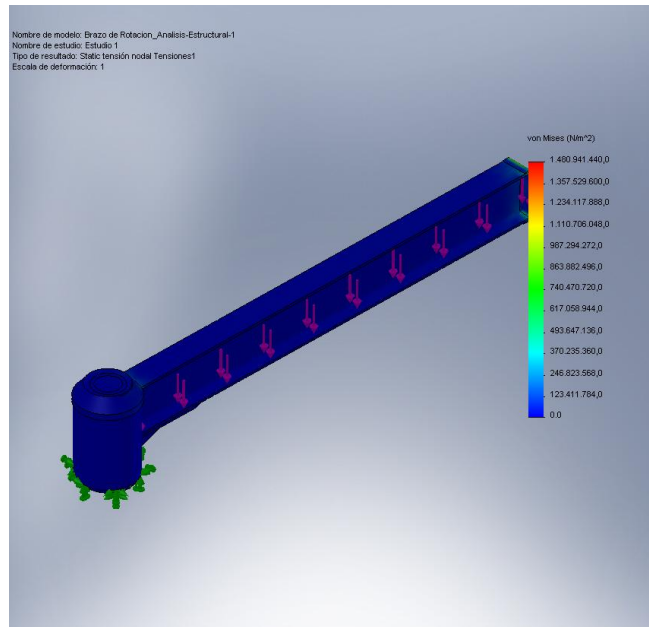


Figura 56. Brazo de Rotacion_Analisis-Estructural-1-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

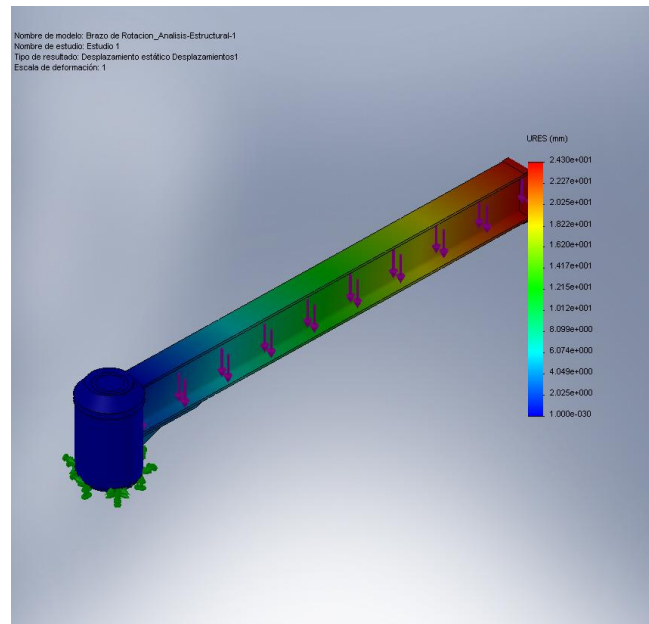


Figura 574. Brazo de Rotacion_Analisis-Estructural-1-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

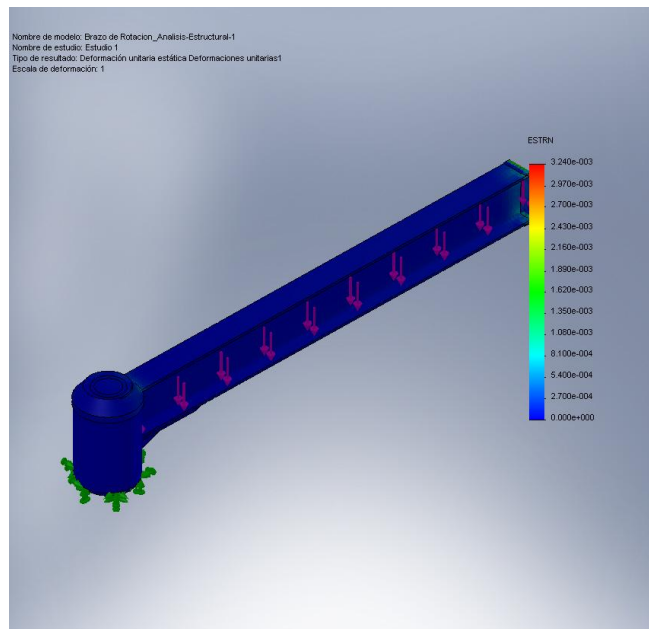
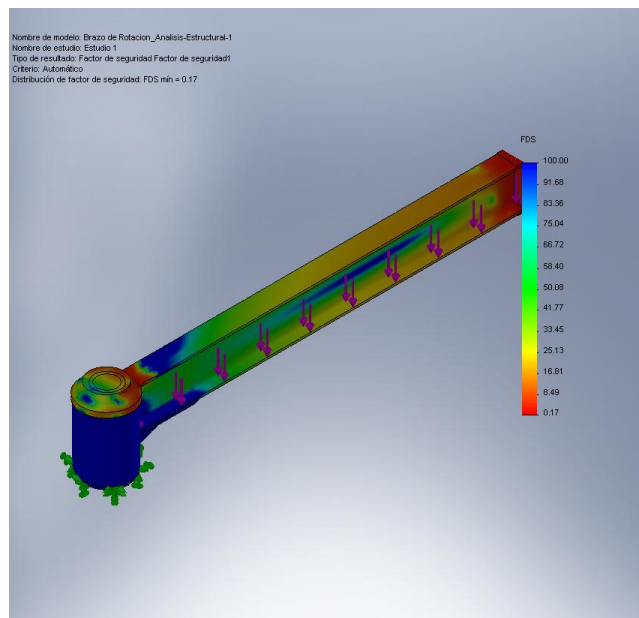


Figura 58. Brazo de Rotacion_Analisis-Estructural-1-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1



Fuente: Autor

5.3 DETALLES DE FABRICACION

5.3.1 Fabricación de la maceta

Paso 1:

Elaboración de una matriz con la forma y dimensiones reales. Con esta matriz podemos sacar el molde.

Figura 59. Matriz macetas



Fuente: Auto

Paso 2: Elaboración del Molde

Figura 60. Molde Maceta



Fuente: Autor

Una vez tenemos el molde con todos los detalles podemos empezar a producir las piezas que sean necesarias.

En este caso vamos a realizar 10 macetas.

Paso 3: Aplicamos desmoldante en el molde, para que la pieza que va a ser copiada se desprenda con facilidad.

Paso 4: Aplicamos una capa de Resina 850 con el color escogido.

Figura 61. Capa de color



Fuente: Autor

Paso 5: Aplicamos una capa de fibra de vidrio VoviRibing.

Paso 6: Ponemos una platina que va a quedar interna y va a dar mayor fuerza a la maceta. Esta platina se ubica por donde se van a agarrar los perros de seguridad.

Figura 5. Refuerzo con platina



Fuente: Autor

Paso 7: Aplicamos otra Capa de fibra de Vidrio

Paso 8: Aplicamos otra capa de resina hasta tener el espesor que se requiere. En este Caso el espesor es de 4 milímetros.

Figura 6. Produccion de macetas



Fuente: Autor

Paso 9: Abrimos los huecos que necesitamos con un taladro.

Paso 10: Instalamos los elementos adicionales que va a tener la maceta. (Perros de seguridad, Guaya inoxidable, platina de refuerzo, tubo de descargue).

Figura 7. Instalación de elementos adicionales



Fuente: Autor

Paso 11: Pruebas y control de calidad de las macetas

Figura 8. Pruebas con peso



Fuente: Autor

A una maceta de prueba se le agrego peso poco a poco para saber cómo reaccionaba el material. Le agregamos hasta 150 Kg y no sufrió daño el material. Como vemos hay una deformación en la cara frontal debido a que la carga no es uniforme, pero una vez se retira la carga el material vuelve a su forma normal.

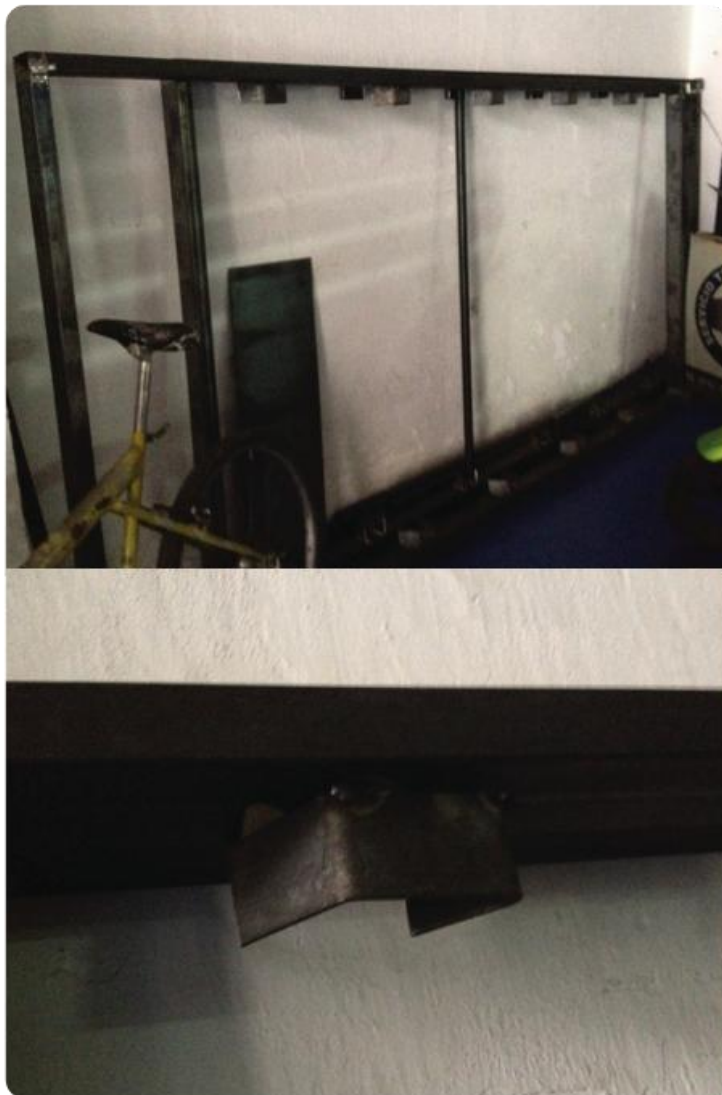
5.4 FABRICACION DE LA ESTRUCTURA

Paso 1: Corta tubos, ángulos y platinas según planos de producción.

Paso 2: Realizar los dobleces a las piezas que sean necesarias.

Paso 3: Soldar tubos, ángulos y platinas.

Figura 9. Fabricación Estructura



Fuente: Autor

Paso 4: Armar la estructura, uniendo los 2 paraleles.

Figura 10. Estructura armada



Fuente: Autor

Paso 5: Instalar el mecanismo de cargue y descargue de las macetas.

Figura 11. Instalación del mecanismo



Fuente: Autor

Paso 6: Pruebas de resistencia y calidad

Figura 12. Pruebas de resistencia



Fuente: Autor

Figura 13 Pruebas de resistencia 2



Fuente: Autor

Paso 7: Desarmar y pintar (Anticorrosivo y luego el color deseado)

Figura 14. Estructura Pintada



Fuente: Autor

5.5 MODELO FINAL

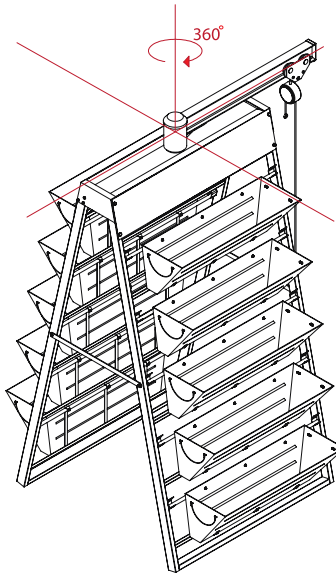
Figura 15. Fotografias del proyecto



Fuente: Autor

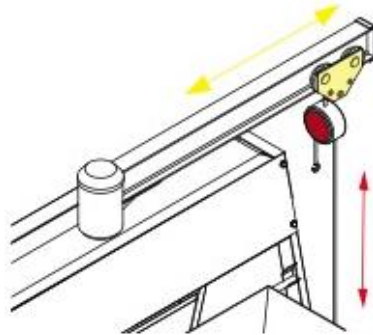
5.5.1 Funcionamiento

Figura 16. Funcionamiento de la granja



En la parte superior de la estructura se encuentra el mecanismo de carga y descarga de las macetas, este puede girar 360 grados como se muestra en la figura.

Una vez armada la estructura se ubica el brazo del frente del que se quiere cargar o descargar la maceta.

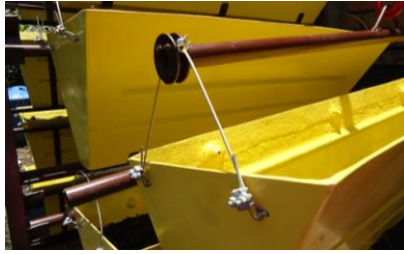


El brazo Giratorio está compuesto por 2 elementos. El carro Trolley que viaja por el perfil y la diferencial la cual va unida al carro Trolley su cadena tiene un desplazamiento en Y.

El Carro trolley se desplaza y se ubica encima de la maceta que se va a descargar o cargar y con la cadena de la diferencial se llega hasta el punto de enganche.



En el gancho que tiene la diferencial se engancha en yugo de levante como se muestra en la figura.



Se inserta la guaya de la maceta dentro de la guía del yugo de levante.

Luego de estar enganchada la maceta en el yugo por medio de la cadena de la diferencial se eleva o se baja la maceta.



Cuando la maceta está en la estructura y se va a descargar. Ella descansa sobre unas C como se muestra en la figura.

Una vez esta enganchada la maceta con el yugo de levante y la diferencial lo primero es elevar un poco la maceta para que ella se desenganche de las C. Cuando haya desenganchado de las C se procede a bajar la maceta.



Para elevar la maceta y ubicarla en la estructura, se debe enganchar la maceta con el yugo de levante de igual forma y por medio de la diferencial elevarla hasta el nivel que se desee.



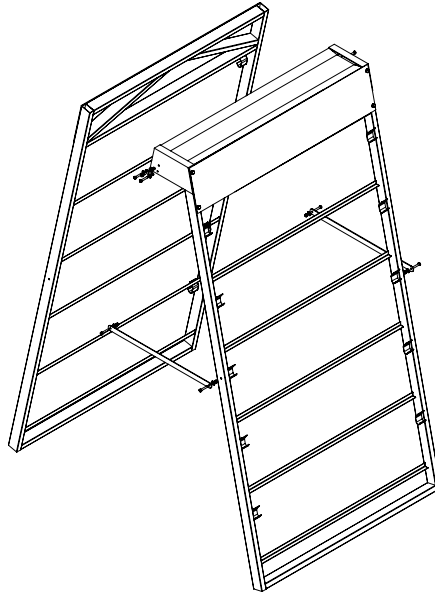
Una vez este al nivel se desplaza con el carro trolley para que encaje en las C.

Fuente: Autor

5.5.2 Secuencia de uso

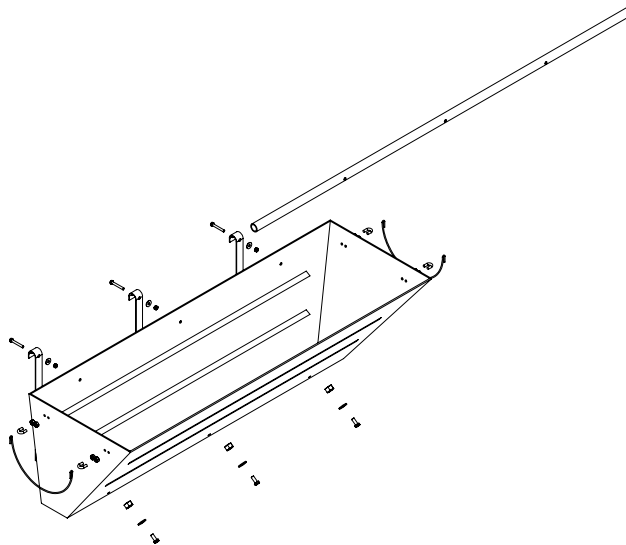
1. Arme la estructura como se muestra en la figura.

Figura 17. Paso 1



2. Arme las macetas como se muestra en la figura.

Figura 18. Paso 2



- Enganche la diferencial con el carro Trolley de desplazamiento.

Figura 19. Paso 3



- Gire el brazo que contiene la diferencial hacia el lado en el que desea cargar la maceta.

Figura 20. Paso 4



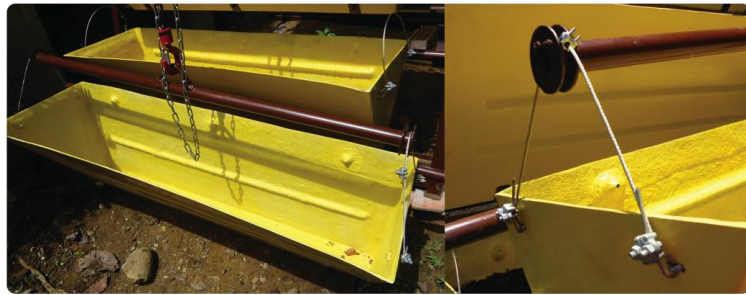
- Enganche el yugo de levante con la diferencial.

Figura 21. Paso 5



6. Ubique la maceta en el piso y engánchela con el yugo de levante.

Figura 22. Paso 6



7. Llene la maceta

Figura 23. Paso 7



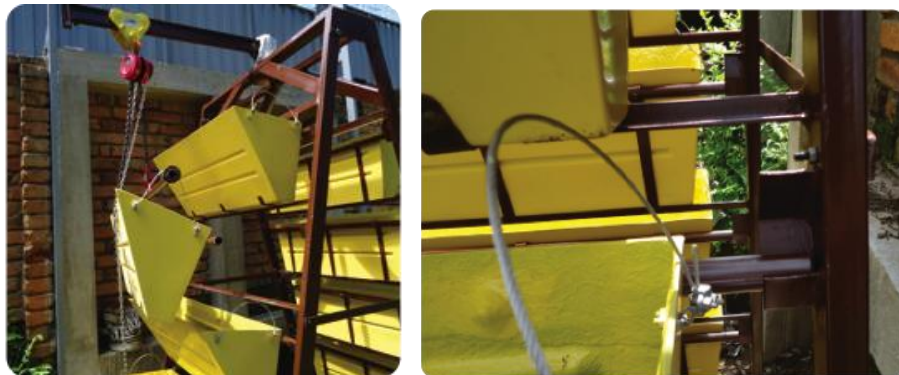
8. Empiece a hallar la cadena de la diferencial para elevar la maceta hasta el nivel que desee ubicarla.

Figura 24. Paso 8



9. Desplace el carro Trolley por medio de la cadena hasta que el tubo que tiene la maceta en la parte posterior encaje en las C que tiene la estructura.

Figura 25. Paso 9



Fuente: Autor

10. Desenganche el yugo de levante de la maceta y repita el mismo procedimiento para las siguientes macetas.

11. Cuando haya terminado desenganche la diferencial del carro Trolley y guárdela bajo techo.

Para Bajar las macetas de la estructura al piso

1. Enganche el yugo de levante con la maceta. Si va a bajar las macetas de arriba necesita de una escalera para poder enganchar el yugo con la maceta.
2. Con la cadena de la diferencial eleve un poco la maceta para que el tubo que tiene la maceta en la parte posterior se desenganche de las C que tiene la estructura.
3. Una vez este desenganchada la maceta de la estructura desplace el carro Trolley hasta la punta del brazo y proceda a bajar la maceta.

Es importante que el cargue y el descargue de las macetas se haga de forma equivalente. No es recomendable cargar o descargar todas las macetas de un lado y después las del otro, es mejor hacerlo de forma alternada para darle mayor estabilidad a la estructura

6. PROPUESTA

Figura 26. Render 1



El diseño dese contar con el carro de carga y descarga de las macetas. En El carro se deben preparar las macetas, para luego ser instaladas en la granja.

Figura 27. Render 2



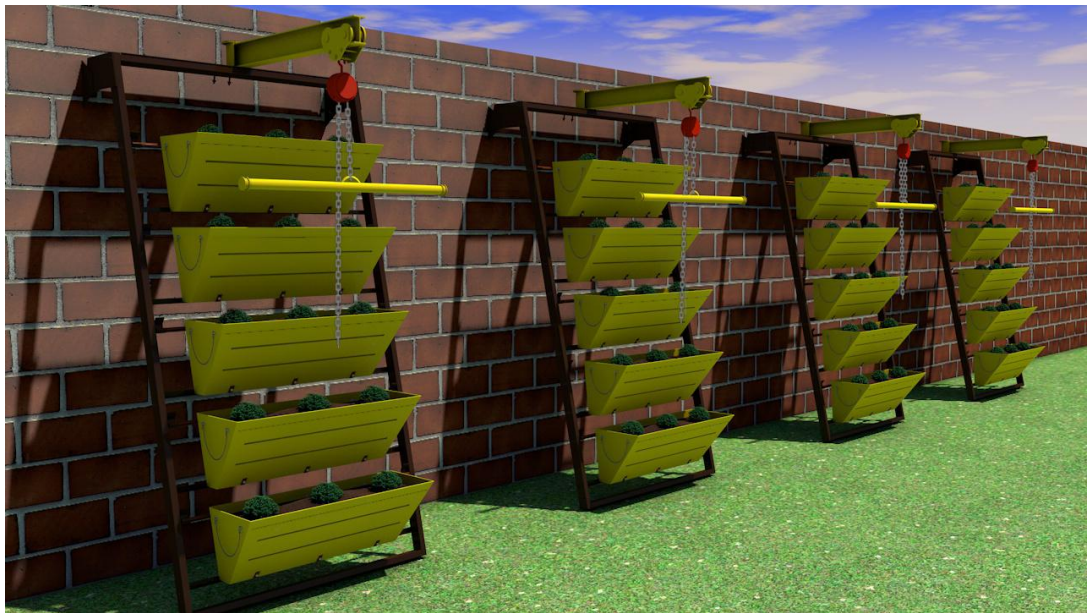
Fuente: Autor

El usuario puede manipular la granja sin hacer mayor esfuerzo.

Figura 28. Render 3



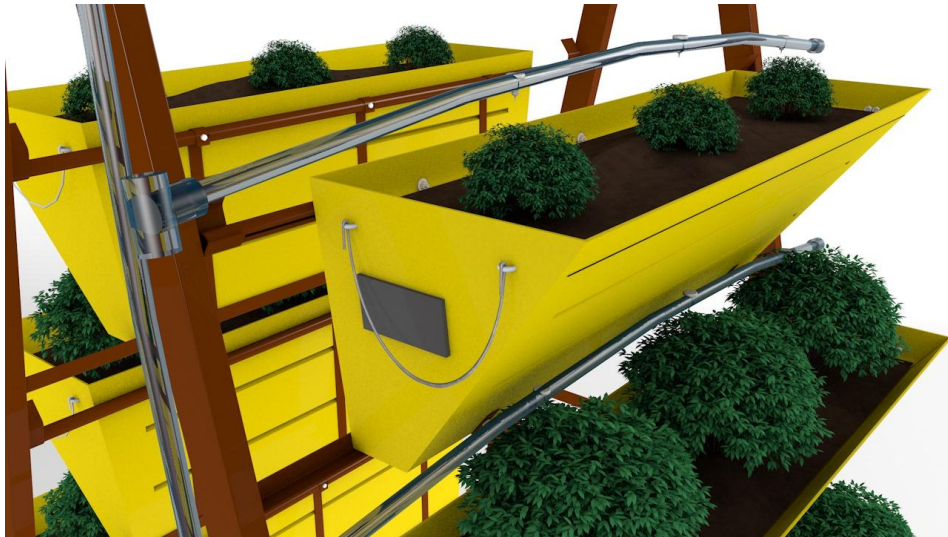
Figura 29. Render 4



Fuente: Autor

La granja puede ser instalada de dos maneras dependiendo del área que se tenga disponible.

Figura 30. Render 5



Se propone un sistema de riego por goteo que vaya pegado a la estructura y salgan unos capilares a nivel de cada maceta.

Figura 31. Render 6



Fuente: Autor

En la granja pueden ser instaladas lámparas led para estudiar el crecimiento de las plantas dependiendo de la intensidad lumínica.

6.1 EVALUACION DE LA CALIDAD DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Calidad de interface del usuario

- Las características del producto comunican eficazmente sus operaciones al usuario?

La granja está dividida en 2, la estructura y las macetas. Inicialmente hay que armar la estructura para luego poder poner las macetas en ella. La granja tiene un mecanismo para poder cargar y descargar las macetas sin hacer ningún tipo de esfuerzo.

- Es intuitivo el uso del producto?

La granja tiene un lenguaje de uso bastante claro, a simple vista se reconoce que en las macetas es donde van a crecer las plantas y como es la manera de cargar y descargar las macetas. Al usuario se le entrega de igual manera un manual del usuario.

- Son seguras todas las funciones?

Las funciones de la granja van desde el armado de la estructura y las macetas que es bastante seguro y fácil de entender, siembra de las plantas dentro de las macetas, el cargue de las macetas dentro de la granja y una vez este la cosecha el descargue de las macetas para la recolección. La estructura es bastante estable y según cálculos no hay posibilidad que falle. El mecanismo de cargue y descargue ayuda a que la persona no esté en contacto directo con cada maceta ya que estas macetas alcanzan los 100kg.

- Han sido considerados todos los usuarios potenciales y todos los usos del producto?

Se recopiló información de los usuarios que estarán en contacto directo con la granja. Considerando las condiciones para la siembra de las plantas a cultivar

- El producto es cómodo al sujetarlo?

Solo va a ser sujetado por medio de la cadena que tiene el diferencial. Va a ser el único punto de agarre de la granja.

- Es fácil utilizar el producto?

El producto es fácil de usar, ya que es bastante claro su lenguaje de uso.

1. Atractivo emocional

- El producto es atractivo?

El producto tiene un atractivo visual bastante fuerte ya que la combinación de colores y de materiales hace de la granja una estructura imponente dentro de un ambiente natural.

- El producto expresa calidad?

El producto debido a la estabilidad, la seguridad, los materiales y el diseño evoca un producto de alta calidad.

- El producto inspira orgullo de posesión?

Debido al original diseño, la combinación de colores y de materiales, además de las múltiples ventajas en cuanto a aprovechamiento del espacio y el impacto que logra en el medio ambiente, es un producto el cual quien lo tenga se va a sentir orgulloso.

2. Capacidad de mantener y reparar el producto

- Es obvio como dar mantenimiento al producto? Es fácil?

El mantenimiento que requiere este producto solo es su limpieza. Es bastante fácil de limpiar ya que al tratarse de un material liso no permite que se deposite tanto el mugre.

- Las funciones del producto comunican de modo eficaz los procedimientos de ensamble y desensamble?

El usuario entiende claramente que una vez armada la estructura en cualquiera de sus 2 opciones de ensamble, esta es fija y lo que puede estar el movimiento o cambio dependiendo de las necesidades son las macetas.

3. Uso apropiado de recursos

- Que tan bien se usaron los recursos para satisfacer los requisitos del cliente?

Se satisfacen las necesidades del cliente que se identificaron que eran las más importantes y primordiales para los usuarios. Optimizar el espacio e incentivar una nueva forma de cultivo que puede adaptarse a cualquier contexto.

- La selección del material es apropiado? en términos de costo y calidad?

Se proponen materiales de alta calidad. La estructura en Tubo estructural para mayor resistencia y las macetas en resina poliéster y reforzadas con fibra de vidrio. El material de las macetas se escoge debido a que es un material idóneo para exteriores y mantener condiciones fuertes, el refuerzo en fibra se hace para darle mayor resistencia.

- El producto tiene exceso o falta de diseño (tiene funciones no necesarias u olvidables)?

El producto es claro, está diseñado solo para una función que es cultivar plantas.

4. Diferenciación del producto

- Será recordado por un consumidor que lo vea en un anuncio?

La innovación de este diseño, y sus ventajas hacen de este producto un producto recordado por todos.

6.2 DISEÑO PARA MANUFACTURA Y CONSTRUCCION DE PROTOTIPO PRODUCCIÓN

OBJETIVOS DEL AREA DE PRODUCCION

- ✓ Producir cantidades óptimas de nuestro producto en condiciones de eficiencia y eficacia al mínimo costo y en el momento oportuno.
- ✓ Alcanzar óptimos niveles de eficiencia de las personas y las máquinas
- ✓ Alcanzar el mínimo tiempos de ciclo y niveles mínimos de desperdicios en la producción del producto
- ✓ Calcular y clasificar los principales tipos de costos y diferenciar entre gasto, costo y costo de oportunidad.
- ✓ Valorar la importancia que para la producción tiene la investigación, las innovaciones tecnológicas y la implantación generalizada de las nuevas tecnologías.
- ✓ Manifestar iniciativa personal, capacidad de organización y eficiencia en los trabajos y tareas realizados individual y colectivamente, aportando ideas, tomando decisiones y valorando el trabajo bien hecho.
- ✓ Analizar las consecuencias que para el medio ambiente, la sociedad y las personas tienen la fabricación del producto.
- ✓ Mostrar una actitud crítica hacia los principales problemas provocados por la producción del producto sobre el medio ambiente (cero contaminaciones) y conocer las soluciones prácticas más significativas para tratarlos y

también sus efectos económicos y sociales.

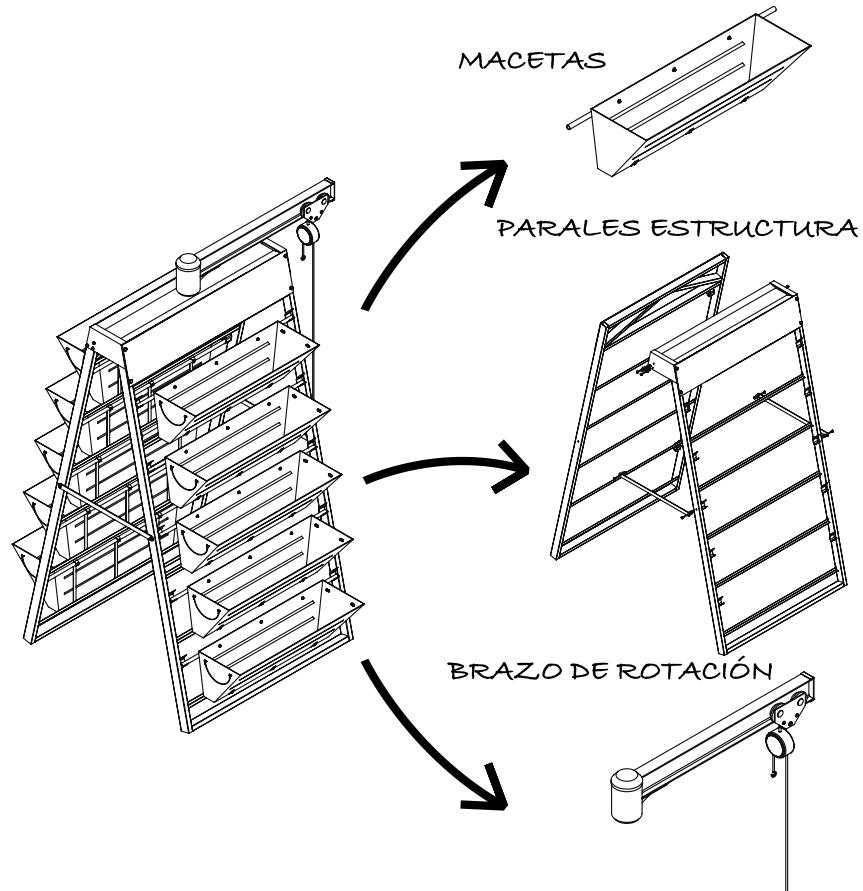
- ✓ Habitarse a hacer consultas bibliográficas, documentales o personales para aclarar dudas o solucionar problemas y transmitir respuestas de manera inteligible, utilizando un vocabulario técnico adecuado.
- ✓ Aumentar la productividad a través del tiempo. El aumento de las ventas del producto
- ✓ Ampliar la gama de productos de nuestra empresa □
- ✓ Coordinar la mano de obra, equipo, instalaciones, materiales y herramientas requeridas □
- ✓ Satisfacer al cliente y al consumidor con el producto

6.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION “GRANJA VERTICAL PILOTO PARA EL CULTIVO DE PLANTAS AROMATICAS”

1. Definición y aprobación del prototipo (Granja Vertical Piloto para el cultivo de plantas aromáticas)
2. Realización de moldes de trabajo de la muestra, utilizando los patrones adecuados
3. Cotización y cálculo de costo para la fabricación de 1 y 1.000 prototipos
4. Compra de materias primas para la fabricación de la muestra (1 prototipo) Hay que tomar en cuenta la cantidad total, precio de la materia prima, costo de labor, □ tiempo necesario.
5. Fabricación de muestra para mejoras del diseño para la aprobación para la fabricación de 1.000 unidades
6. Aprobación para el comienzo de la fabricación del prototipo
7. Realizar moldes de trabajo con correcciones
8. Teniendo los moldes definidos y previamente modificados gracias a las muestras realizadas se dará paso a la fabricación en serie del producto.

6.4 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Figura 32. Elementos de la granja



Fuente: Autor

Granja vertical Piloto para el cultivo de plantas aromáticas compuesta por:

- 10 Macetas
- Paral 1
- Paral 2
- Brazo de Rotación con mecanismo de cargue y descargue de macetas.

6.5 ESPECIFICACIONES DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima que se va a utilizar en el proceso de producción de la granja vertical para el cultivo de plantas aromáticas son:

Tabla 36. Materia Prima

DESCRIPCION DE LA MP	UNIDAD	VALOR UNI	VALOR TOTAL
Tubo 3 x 1 ½" C14	3	77.000	231.000
Tubo 3 x 1 ½" C16	1	47.000	47.000
Platina 2 x 1/8"	1	19.000	19.000
Platina 1 ½" x 1/4	1	29.000	29.000
Platina 1 ¼" x 1/8	4	11.500	46.000
Angulo 1 x 3/16"	3	26.000	78.000
Tubo aguas negras 1"	3	29.500	88.500
Guaya Inoxidable 1/8	12 m	2.500	30.000
Perro Galvanizado tipo Pesado 1/8	80	612,5	49.000
Tornillo Hexagonal G8 UNC 5/16 x 2 1/2	35	363	12.705
Tornillo Hexagonal G8 UNC 5/16 x 1	32	152	4.864
Tornillo Hexagonal G8 UNC 3/8x 2	2	370	740
Tornillo Hexagonal G8 UNC 5/16 x 1 1/2	3	310	930
Tornillo Hexagonal G8 UNC 3/8x 2 1/2	12	850	10.200
Soldadura 1/8	2 kg	7.500	15.000
Soldadura 3/32	1 kg	8.500	17.000
Trolley 1 TON Marca GAN-MAR	1	251.000	251.000
Diferencial de 1 TON	1	105.000	105.000
Perfil IPE 3"	1,5 m	20.000	30.000
Resina Poliester 805	90 kg	9.300	837.000
Fibra de vidrio	½ rollo	280.000	140.000
Valor Total MP			2.041.939

Fuente: Autor

6.6 IDENTIDAD CORPORATIVA

Figura 33. Identidad Corporativa

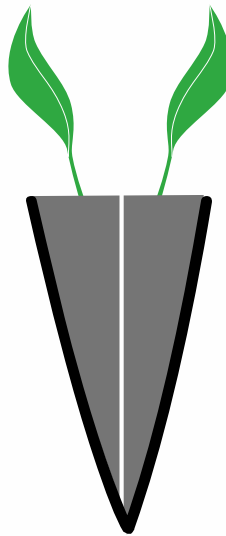


Fuente: Autor

Nombre del producto: Vertigard

Fuente Tipografica: Viper78_june_04_year_2011, disponible en www.dafont.com

Figura 34. Logotipo



Fuente: Autor

7. CONCLUSIONES

La Granja Vertical soluciona el problema de falta de espacio que tiene Cenivam para el cultivo de plantas, ya que en una misma área se logran cultivar 3 veces mas de plantas.

Se requiere un cambio en la manera de cultivar, si bien la agricultura moderna no esta funcionando y esta acabando con el medio ambiente, es importante que se entienda y se conozcan nuevas formas de cultivar.

Al incentivar el uso de granjas verticales en la ciudad estamos cambiando la conciencia de que los alimentos frescos y sanos solo se pueden conseguir del campo.

Al tener granjas verticales en la ciudad logramos reducir las emisiones de dióxido de carbono que es producido por el transporte de dichos alimentos.

En las ciudades también es posible cultivar aun cuando se tenga un poco espacio y la tierra no sea apta para cultivos. Solo basta una granja vertical.

La agricultura hoy en día no sólo es posible en grandes extensiones de tierra en las zonas rurales sino también en los edificios altos de la ciudad a través de una granja vertical sostenible instalada en terrazas o jardines.

Las estructura modular en la granja da varias opciones de ensamble ayudando a que el proyecta pueda ser replicable en varios contextos.

BIBLIOGRAFIA

CALVO, Andrés. Granjas Verticales, el futuro de la agricultura. Trabajo de Grado. Liceo el encuentro.

CASTILLO, Tania. GUEVARA, Eduardo. HIGUERA, Miguel. Sistema Estructural de Crecimiento Tridimensional con base en la Biónica de una Langosta. UIS. Diseño Industrial. Trabajo de Grado. 2008.

DESPOMMIER, Dickson. Granjas Verticales. [Disponible]: <http://www.colbertnation.com/the-colbert-report-videos/173624/june-12-2008/dickson-despommier> En esta conferencia Despommier responde al porque hacer granjas verticales no es una forma elitista de cultivar.

DESPOMMIER, Dickson. The vertical Farm: Feeding the world in the 21st century. FRETES, Francisco, Plantas Medicinales y Aromáticas: Una alternativa de producción comercial. USAID. [Disponible]: <http://issuu.com/m-comunicaciones/docs/hierbas/31>

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Carlos Fernando Collado, Pilar Baptista Lucio, Metodología de la investigación, Tercera Edición.

PARK, Jung Hyum, Sustainable Agriculture: Vertical Farming in London. Glodsmith, University of London. 2010.

VALLEJO P, Álvaro. Mecánica de materiales.