



SISTEMA MODULAR DE CULTIVO ACUAPÓNICO PARA LA CIUDAD DE MÉXICO

Tesis Profesional que para obtener el Título
de Diseñadora Industrial presenta:
Lilia Paulina Aranda Morán

Con la dirección de:
Emma del Carmen Vázquez Malagón

y la asesoría de:
Dra. Isabel Rocío López de Juambelz
Dr. Fernando Martín Juárez
M.D.I. Miguel De Paz Ramírez
Ing. Jorge Escalante Granados

Declaro que este proyecto de tesis es
totalmente de mi autoría y que no ha sido
presentado previamente en ninguna otra
institución educativa y autorizo a la UNAM
para que publique este documento por los
medios que juzgue pertinentes.





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

Coordinación de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE **ARANDA MORAN LILIA PAULINA** No. DE CUENTA **407071795**

NOMBRE TESIS **SISTEMA MODULAR DE CULTIVO ACUAPONICO PARA LA CIUDAD DE MEXICO**

OPCIÓN DE TITULACIÓN **TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de LA TESIS, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día	de	de	a las	hrs.
--	----	----	-------	------

Para obtener el título de **DISEÑADORA INDUSTRIAL**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 10 de septiembre de 2014

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE M.D.I. EMMA VAZQUEZ MALAGON	
VOCAL DRA. ROCIO LÓPEZ DE JUAMBELZ	
SECRETARIO DR. FERNANDO MARTIN JUEZ	
PRIMER SUPLENTE ING. JORGE ESCALANTE GRANADOS	
SEGUNDO SUPLENTE M.D.I. MIGUEL DE PAZ RAMIREZ	

ARQ. MARCOS MAZARI HIRIART
Vo. Bo. del Director de la Facultad

FICHA TÉCNICA

DIRECCIÓN Y ASESORÍA: M.D.I. Emma del Carmen Vázquez Malagón.

ASESORÍA: Dra. Isabel Rocío López de Juambelz, Dr. Fernando Martín Juárez, M.D.I. Miguel De Paz Ramírez, Ing. Jorge Escalante Granados y D.I. Walter Pellegrini Zabre.

EXPERIMENTACIÓN CON PROTOTIPO: Azotea en edificio de departamentos, Col. Narvarte, Ciudad de México.

DESCRIPCIÓN: Sistema modular de tinas interconectadas para obtener cultivos de peces y vegetales mediante la técnica de acuaponía. El diseño del sistema se presenta en tres tamaños: A- con dos tinas, B- con tres tinas y C- con cuatro.

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO: El sistema funciona por medio de la acuaponía, técnica de cultivo de peces, plantas y bacterias; donde los desechos generados por los peces nutren a las plantas gracias a la transformación en nitratos, que realizan las bacterias del amoníaco, nutrientes naturales para las plantas.

CONSUMIDOR/USUARIO: Jóvenes y adultos con preocupaciones medioambientales, interesada en cultivar sus propios alimentos con fines recreativos o didácticos; y como usuario especial, niños que interactúen con el sistema a través de un programa educativo que se puede impartir en espacios educativos o desde casa. Este programa busca generar conciencia en el público en general, sobre el

origen y la calidad de los alimentos que consumen.

VALORES DE OFERTA: El sistema presenta un diseño modular que permite su instalación en distintos espacios abiertos de la ciudad. El conjunto funciona como una herramienta educativa sobre la actividad del cultivo urbano. El empleo del sistema: provee alimentos frescos y orgánicos, ofrece una experiencia de aprendizaje significativo sobre las políticas alimenticias y medioambientales, promueve el compromiso social y genera comunidad en torno a su activación.

MATERIALES: Estructura contenedora hecha con polines de pino tratado con sales hidrosolubles. Abrazaderas de lámina negra pintadas con pintura electrostática. Tinas y cubiertas hechas con pasta gres sanitaria de alta temperatura. Guías de varilla de hierro pulidas con acabado en pintura electrostática.

PROCESOS DE MANUFACTURA: Estructura contenedora construida con polines de pino tratado con sales hidrosolubles, aserrada y maquinada. Tinas hechas de pasta cerámica gres de grado sanitario, preparada en líquido barbotina, vaciada en moldes de yeso para obtener una serie de piezas idénticas con la posibilidad de un acabado en esmalte vítreo.

Abrazaderas de lámina de hierro lisa calibre 14, trazadas, maquinadas y dobladas y en algunas piezas soldadas a varillas de acero dobladas; esta estructura metálica lleva un acabado en pintura electrostática para evitar corrosión.

El conjunto está diseñado para producirse en talleres de carpintería, herrería y cerámica de gran formato comunes en la Ciudad de México; y con materiales de fácil acceso en la misma. Al fabricar el sistema con estos servicios y materiales, se incentiva la economía local.

FACTORES HUMANOS: Se consideraron dimensiones antropométricas en adultos, hombre y mujer, basadas en percentiles de 95 y 5. Se consideró el percentil 50, para niños de 9 a 12 años y usuarios en silla de ruedas.

ESTÉTICA Y SEMIÓTICA: La forma del sistema se determinó a partir de su funcionamiento y está sustentada en una investigación sobre iniciativas de acuaponía en diferentes ciudades del mundo. Para poder adaptarse a diversos espacios reducidos el sistema se presenta en un diseño modular con tres diferentes tamaños. Para otorgarle una identidad al producto, se retomaron aspectos formales de cuatro utensilios característicos de cocina tradicional mexicana (comal, prensa para tortilla y vasijas).

COSTO DE PRODUCCIÓN:

Conjunto A- \$5,300

Conjunto B- \$6,750

Conjunto C- \$8,175

POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN: La fabricación del sistema es factible y práctica. La amplia oferta de materiales y talleres en la Ciudad de México, sirve para economizar procesos de producción. El producto se inserta en el mercado actual que promueve tecnologías sustentables, soberanía alimentaria, consumo responsable y educación ambiental.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en el diseño de un producto para el cultivo acuapónico en la Ciudad de México, la construcción de un modelo para la experimentación de esta técnica y el esbozo para la implementación del servicio en la ciudad.

La acuaponía es una técnica de crianza de peces y cultivo de plantas, de ornato y comestibles. Se basa en el aprovechamiento de los desechos producidos por los peces, mediante un proceso en el cual, colonias de bacterias transforman los desperdicios en nutrientes para las plantas. Este sistema de cultivo se caracteriza por propiciar el beneficio mutuo de peces y plantas, a partir de su interacción en un hábitat delimitado.

El diseño se inclinó por la acuaponía, en vez de la hidroponía que es una técnica de cultivo más practicada, debido a que esta última, emplea fertilizantes sintéticos, representa un mayor costo de mantenimiento, produce desechos tóxicos y a diferencia de la acuaponía, no permite la crianza de peces.

El eje de esta investigación es la agricultura urbana. Se optó por este campo de conocimiento en respuesta a ciertas políticas y prácticas medioambientales, que aquejan a los habitantes de la ciudad. La falta de suelo nutritivo en las ciudades, hace del sistema acuapónico una opción viable para contrarrestar la crisis alimentaria, los

problemas de contaminación y el desapego de la población urbana con la naturaleza.

Se eligió la Ciudad de México como punto de localización del producto, para delimitar las variables que afectan directamente el funcionamiento adecuado del diseño, tales como —el clima, los tipos de cultivo y especies de peces, la disponibilidad de recursos de producción dentro de la ciudad— intervinieron directamente en la proyección del sistema. Producir el objeto con proveedores y talleres de la ciudad, busca impulsar la economía local, además de reducir intermediarios, así como transporte para su distribución y venta. Al limitar la expansión del producto: se tiene un mayor control sobre los insumos, permite acotar la paleta de especies, y facilita el seguimiento de la producción y distribución del objeto.

Se consideró la gran cantidad de azoteas disponibles en la Ciudad de México para la instalación del sistema acuapónico, debido a que cuentan con las condiciones ideales. Ya que la mayoría, son planas y reciben abundante luz natural, son áreas poco aprovechadas y en muchos casos cuentan con energía eléctrica para alimentar la bomba de agua del sistema.

La implementación del sistema tiene el potencial de generar cambios paulatinos, a escala humana, dentro la urbe. A continuación se mencionan algunos beneficios y aportaciones del producto, sí es

que el usuario adquiere un compromiso con el cultivo del sistema, que derive en una acción crítica con su comunidad y el medioambiente.

Las grandes extensiones de pavimento retienen el calor y la temperatura de las ciudades se eleva. Al introducir cultivos de plantas en el tramado urbano, aumenta la producción de oxígeno, lo que ayuda a reducir la temperatura promedio.

A pesar de ser una ciudad lacustre, la Ciudad de México afronta un grave problema con el suministro de agua. La técnica acuapónica consume poca agua, debido a que ésta recircula por largos periodos dentro del sistema sin necesidad de ser reemplazada, al contrario, se le resguarda cuando mantiene en equilibrio a las bacterias que transforman el amoníaco en nitratos.

La interacción y cooperación entre individuos es indispensable para obtener resultados favorables en el cultivo. Se recomienda instalar el sistema acuapónico en un área común (azotea de escuela, patio exterior de edificio habitacional, etc.), y que la activación se complemente con un programa educativo que fomente el trabajo en equipo y la rotación entre la comunidad, en el cuidado y mantenimiento de los cultivos del sistema. Como parte de estas dinámicas de activación, basadas en un modelo sustentable, se contempla un programa público (aún por desarrollar), que procure la regeneración del tejido comunitario, y que brinde beneficios sociales

y didácticos a las personas vinculadas al sistema.

Para que tenga un impacto en los hábitos de consumo, es importante replicar el modelo. El programa didáctico debe informar sobre ventajas nutricionales, ecológicas y sobre los beneficios que se obtienen al consumir productos alimenticios orgánicos que omiten métodos de conservación perjudiciales para la salud y el medioambiente, como el uso de fertilizantes o pesticidas químicos y la refrigeración a bajas temperaturas.

A través del vínculo con el sistema, se pretende que el usuario aprenda a identificar y a elegir productos de buena calidad, locales y de temporada, que no impliquen una demanda sobre la industria alimentaria a obtener productos fuera de temporada mediante procesos dañinos que comprometan la salud del consumidor.

El presente documento de tesis está compuesto por cuatro secciones. La primera sección incluye: 1) una breve revisión histórica de proyectos de urbanismo utópico que proponen escenarios sostenibles a través de relaciones productivas y equilibradas entre el campo y la ciudad, 2) una selección de referencias sobre propuestas de agricultura urbana desde disciplinas como el urbanismo, arte, ingeniería y ciencia, 4) un recuento de servicios nacionales e internacionales cuya

labor es fomentar el desarrollo sustentable a través del acuerdo, el trabajo colectivo y la educación ambiental, 5) por último, una descripción detallada de la técnica de cultivo acuapónico y del ciclo mutualista que permite el funcionamiento del sistema.

La segunda sección del trabajo consiste en: 1) el despliegue de los componentes del sistema acuapónico, 2) un análisis de los elementos que componen el sistema, con especificaciones sobre capacidad, forma, materiales de fabricación y relaciones entre componentes, 3) descripción de las especies de peces y plantas que habitan el sistema, acompañada de información práctica para la crianza y el cultivo de dichas especies, 5) un compendio de sistemas acuapónicos similares, experimentales y comerciales, con el fin de detectar aspectos útiles para aplicar en el diseño del conjunto.

La tercera sección del documento abarca: 1) el perfil del producto, con descripciones de contexto, usuarios, aspectos funcionales, ergonómicos, estéticos y de fabricación, 2) una serie de bocetos y modelados digitales para explorar posibilidades de organización y producción, 3) documentación del ejercicio práctico con el prototipo experimental del cultivo, 4) y por último, tablas con los resultados obtenidos en las pruebas de cultivo.

La cuarta sección presenta: 1) descripción textual y gráfica del diseño final del sistema acuapónico para la Ciudad de México*, 2) presentación de tres versiones

modulares (conjuntos A, B y C) con diferentes vistas de los modelos, 3) descripción de los conjuntos del sistema (tinajas, tuberías, estructura contenedora, abrazaderas, varillas-guía y cubiertas), 4) secuencia gráfica de armado del conjunto, 5) ilustraciones e información básica de la paleta de peces y vegetales elegidas para el cultivo y crianza dentro del sistema, 6) los pasos a seguir para el funcionamiento óptimo del sistema acuapónico, 7) la memoria descriptiva del producto, con detalles sobre aspectos funcionales, productivos, ergonómicos, estéticos, de distribución y mercado, para concluir, un presupuesto aproximado del costo de producción del sistema.

*Nota: para conocer más detalles sobre la descripción física y el funcionamiento del *Sistema acuapónico para la Ciudad de México*, ver ficha técnica y anexos con planos constructivos.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES 15

1.1 PROYECTOS UTÓPICOS, CAMPO/
CIUDAD 17

1.2 AGRICULTURA URBANA 22

1.3 PROYECTOS REFERENCIALES 26

1.4 INICIATIVAS EN LA PRODUCCIÓN
URBANA 29

1.5 CULTIVOS ACUAPÓNICOS 32

2. DESPLIEGUE DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CULTIVO ACUAPÓNICO 35

2.1 PECERA 37

2.2 CAMA DE CULTIVO 38

2.3 TUBERÍAS Y BOMBA 40

2.4 AGUA 42

2.5 MEDIO DE CULTIVO PARA PLANTAS 43

2.6 PECES 44

2.7 PLANTAS Y BACTERIAS 51

2.8 ANÁLISIS 53

3. PROPUESTA 65

3.1 PERFIL DE PRODUCTO 67

3.2 EXPLORACIÓN DE CONCEPTOS 72

3.3 EJERCICIO PRÁCTICO DEL SISTEMA DE
CULTIVO 79

4. PRODUCTO 82

4.1 TRES SISTEMAS 86

4.2 DESCRIPCIÓN DE GRUPOS DENTRO
DEL SISTEMA 93

4.3 SECUENCIA DE ARMADO 95

4.4 PALETA VEGETAL Y ANIMAL 97

4.5 SECUENCIA PARA EL CULTIVO Y LA
CRIANZA 99

4.6 MEMORIA DESCRIPTIVA 99

4.7 PLANOS (VER ANEXO 1) 111

4.8 PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN 111

CONCLUSIÓN 114

ANEXO 1 115

ANEXO 2 117

FIVE QUESTIONS ABOUT THE CITY

WHICH IMPLY THE DISINTEGRATION OF THE CITY'S SIGNIFICANCE

OSAKAGRAM

1970年大阪 世界博覽會

5 QUESTIONS ABOUT THE CITY

QUESTION 1: DO YOU LIKE A HIGHLY ORGANISED CITY?
It may be obviously structured or dependent upon social apparatuses upon

QUESTION 2: DO YOU NEED THE SUPPORT OF MANY FACILITIES?
or is it that you have come to expect them, and associate them with the city?

QUESTION 3: DOES YOUR WAY OF LIFE NEED A CITY?
There is the quality of interaction, but what else? Do you need the garage?

QUESTION 4: WOULD YOU PREFER TO BE A "CITIZEN" OF THE WORLD?
and be able to participate, or pick up the usefulness of many environments.

QUESTION 5: NEED THERE BE A GAP BETWEEN YOUR DREAMS AND THE REAL ENVIRONMENT... because we are raising the point where there is

THE INTERIOR OF THE CAPSULE - RIGHT HAND ELEVATION

THE INTERIOR OF THE CAPSULE - LEFT HAND ELEVATION

OSAKA

QUESTION 1: 你喜欢一个高度组织化的城市吗？它可能是明显地结构化的，或是依赖于社会装置。

QUESTION 2: 你需要许多设施的支援吗？还是你已经习惯了它们，并把它们与城市联系在一起？

QUESTION 3: 你的生活方式需要城市吗？这里有互动的品质，但除此之外呢？你需要车库吗？

QUESTION 4: 你宁愿做一个“世界公民”，并能参与其中，还是你更喜欢许多环境的实用性？

QUESTION 5: 在梦想与现实环境之间，是否需要有一个差距……因为我们正在提出那个我们正试图弥合的差距。

El diagrama funciona como una cita introductoria al trabajo de tesis. Representa un resumen de una serie de preocupaciones presentes a lo largo de la investigación.

El diagrama titulado *Osakagram*, fue realizado por el colectivo inglés Archigram para la feria mundial Expo 70. La imagen proviene del libro *PROJECT JAPAN*, que documenta el *Metabolismo*, un movimiento arquitectónico japonés.

Durante la Expo 70, Japón atravesaba el periodo denominado *Milagro económico de posguerra*, que se caracterizó por la intervención económica estadounidense, planeada estratégicamente para recuperar y estabilizar la economía japonesa.

Fue una etapa de reconstrucción y planeación de las ciudades devastadas por la guerra, en la que una generación de arquitectos, se propuso rediseñar las ciudades, retomando tradiciones milenarias desde una perspectiva moderna.

El diagrama era parte de una instalación en forma de corredor, color rosa, a través del cual el visitante era expuesto a las siguientes cinco preguntas.

1 ¿Te gustaría una ciudad organizada?

Podría estar lógicamente estructurada o tal vez contar con restricciones nunca antes vistas.

2 ¿Necesitas el apoyo de muchos equipamientos? ¿Los esperas y los asocias con las ciudades?

3 ¿Necesitas una ciudad para tu estilo de vida? Esta la cualidad de interacción, pero ¿qué más? ¿Necesita la basura?

4 ¿Preferirías ser un ciudadano del mundo? Y ser capaz de deambular o elegir lo útil de distintos ambientes.

5 ¿Necesita haber un espacio entre tus sueños y el entorno real ?... Porque nos estamos acercando al punto de no necesitarlo.

1.

ANTECEDENTES

1.1 PROYECTOS UTÓPICOS, CAMPO/
CIUDAD

1.2 AGRICULTURA URBANA

1.3 PROYECTOS REFERENCIALES

1.3.1 INVESTIGACIÓN

1.3.2 ARTE

1.4 INICIATIVAS EN LA PRODUCCIÓN
URBANA

1.4.1 SERVICIOS INTERNACIONALES

1.4.2 SERVICIOS NACIONALES

1.5 CULTIVOS ACUAPÓNICOS

1.5.1 DIAGRAMA DE
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA
ACUAPÓNICO/ CICLO ACUAPÓNICO

1. ANTECEDENTES

1.1 PROYECTOS UTÓPICOS, CAMPO/ CIUDAD

Los proyectos descritos en esta sección sirven de referencia y su vez enmarcan esta propuesta de diseño en las prácticas de la planeación urbana. Son ejemplos de teorías y soluciones prácticas ante la crisis social, política y medioambiental que enfrentan las grandes megalópolis.

Es un hecho que gran parte de las ciudades no consideran, en su plan de desarrollo, la producción interna de alimentos. Tampoco contemplan dentro de sus políticas, el aprovechamiento, así como el manejo adecuado de desperdicios y desechos producto del consumo alimenticio.

La actual forma de producción y abastecimiento de alimentos en las grandes ciudades genera una fuerte dependencia con el campo. Éste resulta gravemente afectado a causa de la sobreexplotación de la tierra. Al mismo tiempo, las ciudades enfrentan dificultades al desechar grandes cantidades de basura orgánica en rellenos sanitarios sin las condiciones aptas para el manejo de estos desperdicios.

Por lo tanto existe una dependencia nociva entre el campo y la ciudad. La cuál se podría prevenir fomentando el cultivo de alimentos en las ciudades y el uso de compostaje con desechos orgánicos útiles

para abonar estos cultivos; logrando así una disminución del impacto ecológico.

La soberanía alimentaria que consiste en la capacidad de un pueblo o sociedad de definir sus propias políticas agrarias y alimenticias a favor del desarrollo sustentable.

A continuación se presenta una selección de siete proyectos que sirven de modelo en su intento por equilibrar las relaciones productivas entre el campo y la ciudad. La selección sirve para contextualizar mediante referencias históricas el diseño propuesto en este documento.

Ildefons Cerdá¹ en *La Ciudad Territorio*, publicado en 1859 analiza la relación que sostiene la ciudad con su territorio circundante, del cual depende para obtener recursos así como para depositar desechos urbanos.² Este trabajo representa uno de los primeros intentos por abordar el concepto de *huella ecológica* y es un intento por resolver la dicha problemática en la ciudad.

Cerdá concibió un urbanismo basado en la necesidad de “ruralizar la ciudad y urbanizar el campo”, idea sumamente progresista para ese entonces, teniendo en cuenta que se pensaba que todo desperdicio tenía que salir de la ciudad para proteger la salud de los habitantes,

¹ Ildefons Cerdá (España 1815-1876) ingeniero, urbanista, jurista, economista y político

² Cerdá, Ildefons (1867). *Teoría general de la urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona*. Imprenta Española. Madrid.

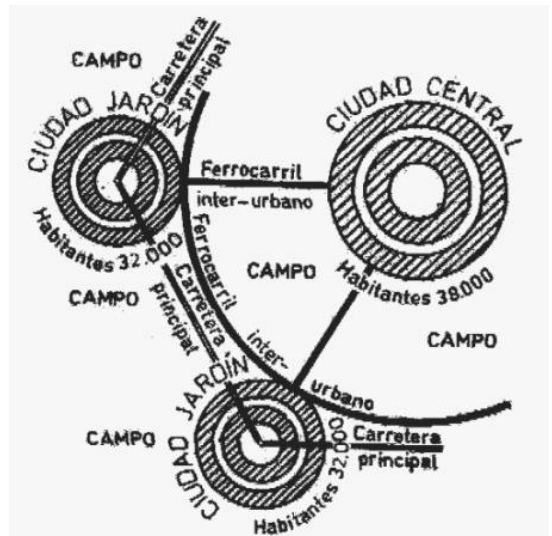
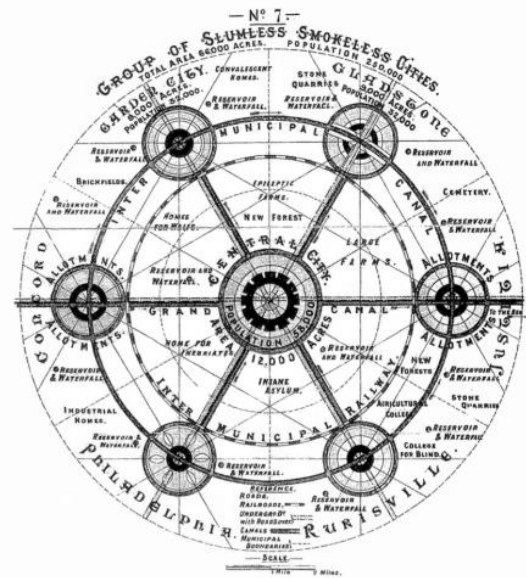
como medida higiénica, sin considerar el deterioro territorial que esto conllevaría.³

La Ciudad Jardín de Ebenezer Howard⁴ (1898) que aparece en su libro *To-morrow: A Peaceful Path to Real Reform*, proponía un sistema agroalimentario sostenible mediante la planeación de nuevas ciudades delimitadas por un anillo de tierras agrícolas de las cuales la población del centro podría autoabastecerse de alimentos.

Él proponía una extensión de 2,400 hectáreas agrícolas en cuyo centro se ubicaría la urbe, en un radio limitado de 404 hectáreas, estimando que el espacio circundante sería suficiente para abastecer a dicha población. Con esta propuesta, introduce la idea de un límite urbano, que en ecología se conoce como la capacidad de carga de un territorio para sostener a determinada población.⁵

En Ciudad Jardín, Howard ofrece indicios sobre conceptos de planificación urbana que contemplan el ciclo completo de vida, así como el autoabastecimiento de la ciudad y la producción sustentable. Él consideraba que “los productos de desperdicio de la ciudad podrían devolverse al terreno, incrementando su fertilidad, y ello sin los

fuertes gastos de transporte por ferrocarril o por otros medios caros”.⁶



Plano y detalle de la Ciudad jardín propuesta por Ebenezer Howard.

³ Arosemena, Graciela (2007). *Agricultura urbana*. Gustavo Gili, Barcelona. Pág. 28

⁴ Ebenezer Howard, (1850-1928) Urbanista británico. En 1902 publica el libro “Ciudades Jardín del mañana” y en 1899 funda la asociación “Ciudades Jardín” en Inglaterra.

⁵ HOWARD, EBENZER (1902). *Garden cities of to-morrow*. Sonnenschein & Co. Londres

⁶ Ibid

El urbanista Lewis Mumford⁷ consideraba que el crecimiento urbano no debía ser indefinido, pues la capacidad de la ciudad para abastecerse de materias primas del territorio próximo a ella era limitada, o al menos así lo había sido históricamente. Una vez suprimida dicha relación, el crecimiento urbano desafía los límites de la naturaleza y de la agricultura que rodea la ciudad. A través de una ocupación intensiva del territorio, iniciada a partir de la ciudad industrial, los límites naturales han dejado de ser críticos para el crecimiento urbano. Mumford advierte que, aunque las ciudades hayan superado las limitaciones locales gracias a la tecnología, el crecimiento de la población plantea unas demandas que definen un límite concreto a la expansión urbana. Según Mumford, un urbanismo que ignora los flujos naturales de los que dependemos los seres humanos, al final puede conllevar consecuencias nefastas.⁸

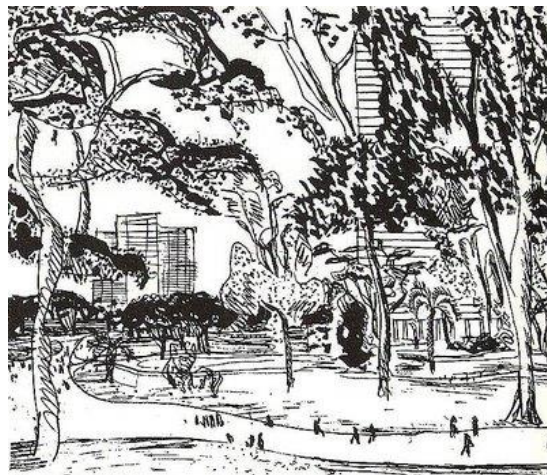
Para el arquitecto francés Le Corbusier⁹ la agricultura urbana y periurbana

⁷ Lewis Mumford, sociólogo, historiador, filósofo de la tecnociencia, filólogo y urbanista estadounidense. Nace en Nueva York en 1895 y muere en 1990. Destacan sus análisis sobre utopía y ciudad Jardín.

⁸ AROSEMENA, GRACIELA. (2007). *Agricultura urbana*. Gustavo Gili, Barcelona. Pág.30

⁹ Le Corbusier, Charles Edouard Jeanneret-Gris. Arquitecto, Ingeniero, Diseñador y Pintor suizo, nacionalizado después francés. Exponente de la

desempeñan un papel fundamental en su concepción de lo urbano. En su libro *La Ciudad del Futuro* de 1924, aborda estas actividades agrícolas, y más específico en el capítulo *Ciudades ajardinadas*, donde ofrece una descripción detallada de la implementación de hortalizas comunitarias en suburbios, sin necesidad de reducir la densidad poblacional y aprovechando el producto cultivado.



Boceto realizado por Le Corbusier durante una conferencia sobre su propuesta de ciudad contemporánea.

Influenciado por Ebenezer Howard, el arquitecto Frank Lloyd Wright¹⁰ publica en 1958 el libro *La Ciudad Viviente* que presenta una visión de ciudad trazada

arquitectura moderna y autor de diversas publicaciones sobre teoría de la arquitectura.

¹⁰ Wright, Frank Lloyd. (1958). *The Living City*. Horizon Press, New York.

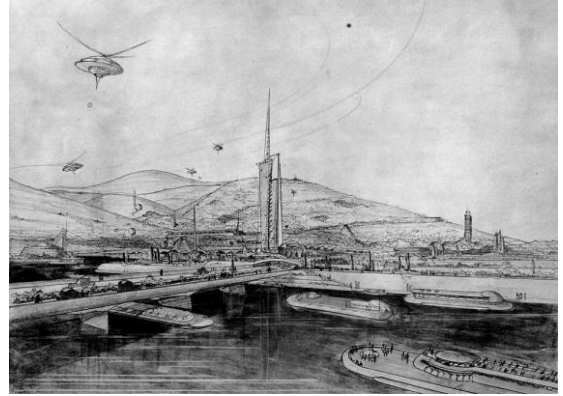
sobre un núcleo urbano reducido y asentamientos suburbanos dispersos a las afueras de dicho núcleo.

Los habitantes de las ciudades, según F. L. Wright se encuentran en medio de un deshumanismo racionalista, al cual se debe combatir con desarrollo suburbano. Para fomentar la convivencia con el jardín, la agricultura y el paisaje en general.

Wright estudió y criticó las dinámicas de las ciudades con alta densidad poblacional, por lo tanto su propuesta consiste en el desarrollo ciudades compuestas por suburbios con pocos habitantes y amplios espacios públicos abundantes en vegetación. En es sentido propuso la antítesis de la ciudad fallida, la cual denominó la “no ciudad”.

El teórico Josep Maria Montaner¹¹ describe la postura de Frank Lloyd Wright, en su libro *La ciudad viviente*, como una defensa a la ciudad orgánica desde premisas esencialmente antiurbanas y ruralistas, dentro de las cuales, la máquina estaría al servicio del hombre. “Se trataba paradójicamente, de una utopía antiurbana

pensada y gobernada por los diseños de un arquitecto”¹².



Boceto realizado en 1935 por Frank Lloyd Wright para su proyecto de la Broadacre City.

El arquitecto del paisaje Gilles Clément propone una visión paisajístico-filosófica a través de sus proyectos, *El Jardín en Movimiento* y *El Jardín Planetario*, los cuales replantean la relación del ser humano con los entornos naturales. Clément entiende a los jardines y el paisaje como espacios en constante transformación, sostiene que son lugares donde la naturaleza debe seguir su propio curso y delimitarse o seleccionarse según sus leyes internas. Considera que los jardines propician la contemplación de los propios procesos espontáneos. De modo que la labor del jardinero consistirá entonces, en conocer las especies, sus comportamientos y observar pacientemente las dinámicas

¹¹ Josep Maria Montaner Dr.Arquitecto y catedrático español. (1954-). Autor de 35 publicaciones sobre arquitectura.

¹² Maria Montaner, Josep(2008). *Sistemas arquitectónicos contemporáneos*. Gustavo Gili. Pág.73

naturales para aprovechar al máximo dichas características dentro del espacio.



Foto de Gilles Clément en su jardín particular, La Vallée.

El Jardín de la Especulación Cósmica del paisajista Charles Jencks¹³, consiste en el diseño de un jardín de 12 hectáreas ubicado en Escocia. El amplio terreno combina elementos del jardín zen japonés y del paradisiaco jardín persa, con jardines renacentistas franceses e ingleses; caracterizados por representar la cosmovisión de aquél periodo. Jenks considera al jardín como un enigma en transformación, que debe ser develado, para ofrecer lecturas abiertas.

Su trabajo sobre “formas del paisaje”, conjuga teorías científicas contemporáneas y la visión moderna sobre la naturaleza con aspectos de filosofías orientales tradicionales. Sus proyectos son

multidisciplinarios, ponen en práctica medios como la escultura, arquitectura, urbanismo, paisajismo y la epigrafía, con el objetivo de celebrar la naturaleza y especular sobre los orígenes del universo.

Los ejemplos hasta ahora citados, presentan una visión utópica, en la mayoría proponen como solución el desarrollo de ciudades sostenibles autosuficientes. Las investigaciones teórico-prácticas anteriormente descritas, sirven como modelo para explorar problemáticas específicas sobre medios y recursos que los autores emplean en el desarrollo de sus proyectos. Dicha metodología de trabajo, es una referencia para este proyecto de tesis, cuya propuesta de diseño sirve como motivo para investigar diversos campos de conocimiento y reflexionar en los procesos y problemáticas existentes en la relación entre naturaleza y sociedad.

Está claro que desde el siglo XIX, el deterioro del medioambiente ha sido una preocupación constante. Resulta evidente que esta problemática se debe al impulso del ser humano por modificar el ambiente a la medida de sus necesidades; acción que a través del tiempo ha resultado en alteraciones devastadoras de suelo y vegetación, causando la extinción de especies y la destrucción paulatina del hábitat natural de los seres vivos, incluyendo el del ser humano; cuando deberían estar presentes distintas ópticas que admitan la expresión de la naturaleza, en un ámbito de habitabilidad humana y respondan a los

¹³ Charles Alexander Jencks, arquitecto paisajista, teórico e historiador de la arquitectura estadounidense. Nace en Baltimore, EU., en 1939.

aspectos ambientales, formales y estéticos, cuya factibilidad sea producto de la aplicación de técnicas y tecnologías apropiadas,¹⁴ como el diseño de objetos proyectados para resolver necesidades. Diseños que permitan obtener beneficios más allá de una simple transacción de compraventa.

1.2 AGRICULTURA URBANA

El ser humano ha estado vinculado desde sus orígenes a la naturaleza, su cercana relación con ésta le permitió evolucionar morfológica y socialmente. El asentamiento sobre poblados es una consecuencia de procesos dados al recolectar y domesticar a la naturaleza, dando lugar a las primeras ciudades-huerto.

A continuación presento información sobre el desarrollo agrario de un referente histórico local.

La cultura Mexica asentada alrededor de 1325 en una amplia zona al centro del país, con núcleo económico y social en México- Tenochtitlan, actual Valle de México; incorporó la agricultura dentro de sus prácticas de desarrollo y sustento cotidianas y aprovechó de un modo ingenioso los recursos hídricos a su alcance.

¹⁴ López de Juambelz, Rocío (2008). DISEÑO ECOLÓGICO: estéticos, formales y técnicos. Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Clave de este éxito fue su ubicación entre tres lagos: al norte el lago Xaltocan, al centro el lago de Tetzaco, y al sur, el lago de Xochimilco.

La cuenca de México ofrecía un gran potencial como hábitat para el desarrollo de un sistema agrícola altamente productivo, pero para ello requería necesariamente de una fuente permanente de agua para el riego de los cultivos. Esta necesidad y la falta de animales de carga, llevó a la población mexicana a desarrollar una serie de tecnologías agrícolas, como las chinampas, el riego por crecida, y el transporte en chalupas y trajineras de veinte veces la capacidad de un cargador, con la finalidad de mover eficazmente sus productos de trueque sobre una región más amplia. Haciendo uso de los recursos con los que contaban y especializándose por regiones para lograr sus objetivos. Obtenían recursos forestales de las tierras altas y granos de amaranto y maíz de las zonas bajas.

Se sabe, por datos documentales, que los poblados de Coyoacán, Huitzilopochco, Mexicalzingo e Ixtapalapa, para 1519 poseían vastas áreas de chinampas dedicadas a la horticultura. La superficie total cultivable en ese entonces suma un total de aproximadamente 11000 ha, que principalmente producían maíz y/o grano de amaranto, y resultó no sólo abastecer a la población local sino al resto de las

comunidades asentadas a las orillas del lago de Tetzoco.¹⁵

Las tecnologías implementadas por los mexicas son un referente en cuanto a manejo de recursos hídricos, por lo tanto una referencia considerable para mi tesis.

Para que el sistema agrario Mexica se lograra satisfactoriamente, se necesitó desarrollar tecnología hídrica, estrategias logísticas apropiadas y el aprovechamiento de las condiciones geográficas. Como parte de estas estrategias, ellos cultivaron por regiones distintas semillas, construyeron canales para distribuir sus productos y diseñaron chinampas para proporcionarse suelo nuevo suelo cultivable.



Mapa de Tenochtitlan, alrededor de 1550. Por Alonzo de Santa Cruz.

A continuación describo ciertas características de los jardines medievales

Europeos, que son un referente a proyectos sustentables como el tratado en esta tesis.

“El *hortus conclusus* o jardín cerrado se caracteriza por estar contenido mediante un cerramiento vegetal o arquitectónico, y ha dado lugar a dos tipos de jardines: el jardín medieval europeo y el jardín hispanoárabe. Los jardines medievales son un ejemplo de espacio productivo urbano asociados a una estrategia defensiva y económica. En ellos se cultivaban hierbas y plantas aromáticas, combinado con flores de carácter ornamental. Durante la Edad Media éste jardín se conocía con el término “huerto”, un lugar donde cultivar especies dedicadas a la alimentación cotidiana, flores y plantas medicinales. Por otra parte, el jardín cerrado hispanoárabe utilizaba especies típicamente mediterráneas, una mezcla de plantas ornamentales con frutales. Este tipo de jardín está asociado a los patios y jardines palaciegos que, con una finalidad lúdica, se inspiraban en el paraíso del Corán, una alegoría del oasis en el desierto”.¹⁶

La agricultura urbana, entendida como los espacios vegetales productivos dentro de una ciudad, se ha visto influenciada por ideas y criterios aplicados en cada época a la explotación de los recursos naturales. A partir de la Revolución Industrial las áreas verdes dentro de la ciudad dejan de tener un carácter de resguardo alimenticio para

¹⁵ T. Sanders, William (2004). El Imperio Azteca. Fomento Cultural Banamex. México. Pág. 68.

¹⁶ Arosemena, Graciela (2007). *Agricultura urbana*. Gustavo Gili, Barcelona.

convertirse en un elemento adicional de la planificación urbana como zonas para la recreación.

Habiendo ubicado la causa y el momento de la transformación de carácter de los jardines dentro de las ciudades, se puede comprender la magnitud de la desvinculación de las urbes con respecto a las áreas agrícolas y hace sentido preguntarse por qué ahora intentar reubicar a los espacios verdes productivos dentro del contexto urbano.

Situar una actividad agrícola en un espacio construido, urbano, crea confusiones debido a que una ciudad se define como el asentamiento de determinado número de habitantes sobre un espacio limitado, creado gracias a la especialización de trabajos; en donde una actividad de carácter rural no es aceptada como adecuada para ese entorno.

Esta negación o exclusión de la agricultura dentro de la definición de ciudad se ha consolidado hasta el punto en que se considera a lo urbano como lo *no agrícola*, tal como lo expresa Max Derruau¹⁷: “La ciudad es una aglomeración importante, organizada para la vida colectiva y en la

que una parte notable de la población vive de actividades no agrícolas”.¹⁸

Un concepto de ciudad que niega la actividad productiva de áreas verdes, no concibe la agricultura urbana, e indirectamente ignora a la alimentación como una preocupación urbana.

La existencia de la agricultura urbana en la ciudad no hace más que poner en duda la definición establecida de ciudad. Haciendo necesaria una descripción actualizada de su concepto. Graciela Arosemena¹⁹ propone la siguiente definición: “La ciudad es un asentamiento humano organizado en donde se desarrollan actividades y funciones de diversa índole: comercial, industrial, residencial, energético y de cultivo de alimentos con el objetivo de obtener cierto grado de sostenibilidad”.²⁰

Abierta la posibilidad anterior, falta describir por qué es importante reubicar a la agricultura dentro de un tramado urbano y exponer cuáles serían los conflictos que afrontaría dicha acción.

La agricultura se integra más a la red urbana gracias a tres factores o conexiones

¹⁷ Max Derruau, geógrafo francés. Nace en 1920. Autor de un texto sobre Geografía Humana.

¹⁸ Derruau, Max (1964). Tratado de geografía humana, trad. cast., Barcelona, Ed. Vicéns Vives.

¹⁹ Graciela Arosemena Dr. Arquitecta panameña, especialista en energía y medio ambiente en arquitectura.

²⁰ Arosemena, Graciela (2007). Agricultura urbana, Gustavo Gili, Barcelona.

principales: ecológicas, sociales y económicas.²¹

- El factor ecológico consiste en aprovechar la basura orgánica como abono para las tierras de cultivo, reciclando agua en el riego de los terrenos y al originar nuevos “pulmones” dentro de la ciudad, espacios con vegetación que transforman CO₂ en O₂.
- El factor o conexión social que se obtendría al habitar, cultivar y abastecerse de alimentos en una misma región sería de gran impacto debido a que se reducirían los intermediarios entre productor y consumidor, ya sean centros de empaquetado, tiendas de autoservicio o transportistas; que resultaría en un contacto estrecho entre las dos partes, y así se lograría concientizar a los consumidores sobre la estacionalidad de los vegetales y su tiempo de vida natural, orgánico, sin conservadores. Dentro del factor social también encontramos la armonía que proporcionan los espacios verdes dentro del tramado urbano. Convirtiéndose en una especie de amalgama, de la misma manera que sucede en el concepto dado por F. L. Wright, en donde un

volumen servía para fusionar visual y funcionalmente estructuras arquitectónicas anteriormente inconexas; que según su entendido generaban en los habitantes cierta armonía y tranquilidad.

- Por otra parte se ha observado una disminución de violencia en áreas problemáticas donde se activan huertos. Que invitan a la comunidad cercana a participar en el proceso de cultivo, generándose vínculos estrechos entre personas de diferentes estratos sociales.
- El vínculo económico se da cuando la agricultura urbana representa un sustento económico o alimenticio para los ciudadanos.

La agricultura puede suceder dentro de un tramado urbano denso: en edificios, como agricultura vertical o en terrenos libres o baldíos y en zonas dispersas o de tramado urbano bajo, donde la ciudad pierde tenuemente sus límites.

Algunos de los factores que, erróneamente se cree, están en contra de los cultivos urbanos son:

Falta de espacio disponible para el cultivo en tramados urbanos cerrados, con una densidad de población y edificaciones elevada.

Nula disposición de tiempo para el cuidado de los cultivos, cuando las demás

²¹ Graciela Arosemena realiza esta división de factores en aspectos ecológicos, sociales y económicos. En esta sección expongo su análisis y a partir de dicha clasificación sugiero nuevos aspectos.

actividades del día consumen la mayor parte del tiempo.

- Desinterés hacia el tema de la agricultura, debido a la desvinculación con dicha actividad.

1.3 PROYECTOS REFERENCIALES

1.3.1 INVESTIGACIÓN

The Why Factory es un programa de investigación en la Facultad de Arquitectura de TuDelft, Holanda. Sus objetivos de estudio son las ciudades del futuro, y las abordan desde un punto de vista urbanista, arquitectónico y humanista.

En ANARCITY²², su caso de estudio se vuelve la ciudad de París, en un escenario libre y ausente de gobierno; ciudad para la cual plantean dinámicas necesarias para lograr sobrevivir, mantenerse estable y luego reconstruir por completo las dinámicas económicas, sociales y políticas de la ciudad.

Las soluciones se abordan a un día del colapso comercial y gubernamental, a una semana, un mes, una década y los primeros cien años en París ausente de Estado. Agua, comida, seguridad, resguardo, energía, salud, educación, transporte y comercio son

puestas a prueba y al paso del tiempo se van necesitando cubrir los puntos anteriores sin el apoyo del Estado.

En la visualización a futuro del caso; plantean que en la primera semana del suceso las personas vaciarán las tiendas de alimentos debido a la adquisición de despensas que permitan la supervivencia a corto plazo.

Al pasar unas semanas, las personas empezarán a desalojar viviendas en ciudad para vivir de forma más segura en el campo, con familiares o amigos asentados en esos sitios con anterioridad. Esto lo logran con las últimas porciones de combustible en sus vehículos.

Los primeros meses a partir del colapso, las ciudades serán presas de robos y violencia por la escasez de alimentos. Las ciudades se vaciarán aún más y la población restante usará únicamente transportes sencillos, como bicicletas, patinetas, patines, etc., para trasladarse en distancias reducidas. Se comenzarán a instalar tinas recolectoras de agua en azoteas, terrazas y balcones. La gente se organizará en comunidad para cultivar en espacios públicos y mantener el orden dentro de la ciudad, algunos espacios y especies vegetales se cultivarán con éxito, otras no.

A partir del sexto mes empezarán a intercambiar productos entre colonias y al año de vivir de este modo, los habitantes comenzarán a usar sistemas de cultivo más

²² Anarcity. (s.f). Recuperado el 4 de diciembre de 2013 de <http://thewhyfactory.com/project/anarcity/>.

especializados y complejos para poder intercambiar parte de su producción por otras cosas. Las personas volverán a ocupar estaciones, algunos autos eléctricos y desarrollarán nuevos transportes que funcionen con energía eléctrica o solar.

Los años siguientes la red de sistemas de cultivo se complejizará, dando lugar a la crianza de peces y el cultivo de plantas con resultados e intercambios exitosos de productos entre habitantes.

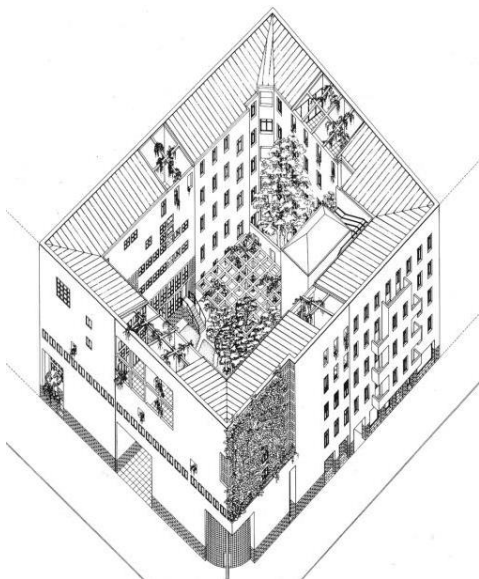


Ilustración realizada para el proyecto Anarcity.

Urban Space Station²³ es un proyecto experimental que se propone mejorar la

²³ Estación Espacial Urbana. (s.f.). Recuperada el 4 de diciembre de 2013 de <http://www.urbanspacestation.org/>.

calidad de vida en ciudades y en estaciones espaciales lanzadas a órbita.

Natalie Jeremijenko²⁴ y Angel Borrego²⁵ proponen un sistema de mutualismo parasitario que proporcione energía a edificios en ciudades y a naves espaciales en misiones.

La estación es una “casa verde” avanzada que purifica el aire que respiramos, recicla o composta nuestros desechos y produce comida orgánica y local sin quemar combustibles fósiles. También propicia cohesión social entre comunidades.

La “estación espacial urbana” funciona de la siguiente manera, Las personas respiran oxígeno y liberan dióxido de carbono, mientras que las plantas requieren dióxido de carbono y liberan oxígeno, limpiando el aire para la gente. Los desechos de las personas serían ocupados para nutrir a las plantas que cultivarían en hidroponía y mediante la condensación de agua a partir de la diferencia de temperaturas fuera y dentro de la “estación”, habría tinas con agua en donde se podrían cultivar algas y distintos tipos de peces para el consumo personal.

²⁴ Natalie Jeremijenko Artista e Ingeniera australiana. Nacida en 1966. En su trabajo explora la relación entre sociedad, tecnología y ambiente.

²⁵ Ángel Borrego Dr. Arquitecto español. En 1999 funda la Oficina para el Espacios Estratégicos en Madrid.

La investigación es de carácter artístico. Proporciona información práctica para el futuro desarrollo de ciudades sostenibles, en donde, según los autores, diferentes individuos necesitarán trabajar para el bienestar colectivo. Al mismo tiempo el experimento pretende arrojar información para extender los plazos en misiones espaciales, facilitando a través de la instalación del sistema, alimento y aire limpio a los astronautas.

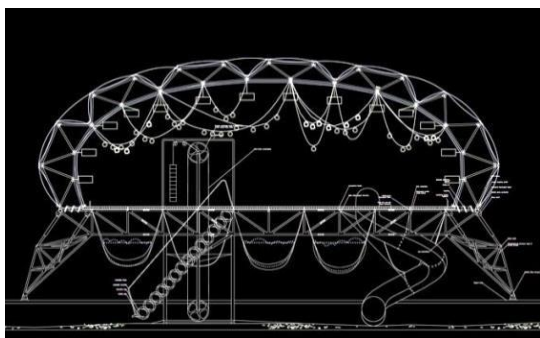


Diagrama representativo del proyecto USS.

1.3.2 ARTE

Plantas Nómadas²⁶ de Gilberto Esparza²⁷, es una intervención sobre un medio sumamente contaminado a causa de la

²⁶ Esparza, Gilberto. Plantas nómadas. 2008-2013. Recuperado el 4 de diciembre de 2013 de <http://www.plantasnomadas.com/>.

²⁷ Gilberto Esparza Artista mexicano, en su obra investiga las relaciones entre tecnología, naturaleza y los intercambios sociales y la vida urbana.

refinería petrolera ubicada en Salamanca, Guanajuato.

El proyecto surge a partir de la investigación y reflexión del impacto humano sobre el medio ambiente: los sistemas de producción, la concentración de la riqueza, el sostenimiento de masivos centros urbanos, la explotación desmesurada de los recursos naturales, la resistencia hacia una transición energética y en particular, a la falta de iniciativa hacia la búsqueda de tecnologías que se relacionen positivamente con la naturaleza.

La Planta Nómada es un organismo vivo, constituido por un sistema robótico, una especie vegetal orgánica, un conjunto de celdas de combustible microbianas y fotovoltaicas. Se trata de la unión de distintas formas de inteligencia que constituyen una especie más fuerte, entendida como un anticuerpo, con el potencial para restaurar a pequeña escala los daños del entorno. Para sobrevivir, este organismo toma agua contaminada y la procesa en sus celdas de combustible mediante una colonia de bacterias autóctonas de estas aguas, que se alimentan transformando los nutrientes en electricidad, para ser almacenada por su sistema de cosecha de energía.

Este organismo diseñado es una especie adaptada al entorno contaminado, que transforma la energía que dispone de la tierra.



Fotografía de la planta nómada a orillas del río Lerma.

1.4 INICIATIVAS EN LA PRODUCCIÓN URBANA

1.4.1 SERVICIOS INTERNACIONALES

Green Guerrillas²⁸ es un proyecto de reverdecimiento en Nueva York, surge de un grupo de mujeres en 1973, al observar la decadencia que cruzaba su ciudad. Ellas realizan una serie de acciones con el propósito de mejorar la calidad de vida dentro de sus comunidades. La primera acción que efectuaron consistió en arrojar semillas a través de cercas en lotes baldíos para disfrutar ver plantas al pasar un tiempo. Luego instalaron cajas con tierra y flores en barandales de edificios

²⁸ Green Guerrillas. (s.f.). Recuperada el 5 de diciembre de 2013 de <http://www.greenguerillas.org/>

abandonados. Estos ejercicios llamaron tanto la atención del público, que comenzaron a replicar las acciones. Después de un tiempo, el grupo ideó la construcción de jardines comunitarios, al cuidado de los habitantes circundantes a ellos; por lo general, las tiendas de vegetales aportaban semillas para las hortalizas y los vecinos ofrecían mano de obra; así comenzó un movimiento social por el bien de la comunidad, generado a partir de la interacción y el intercambio de información y alimentos entre miembros de comunidades.

Esta asociación, sin fines de lucro, permanece trabajando en la ciudad de Nueva York y ha servido de ejemplo a muchas otras iniciativas de cohesión comunitaria y conciencia sostenible a través del mundo.



Foto del movimiento de las Green Guerrillas en la década de 1970.

Estados Unidos cuenta con una amplia red de Mercados Verdes y Granjas Urbanas que ayuda a disminuir el impacto ecológico generado por su costumbre adquirida del súper consumo. Gente responsable y consciente sobre el deterioro ecológico actual, pone en funcionamiento una amplia variedad de procesos mercantiles que implican menor impacto sobre el medio ambiente y la adquisición de productos alimenticios saludables.

Mediamatic Fabriek²⁹ ubicada en Amsterdam, desarrolla un proyecto de investigación y difusión de la técnica de cultivo acuapónico. El espacio para la experimentación y los talleres en torno a la técnica se localizan en una antigua bodega con un amplio espacio. Sus ejercicios abarcan sistemas grandes para abastecer a varias personas y sistemas pequeños para mostrar en escuelas como ejemplos didácticos para familiarizar a estudiantes de primaria con la actividad de cultivo.

El laboratorio documenta de forma completa y constante los ejercicios que realizan, con el propósito de tener disponibles los materiales para el público interesado en su consulta.

²⁹ Mediamatic Fabriek. (s.f.). Recuperado el 4 de diciembre de 2013 de <http://www.mediamatic.net/243574/en/mediamatic-fabriek>



Fotografía del laboratorio de experimentación acuapónica, Mediamatic Fabriek en Amsterdam.

Micro-Farms³⁰ es un prototipo del diseñador francés Damien Chivaille que consiste en un contenedor de carga en desuso y una “casa verde” sobre el contenedor. La casa verde está basada en un sistema acuapónico de agricultura circular, que aprovecha al máximo el agua al mantenerse libre de elementos nocivos, como nutrientes sintéticos o fertilizantes hidropónicos, esta decisión posibilita el resguardo del agua del sistema que contiene a la colonia de bacterias nitrificantes.

El sistema hace sentido en tanto que el ejercicio de producción se repite y se optimiza al máximo el espacio de cultivo.

El modelo del sistema propuesto se difundió para su libre acceso al público interesado y

³⁰ Chivaille, Damien. 2010. Recuperado el 10 de noviembre de 2013 de <http://20footurbanfarm.blogspot.mx/>

actualmente existen granjas experimentales activas, construidas con este modelo en: París, Zúrich, Berlín, Rotterdam, Estambul, San Francisco, Bruselas y Montreal.

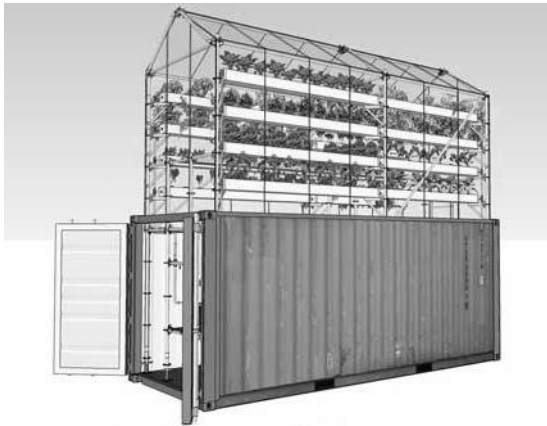


Imagen 3d del sistema propuesto por micro-farms.

1.4.2 SERVICIOS NACIONALES

El Laboratorio eco-urbano ALAS³¹ es una asociación civil que brinda capacitaciones para el cultivo en zonas urbanas, conurbadas o rurales, consultorías en comercialización de productos agroecológicos, el diseño e instalación de huertos urbanos. El proyecto fue premiado por sus labores en el concurso: EMPRESAS JUVENILES 2011. La asociación se ubica en la delegación de Iztacala, Distrito Federal.

³¹ Laboratorio eco-urbano ALAS. 2013. Recuperado el 8 de noviembre de 2013 de <http://alascultiva.com/quienes-somos/>

Mercado el 100³² surge de la necesidad de los habitantes del Distrito Federal en el acceso a productos orgánicos a un precio justo. El mercado se realiza en plazas públicas de la ciudad todos los domingos, la ubicación varía entre la Colonia Roma y Condesa. El requisito de participación en el proyecto lo determina un límite de ubicación de los productores a 100 millas a la redonda de la Ciudad de México, decisión que asegura un menor impacto sobre el ambiente y la huella generada por los consumos.

Las Páginas Verdes³³ es una iniciativa de New Ventures México, organización sin fines de lucro que brinda al público un directorio completo y expandible con información y contacto de productores, organizaciones y servicios con propuestas y productos sustentables ubicadas por todo el país.

Los huertos urbanos Tlatelolco, Romita y la Tabiguera³⁴, ubicados en las colonias homónimas de la Ciudad de México, abren espacios para el aprendizaje, el recreo y la producción de alimentos saludables

³² Mercado el 100. (s.f.). Recuperado el 10 de noviembre de 2013 de <http://www.mercadoel100.org/>

³³ Las páginas verdes. (s.f.). Recuperado el 31 de octubre de 2013 de <http://laspaginasverdes.com/>

³⁴ Villa Parkman, Lorena (2014). Huertos urbanos, sembrando la revolución verde. FRENTE, 135, 22-27. Recuperado el 24 de septiembre de 2014

cultivados en hortalizas urbanas por habitantes de la ciudad.

Huerto Tlatelolco está dirigido por Gabriela Vargas. En octubre de 2012, Cultiva Ciudad se mudó del Vivero de Reforma, en la Glorieta de Ródano, a este nuevo terreno de la Delegación Cuauhtémoc.

El Huerto Tlatelolco tiene actualmente ocho variedades de árboles frutales, además de varias hortalizas y frutos en un espacio de 1650 m² que funciona como un modelo de bosque comestible urbano a pequeña escala, en un espacio privilegiado: sobre Paseo de la Reforma casi esquina con Manuel González.

Huerto Romita surge en el 2007 como un proyecto experimental para sembrar en la ciudad, sobre un área de 80 m² en la Plaza Romita de la colonia Roma. El primero en su colonia y uno de los primeros en la Ciudad de México. Iniciaron el proyecto tres mujeres: Lily Foster, Carolina Lukac y Gabriela Vargas

El huerto La Tabiguera ubicado en Iztapalapa, comenzó en el 2007 a partir de un impulso del gobierno por restablecer el cinturón verde de la ciudad, un programa de reforestación en las principales áreas naturales protegidas del Valle de México. El terreno que conforma el huerto comunitario mide más de 3000 m².

Mario Salazar Ingeniero agrícola y uno de los fundadores del huerto explica que ellos siguen el ejemplo de las comunidades

indígenas, quienes tienen tres factores de identidad: el acuerdo, el trabajo colectivo y la celebración.

El huerto cuenta con un lombricero, composta, plantas medicinales, hortalizas, conejos, charales y pollos.

1.5 CULTIVOS ACUAPÓNICOS

Después de exponer y cuestionar los factores implícitos en la instalación de un huerto dentro del tramado urbano, habiendo descrito las prácticas más comunes para el cultivo en ciudad y expuesto casos de asociaciones civiles al servicio de la comunidad; se presenta la técnica que hará funcionar al sistema de cultivo: la técnica acuapónica para el cultivo de plantas y la crianza de peces.

La acuaponía soluciona el problema de los caros e inseguros fertilizantes químicos usados en hidroponía, el manejo de desechos en acuicultura y el desperdicio de agua en agricultura tradicional, en suelo.

Los elementos básicos que constituyen a cualquier sistema acuapónico son los siguientes:

- 1) Recipiente contenedor de peces/ pecera/ estanque.
- 2) Cama(s) de cultivo vegetal.
- 3) Tuberías conectoras.
- 4) Sistema de aireación de agua.
- 5) Bomba de agua.
- 6) Sustrato para las plantas.
- 7) Agua libre de cloro.

8) Plantas.

9) Peces.

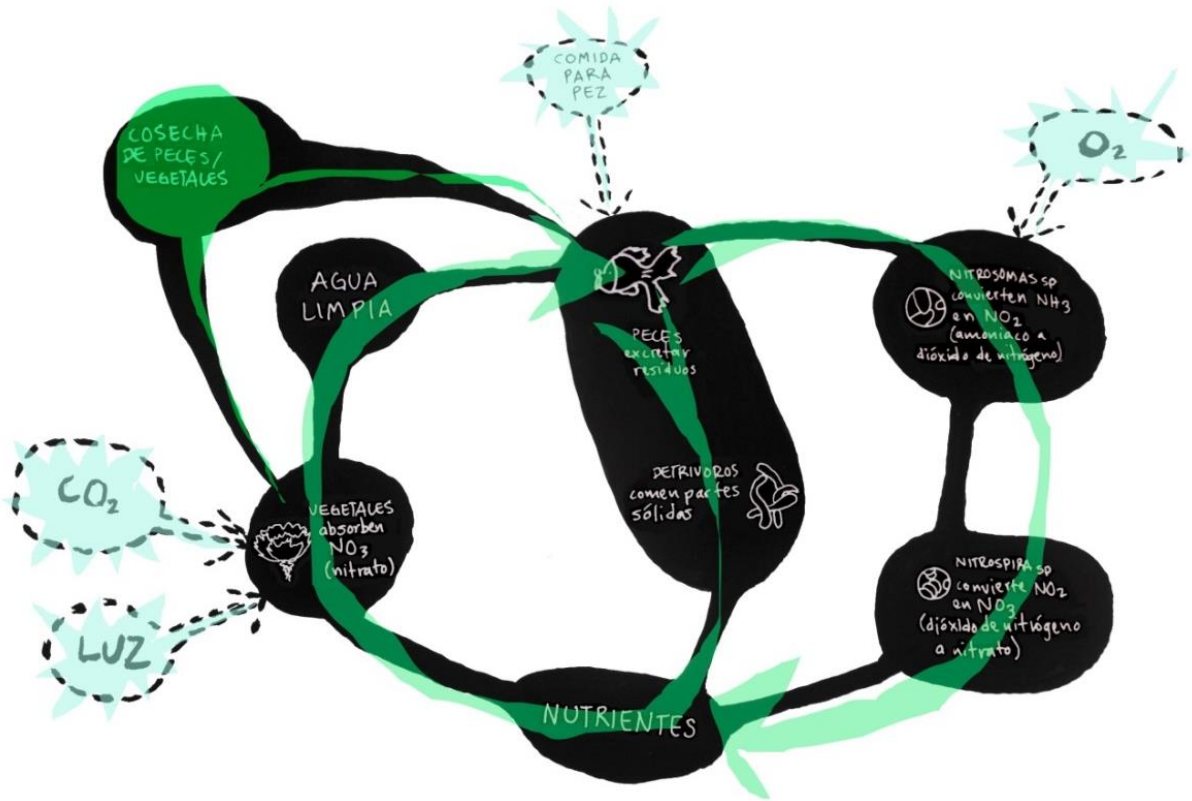
En acuaponia los nutrientes se balancean solos y cuando el sistema se encuentra estable, se recomienda mantener y cuidar el agua contenida. En caso de que los niveles de amoníaco suban, por la descomposición del biofiltro³⁵, formado por una colonia de bacterias heterótrofas, o debido a la muerte de algún pez en el tanque, se deberá cambiar parte del agua, con la posibilidad de vaciarla en tierra sin ocasionar daños por toxicidad,³⁶ al contrario resultará nutritiva.

Gracias a las cualidades anteriormente descritas, el uso del sistema acuapónico en un entorno urbano será una opción viable y productiva para el cultivo de vegetales y adicionalmente la crianza de peces saludables; resolviendo el tema del espacio reducido con que se cuenta en ciudad.

³⁵ Biofiltro: Colonia de bacterias nitrificantes, atraídas al sistema acuapónico por el amoníaco que liberan los peces.

³⁶ Bernstein, Sylvia (2011). Aquaponic Gardening, New Society Publishers.

1.3.1 DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACUAPÓNICO/ CICLO ACUAPÓNICO



El diagrama superior muestra la relación de elementos que intervienen dentro del ciclo acuapónico. Dicho ciclo consiste en la crianza de peces en estanque, la producción de amoníaco como parte de los desechos de los peces y mediante este último, la atracción de bacterias nitrosomonas que transformarán al amoníaco en dióxido de nitrógeno y posteriormente, atraídas por el compuesto anterior, otra colonia de

bacterias, esta vez nitrospiras, transformarán el dióxido de nitrógeno en nitrato, nutriente natural para las plantas junto al dióxido de carbono y la luz presentes en aire. Esta relación genera un vínculo nutritivo, ideal para el cultivo de plantas, posibilitado por la circulación del agua del estanque de peces a la(s) tina(s) con vegetales.

2.

DESPLIEGUE DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CULTIVO ACUAPÓNICO

2.1 PECERA

2.2 CAMA DE CULTIVO

2.3 TUBERÍAS Y BOMBA

2.4 AGUA

2.5 SUSTRATO

2.6 PECES

2.7 PLANTAS Y BACTERIAS

2.8 ANÁLISIS

2.8.1 COMPETENCIA DIRECTA

2.8.1.1 TABLA COMPARATIVA

2.8.2 COMPETENCIA INDIRECTA

2.8.2.1 AZOTEAS VERDES

2.8.2.2 PAREDES VERDES

2.8.2.3 CULTIVOS HIDROPÓNICOS

2. DESPLIEGUE DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CULTIVO ACUAPÓNICO

La agricultura acuapónica es el cultivo de peces, plantas y bacterias, en un sistema donde los desechos generados por los peces nutren a las plantas gracias a la transformación que realizan las bacterias del amoníaco en nitratos, mediante el ciclo del nitrógeno.

A continuación describo las partes que conforman al sistema de cultivo acuapónico; las definiciones detalladas de los diferentes elementos servirán para entender el funcionamiento y conocer la jerarquía de los elementos dentro del sistema, esta información permitirá una mayor libertad sobre el manejo de la forma y la organización de los objetos a diseñar. Cabe mencionar que no todos los elementos descritos a continuación formarán parte del diseño final, al no ser todos elementos esenciales para el funcionamiento del sistema de cultivo.

2.1 PECERA

CAPACIDAD: Cantidad y especie de pez a cultivar. En el sistema acuapónico se deberá

pensar en la cantidad y la especie de peces y plantas que se quieran cultivar, una vez decidido, se podrá determinar el tamaño de la pecera, que dependiendo de su capacidad podrá sostener una o varias camas de cultivo vegetal; esta dependencia es directa debido a que parte del agua contenida en el recipiente de peces pasará a los contenedores con vegetales y el nivel en pecera bajará, y lo que se debe cuidar es en mantener cierto nivel de agua para asegurar la estabilidad de los peces.

Litros de agua que necesite soportar el contenedor. Al instalar una pecera es importante considerar los litros de agua que necesitará soportar el recipiente contenedor, a partir de esto diseñar grosores y formas que aseguren la estabilidad del recipiente.

MATERIAL: *Material compatible con seres vivos del sistema.* El aspecto más importante a considerar para determinar el material de la tina de peces es asegurar que éste no libere sustancias que alteren la composición del agua o afecten a los habitantes de los contenedores, peces, plantas y bacterias.

Tinas de materiales vítreos. Las peceras se construyen generalmente con vidrio o cerámica, estos materiales aportan beneficios como aislantes térmico y eléctrico; cualidades útiles sabiendo que el sistema incorpora agua y electricidad, y el agua es conductor de la electricidad.

Tinas fabricadas en plástico. Las tinas plásticas aseguran un peso más ligero y una mayor elasticidad, mayor resistencia al quiebre del contenedor. En caso de elegir este proceso, se debe considerar una inversión inicial más elevada y asegurar previamente a los clientes para recuperar la inversión.

Tinas metálicas. Debido a la oxidación de los metales en contacto con el agua, no se recomienda el uso de este material para las tinas de cultivos. Un contenedor oxidado libera partículas en el agua y éstas desequilibrarían al sistema. Cobre y zinc resultan tóxicos para los peces.

Tinas de fibra de vidrio. Se han diseñado diversos muebles en fibra de vidrio, debido a su alta resistencia y bajos costos productivos. Sus compactas fibras permiten manipular las superficies a través de la prensa- molde. Sin embargo el uso del material tiene una gran desventaja en comparación a materiales más simples, ya que es sumamente complicado reciclarlo debido a su compacta estructura.

FORMA: *Tinas con bases curvas, sin esquinas.* Recomiendan el uso de tanques con base ovalada o circular para asegurar la eficiente circulación del agua con los desechos-nutrientes y la óptima oxigenación del agua en las tinas. Con esta solución formal se descartan posibles “zonas muertas” como esquinas o áreas estancadas de la pecera, en donde comúnmente se

acumulan concentraciones peligrosas de amoníaco o zonas carentes de oxígeno.

Tinas con bases amplias y alturas bajas. Se aconseja el uso de contenedores bajos y extensos, en lugar de profundos y angostos, debido a la distribución del peso sobre un área más amplia.

Tinas con doble pared o capa aislante. Estas decisiones sobre la forma de los contenedores sirven para evitar cambios drásticos de temperatura sobre lo contenido, y en consecuencia aseguras el bienestar de los peces, al disminuir la posibilidad de estrés por variación de temperatura. Se necesita evaluar el beneficio real por la aplicación de alguno de estos métodos, ya que su producción representaría un incremento sobre el costo total del producto.

2.2 CAMA DE CULTIVO

CAPACIDAD: *La dimensión de la pecera determina la capacidad de la(s) cama(s) de cultivo vegetales.* La capacidad y cantidad de camas de cultivo vegetal en el sistema, dependerán directamente del tamaño del tanque de peces, porque entre las tinas vegetales se repartirá parte del agua contenida en pecera. Un bajo nivel de agua en pecera representa estrés para los peces, dejándolos más vulnerables a contraer enfermedades.

Altura adecuada. Con treinta centímetros de altura en tina de cultivo, permites el sano

desarrollo de las raíces vegetales; es importante mencionar que en acuaponía se requiere menos profundidad de sustrato porque los nutrientes son regados constantemente sobre la superficie de “suelo”, reduciendo la extensión que requieren las raíces para obtener nutrientes y crecer sanas sobre el sustrato.³⁷

Equivalencia de litros en pecera por litros en tina de cultivo vegetal. 200 L de agua en pecera soportarán .200 m³ de cama de cultivo, lo que a su vez equivale a 500 gr de pez por cada 0.1m² (1dm²) de superficie en cama de cultivo.³⁸ El equilibrio de las equivalencias dadas asegura el óptimo funcionamiento del sistema acuapónico.

200 L en pecera = .200 m³ de cama de cultivo

500 gr de pez = 0.1 m² de superficie en cama de cultivo

La cantidad de desperdicios que produzcan los peces en las tinas de crianza, equivaldrán a la cantidad de nutrientes que reciban las plantas de las tinas vegetales.

MATERIAL: *Materiales inertes.* Elegir materiales inertes para la fabricación de las tinas de cultivo es fundamental para garantiza la estabilidad del ciclo acuapónico; decidido esto, ningún elemento propuesto sobre el diseño alterará la composición química del agua.

³⁷ Ibídem. Pág. 100.

³⁸ Ibídem. Pág. 147.

Tinas plásticas. Debido a su bajo costo y oferta en el mercado, los contenedores plásticos son los más comunes de usar para cumplir las veces de tinas para el cultivo vegetal. Son recipientes ligeros y con bastante resistencia de carga. Sin embargo, como ya se mencionó antes, presentan desventajas sobre costos iniciales de producción e implican dificultades para reciclar, al menos dentro de la ciudad Las mismas desventajas que

Tinas o macetas cerámicas. Es común encontrar recipientes cerámicos para el cultivo de plantas, como macetas; pero dentro del contexto de la agricultura acuapónica es inusual, probablemente por el peso de los contenedores. Las tinas resueltas en cerámica facilitan un soporte para el desarrollo de las colonias de bacterias, por tratarse de un material poroso, retienen por más tiempo el calor, su producción es más barata y los resultados estéticos son mucho más interesantes.

FORMA: *Formas que se adaptan al espacio disponible.* Las formas de los ejercicios experimentales del sistema, por lo general se adaptan a los espacios elegidos para su colocación; si se cuenta con un espacio angosto, se resuelven soportes verticales con tubería de PVC ranurado a distintos niveles para colocar varias plantas y aprovechar el espacio, se proporcionan recipientes individuales por planta para identificarlas más fácilmente o se instalan superficies amplias y baja altura para tener más espacio para el cultivo. Las posibilidades

exploradas se diferencian en forma por su disposición: horizontal-vertical, o por su capacidad: pequeña-grande.

Cuidar el aspecto y la funcionalidad del sistema. Un recurso poco explorado es el aspecto estético del conjunto; los pocos ejemplos que estudian la forma olvidan incluir requerimientos funcionales fundamentales.

2.3 TUBERÍAS Y BOMBA

El sistema de tuberías canaliza el agua entre los dos tipos de cultivo del sistema, el de peces y el de plantas. Estas piezas necesitan asegurar el sellado completo entre conectores y piezas de distinto material. La boca de salida hacia las tinas de cultivo vegetal necesita incluir un elemento que riegue el líquido de forma uniforme, y la salida o bajada hacia la tina de peces necesitará expulsar a presión el agua para oxigenar el tanque de peces.

TUBERÍAS: *Evitar crecimiento de algas dentro de las tuberías.* Para impedir el crecimiento y la acumulación de algas en las paredes internas de las tuberías del sistema, se necesitan conocer ciertas características que facilitan su desarrollo. Materiales opacos como el PVC (Policloruro de Vinilo), el CPVC (Policloruro de Vinilo Clorado) o tuberías de PP (Polipropileno) o de HDPE (Polietileno de alta densidad) dificultan el crecimiento de algas al interior de las piezas extruidas, al impedir el paso luz; materiales traslúcidos

plásticos ayudarán a que se formen algas rápidamente.

Diámetros recomendados. Ya que el sistema de tuberías está compuesto por una serie de piezas que dirigen, riegan, conectan o sellan elementos, recomiendan elegir estas piezas conectoras antes de determinar el diámetro de los tubos que servirán de vías o canales. El diámetro más usado para la plomería del hogar es de 1/2", esto asegura la existencia de las demás piezas y al elegir una tubería angosta se requiere menos presión para mover el agua a través del sistema.

Uniones mecánicas no químicas. Se favorece el uso de uniones mecánicas, como cuerdas macho y hembra, bisagras o sellos de presión, a uniones químicas que fijan las conexiones sin oportunidad a posteriores desarmados del conjunto. Las uniones mecánicas permiten el desarmado en caso de requerir limpieza o el cambio de piezas.

EMPAQUES: *Materiales inertes.* Para sellar los contenedores a las tuberías se requieren empaques, que tapen los pequeños excedentes de diámetros entre piezas y permitan su desarmado. Los empaques deben ser inertes para no contaminar el líquido acuapónico. (bacterias, amoníaco y agua). Posibles materiales para estas juntas serán el silicón de grado marino, piezas de caucho flexible.

FILTRO DECLORIFICANTE: *Garantizar agua limpia para el sistema.* El agua del sistema

necesita ser libre de cloro, y como la mayoría del agua potable en ciudades presenta grandes cantidades, se recomienda el uso de un filtro de cloro para llave y así poder llenar las tinas directamente con esa agua. Este tipo de filtro, generalmente se instala entre la tubería de paso del agua y la salida de la misma. Este tipo de filtros elimina exceso de cloro, metales pesados, cal y otros residuos.³⁹Un sistema libre de cloro permitirá el desarrollo a la colonia de bacterias nitrificantes y a los peces y a las plantas.

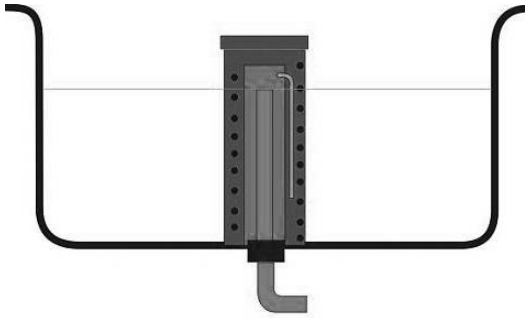
MEDIDOR DE ENCENDIDO (TIMER): *Elección entre medidor de encendido mecánico o eléctrico.* Los medidores mecánicos suelen tener un tiempo de 15 minutos en encendido y 45 en apagado, de modo que si se planea incluir uno de éstos en el conjunto, se deberá contar con una bomba que empuje al menos cuatro veces la cantidad de litros del tanque con peces para asegurar la circulación completa de agua en una hora. Los medidores eléctricos son programables hasta veinte veces al día para su encendido y apagado, los siete días de la semana; lo cual permite el uso de una bomba con menor potencia, que indique elevar al

menos un metro el agua, y aun así lograr la circulación completa del agua.⁴⁰

AUTOSIFÓN: *Calcular adecuadamente la altura del autosifón.* La función de este elemento es la de generar un tope para el nivel máximo del agua en tinas de cultivo vegetal y como llave de succión para el drenado rápido, una vez alcanzado el nivel requerido. El autosifón opera de la siguiente manera: el agua sube de nivel lentamente en las camas de cultivo y cuando alcanza la altura máxima deseada, se introduce dentro de un tubo del sifón, esto genera un área de baja presión o vacío en el interior, desencadenando la acción de sifón; gracias a esta acción, el agua se vacía rápidamente desde la cama de cultivo hacia el depósito o tanque de peces, hasta que se drena por completo y se pierde la baja presión, en ese momento se detiene el proceso. Dado que la bomba está siempre conectada y el temporizador programado para el encendido y apagado constante. El ciclo del autosifón se repetirá tantas veces el agua sea vertida sobre las tinas con plantas.

³⁹ Filtro de agua para grifo. (s.f.) Recuperado en septiembre de 2014 de:
<http://www.mundovital.es>

⁴⁰Bernstein, Sylvia (2011). Aquaponic Gardening, New Society Publishers. Pág. 114.



Esquema de un auto-sifón instalado al centro de un recipiente.

TUBERÍAS DE AIREACIÓN: *Asegurar la oxigenación del agua.* Las tuberías de aireación sirven para oxigenar o airear el agua con burbujas mediante la caída de líquido a través de varios orificios, ubicados en la salida de los autosifones de las tinas vegetales hacia el estanque de peces. Manteniendo oxigenada el agua aseguras la supervivencia de los peces. A continuación se especifican los requerimientos de oxígeno en ppm por cada especie de pez.

BOMBA: *Función de la bomba en el sistema.* La bomba propulsa el agua a través de todos los contenedores del conjunto, transportando los nitratos del estanque de peces a las tinas de plantas, posibilitando el ciclo del nitrógeno.

Bomba de agua sumergible o externa. La elección sobre un tipo de bomba dependerá de las especificaciones particulares de la pieza comercial, como la tasa de flujo que equivale a la cantidad de litros o galones que puede mover la bomba en una hora y la presión a la altura o la resistencia a la

cantidad de agua contenida en el tanque sobre el motor de la bomba; el flujo se reduce al incrementar el volumen de agua. En caso de elegir una bomba sumergible se necesitará mantenerla en todo momento sumergida, y así no quemar el motor y asegurar el riego constante de las finas de cultivo vegetal.

2.4 AGUA

Agua libre de cloro y con pH neutro. Para lograr el desarrollo de las bacterias en el sistema, se necesitará mantener el agua libre de cloro y con pH neutro o ligeramente ácido. Un pH neutro representa el punto medio entre ácido y básico, el número 7 en la escala de medición del pH; siendo 0 la escala más ácida y 14 la más básica o alcalina. Para llevar un conteo sobre las escalas, se requerirá un equipo sencillo de medición de pH por indicadores.

Frecuencia de medición de pH en agua de las tinas. Al comenzar un cultivo acuapónico se necesitará un control más frecuente sobre estos niveles, debido a que el sistema aún no encontrará el equilibrio que presenta un conjunto con peces produciendo cantidades estables de amoníaco, colonias de bacterias transformado los desechos y plantas usando los nitratos; con el paso del tiempo el conjunto entrará en balance y se requerirá menor control, sólo supervisión del desarrollo de los cultivos.

Compuestos que suben el pH. En caso de medir un nivel por debajo de 6.8, se podrá elevar el pH con los siguientes compuestos: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Hidróxido de calcio), K_2CO_3 (Carbonato potásico o Bicarbonato de potasio) o KOH (Hidróxido de potasio).

Compuestos que bajan el pH. Para bajar el pH se usa HNO_3 (Ácido Nítrico) o H_3PO_4 (Ácido fosfórico).

Niveles de oxígeno en agua. El agua debe permanecer oxigenada para asegurar el bienestar de los peces (6 partes por millón). Este tipo de medición equivale al oxígeno disuelto en el agua por partes por millón, que es el número de moléculas de oxígeno (O_2) por millón de moléculas totales en una muestra analizada. Se debe saber y tomar en cuenta que el agua fría retiene más oxígeno que la caliente, que el oxígeno se disuelve con más facilidad en bajas altitudes que en altas y que mientras la sal en el agua aumenta, el oxígeno disuelto disminuye.⁴¹

Resulta esencial cuidar el agua del sistema, mediante un control periódico de sus niveles de pH, oxígeno, nitritos y nitratos. El balance de éstos permitirá el sano desarrollo de los cultivos del sistema. El agua del sistema es el medio que permite el tránsito de los nutrientes a través de los distintos contenedores.

2.5 SUSTRATO

Función del sustrato. El sustrato hace las veces de tierra, proporciona un soporte a las plantas y permite el desarrollo de las raíces al generar sombra; a la vez de proporcionar un ambiente óptimo para el progreso de las bacterias.

El biofiltro. El sustrato más la colonia de bacterias nitrosomonas constituyen al filtro biológico del sistema o el biofiltro; sin este, el sistema colapsaría por un desequilibrio en el pH del agua.

Cualidades de los distintos sustratos. Algunos de los sustratos que pueden utilizarse en el sistema acuapónico son: grava o piedra volcánica, piedra de río y arcilla expandida (arcilla horneada, arlita).

- La grava por ser porosa genera un ambiente agradable que facilita el crecimiento de bacterias. En caso de seleccionar este material se necesitará verificar que no presente piedra caliza ni mármol, porque estos materiales suben el pH, poniendo en riesgo a los seres vivos vinculados (peces, plantas y bacterias).
- Las piedras de río mantienen el pH neutro pero tienen el inconveniente de ser muy pesadas.
- La arcilla expandida es ligera y proporciona un ambiente adecuado para el desarrollo de las bacterias, sin embargo es el material más caro de los tres sustratos.

⁴¹ Ibídem. Pág. 133.

Método para identificar piedra caliza. Para verificar si la grava contiene piedra caliza se puede colocar una muestra en un vaso con vinagre, si burbujea el contenido, quiere decir que efectivamente hay piedra caliza entre la grava.

Limpiar el sustrato antes de colocarlo dentro del sistema. No importa qué tipo de sustrato se use en el sistema, éste siempre se necesitará limpiar varias veces con agua, dejándolo secar entre cada lavada, antes de poder colocarlo dentro del sistema acuapónico. La limpieza se recomienda para evitar afectar el pH o enturbiar el agua. Se recomienda hacer la limpieza del sustrato sobre una malla por la cual se puedan drenar polvo y agua, y facilite la repetición del procedimiento.

Las zonas del sustrato. El sustrato de la(s) cama(s) de cultivo de vegetales se divide en tres zonas: La zona uno, también conocida como la superficie o la zona seca, la componen los primeros 5 cm de medio y es la zona que recibe la mayor cantidad de luz. Esta zona minimiza la evaporación del agua. La zona dos o la zona de las raíces, es en donde crece la mayor parte de raíces, de aproximadamente 15 a 20 cm de profundidad. Esta parte se queda sin agua en el proceso de drenado en las tinas, entregando eficazmente oxígeno a las plantas, raíces y bacterias. Es importante calcular un inundado próximo de la tina para asegurar la humedad de las raíces. La zona tres la componen los últimos 5 cm de la cama de cultivo, los más profundos, aquí se

concentran los sólidos de los peces, que se desintegran tras varios ciclados.

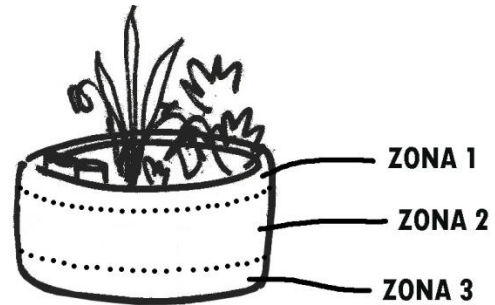


Diagrama de zonas dentro del sustrato.

2.6 PECES

Elección de tipo de pez. Se puede elegir entre dos tipos de peces para habitar dentro del sistema, los primeros son los peces comestibles de agua dulce, como algunas mojarras, truchas o corvinas, la segunda opción es la de cultivar peces de ornato de agua dulce.

Investigar la temperatura promedio del lugar donde se quiera criar a los peces. La temperatura del lugar, determinará las especies de peces que se puedan criar, por esto es importante conocer temperaturas mínimas, máximas y medias del lugar, previo a la decisión sobre la especie, y así elegir un pez que viva bien en las condiciones naturales del lugar.

Cuándo se necesita implementar un calentador. En el caso de elegir un pez que requiera agua más templada, se deberá implementar un calentador de agua.

Decisión que implicará un gasto adicional de electricidad.

Especie de pez determina lugar de crianza/ Lugar para la crianza determina tipo de pez. El tipo de pez que se elija determinará el lugar en donde se deba o pueda colocar el sistema por la temperatura, luz y espacio que requiera la especie, o al revés, el lugar en donde se pueda o plantee colocar el sistema dará las pautas para determinar el tipo de pez a elegir.

Litros en tanque por pez. La equivalencia para determinar la cantidad de peces que pueda mantener un tanque es la siguiente:

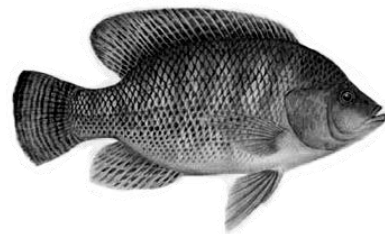
- 500 gr de pez por cada 15 - 40 litros de agua en pecera.
- Un pez por cada 15 – 40 litros de agua en pecera.

Cada tipo de pez requiere de un espacio mínimo para desarrollarse sano y al tamaño que generalmente crece su especie; por eso marque amplios rangos entre los litros que requiere cada pez. Especies como la tilapia o mojarra tienen la capacidad de crecer en espacios muy reducidos, de hasta 15 litros por pez.

A continuación describo las especies de peces más usadas en los cultivos acuapónicos:

Tilapia rendalli (Cichlidae), es un pez proveniente de África y está representado por cerca de 100 especies, la mayoría de las

cuales se encuentran en África y algunas en Asia menor. Muchas especies han sido introducidas en distintas partes del mundo, en agua dulce y salobre. Los cíclidos viven en aguas estancadas o inactivas, razón por la cual no requieren de niveles altos de oxígeno y alcanzan los 250 gr de peso y 25 cm de largo en aproximadamente 8 meses. El crecimiento varía con la temperatura, cesa cuando ésta baja a menos de 18° C. Resiste fluctuaciones en el pH y puede desarrollarse aunque no cuente con mucho espacio. La tilapia es un pez omnívoro.⁴²



La tilapia requieren 30 litros de agua para alcanzar 1kg de peso, con estos datos se podrá establecer el tamaño de la pecera y el número de peces que podrá sostener la misma.⁴³

30 L de agua en pecera = 1kg de tilapia

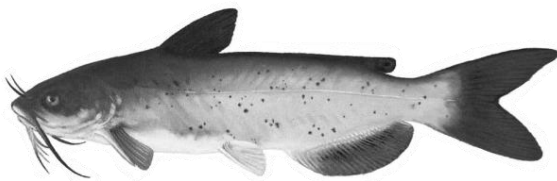
⁴² Morales Díaz, Armando. 1991. La Tilapia en México. AGT Editor. México.

⁴³ Bernstein, Sylvia. (2011). Aquaponic Gardening, New Society Publishers. Pág. 94.

Silurus glanis, bagre (Siluridae), también conocido como pez gato, resulta un pez perfecto para cultivar de modo intensivo o en policultivo ya que resiste muchas enfermedades y sus demandas de oxígeno y temperatura son similares a las de las carpas (10°C o menos, hasta 26°C o más). El pez gato tiene un apetito insaciable y crece bastante rápido. Estos siluros se alimentan de todos los organismos del estanque que otros peces no utilizan (insectos acuáticos largos, renacuajos, peces enfermos, etc.), sólo buscará comer peces cuando no pueda satisfacer su apetito con otra comida.⁴⁴

Representa problemática su introducción a ecosistemas ajenos, ya que se trata de un pez invasivo y depredador de especies más pequeñas.

19 L de agua en tanque permiten crecer 3cm al bagre; por lo tanto, 110 L permitirán crecer 18cm al pez.⁴⁵



⁴⁴ Harvath, Lászlo; Tamás, Gizella; Seagrave, Chris. 1992. Carp and Pond Fish Culture. Fishing News Books.

⁴⁵ Cómo cuidar de un bagre cabeza de toro.(s.f.). Recuperado en febrero de 2015 de: <http://es.wikihow.com/cuidar-de-un-bagre-cabeza-de-toro>

110 L en estanque = 18 cm de bagre

Se han encontrado desperdicios inorgánicos dentro de sus estómagos como recipientes plásticos o textiles sintéticos, resultando peligroso el consumo de su carne.

Pez dorado (Cyprinidae), la amplia gama de peces goldfish, peces dorados, provienen de un mismo ancestro, la carpa china o carpa dorada (*Carassius auratus*) y la variedad roja (dorada) surge a través de miles de años de selección.

Recientemente surgen diversas formas debido a mutaciones.

Los machos alcanzan su madurez sexual al año de vida y las hembras después de dos años en temperaturas bajas y en uno si habitan aguas templadas.

Este tipo de pez soporta un amplio rango de temperaturas, desde 0°C a 30°C, siempre y cuando los cambios sean graduales. La temperatura óptima para su desarrollo es de 20°C.

La alimentación de los goldfish es variada, comen desde invertebrados y animales pequeños, hasta semillas y desperdicios orgánicos. En ambientes artificiales, sus nutrientes más comunes son el arroz hervido, guisantes, larvas de mosquito, daphnia y

alimentos granulados de alto nivel nutricional o pellets.⁴⁶

A pesar de ser pequeño, el pez dorado requiere de 40 litros de agua para desarrollarse óptimamente y no llenar a niveles tóxicos de amoníaco la pecera donde habita.⁴⁷

40 L en estanque = 1 goldfish



Koi (Cyprinidae), o carpas coloridas son variedades domésticas de la especie silvestre llamada *Cyprinus carpio*. Hay alrededor de 35 linajes o cepas domesticadas de carpa común en Europa. Muchas cepas son mantenidas en China. La carpa común silvestre vive en las corrientes medias y bajas de los ríos, en áreas inundadas y en aguas confinadas poco profundas, tales como lagos, meandros lacunares y embalses de agua. Las carpas

son principalmente habitantes del fondo, pero buscan alimento en las capas media y superior del cuerpo de agua.⁴⁸

El mejor crecimiento se obtiene cuando la temperatura del agua está en el intervalo de 23°C y 30 °C. Los peces pueden sobrevivir períodos de inviernos fríos. Salinidades de 5%. El pH puede variar de 6.5-9.0, la especie puede sobrevivir bajas concentraciones de oxígeno (0,3-0,5 mg/litro) o en ambientes saturados. Las carpas son omnívoras, con una gran tendencia hacia el consumo de alimento animal, tal como insectos acuáticos, larvas de insectos, gusanos, moluscos y zooplancton. El consumo de zooplancton es dominante en estanques de peces donde la densidad de siembra es alta. Adicionalmente, la carpa consume los tallos, hojas y semillas de plantas acuáticas y terrestres, etc. El cultivo de carpa en estanques se facilita ya que acepta cereales en su dieta. El crecimiento diario de la carpa alcanza del 2 a 4 por ciento del peso corporal; pueden alcanzar 0,6 a 1,0 kg de peso corporal dentro de una estación, en los estanques de cría de peces en policultivo en áreas tropicales/subtropicales.⁴⁹

⁴⁶ Harvath, Lászlo; Támas, Gizella; Seagrave, Chris. 1992. Carp and Pond Fish Culture. Fishing News Book.

⁴⁷ Cuántos litros requiere un pez dorado. Recuperado en febrero de 2015 de: http://www.ehowenespanol.com/cuantos-peces-dorados-caber-tanque-10-galones-378-l-hechos_118631/

⁴⁸ Programa de información de especies acuáticas, *Cyprinus carpio* (Lynaeus, 1758). FAO Pesca y Acuicultura. 2002. (Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cyprinus_carpio/es). Consultado el: 28/07/2014.

⁴⁹ *Ibidem*.



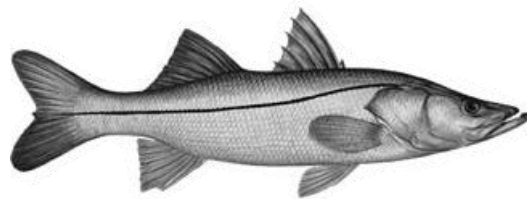
Descritas las especies más criadas en acuaponía, presento otras que representan un porcentaje importante del total de producción piscícola en el país. A pesar de contemplar especies eurihalinas, está comprobado su óptimo cultivo en agua dulce; lo cual valida su introducción en el sistema acuapónico.

Róbalo, tanto el robalo prieto (*Centropomus nigrescens*) como el blanco (*Centropomus undecimalis*), son especies eurihalinas con una marcada tendencia a alimentarse y crecer en cuerpos de agua de baja salinidad. Su distribución y abundancia parece estar en estrecha relación con la presencia de lagunas costeras y estuarios, en los que las fluctuaciones de salinidad son notables (Chávez, 1963).

Es una especie carnívora muy voraz. Se nutre principalmente de peces y crustáceos.

Resistentes a condiciones ambientales adversas. Sobreviven en aguas de baja calidad y alta turbidez, con niveles de oxígeno disuelto por debajo de 1.0 mg/L (Della Patrona, 1988).

Por sus cualidades biológicas se pueden cultivar tanto en aguas marinas como en dulces.⁵⁰



Mojarras, cíclidos nativos de México como la tenguayca (*Petenia splendida*) y la castarrica (*Cichlosoma urophthalmus*), se describen como peces dulciacuícolas, primordialmente ictiófagos⁵¹, aunque también se han detectado restos vegetales, materia orgánica y restos de insectos al analizar su contenido estomacal. Para su óptimo cultivo requieren temperaturas entre 28°C y 30°C, un pH de 7 - 7.5.⁵²

La tenguayca alcanza una talla de 40 cm de longitud y aproximadamente 600 g de

⁵⁰ Escárcega Rodríguez, Sergio. "Aclimatación al cautiverio del robalo prieto, *Centropomus nigrescens* (Gunther, 1864), en estanquería rústica en la costa de Michoacán, México". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, INIRENA, Maestría en Ciencias en Limnología y Acuicultura, 2010.

⁵¹ Ictiófagos: que se alimenta de peces.

⁵² Álvarez González, Carlos, Márquez Couturier, Gabriel, Ramírez Martínez, Carlos y Jesús Ramírez, Fidel. 2011. Manual para el cultivo de mojarra nativas, Tenguayca (*Petenia splendida*) y Castarrica (*Cichlasoma urophthalmus*). México.

peso corporal. Su distribución abarca la cuenca del río Usumacinta en Chiapas y Tabasco, el río Papaloapan en el sur de Veracruz, el río Grijalva en Tabasco y lagunas interiores asociadas a la laguna de Términos de Campeche. También ha sido encontrada en cenotes de Yucatán y Quintana Roo, alcanzando el río Hondo en Belice.



La mojarra *castarrica* alcanza más de 30 cm de longitud y más de 400 g de peso; distribuyéndose desde el sureste de México, en la porción media del estado de Veracruz, norte de Oaxaca, Tabasco, Campeche, Yucatán, ríos de Quintana Roo, hasta Centroamérica en Belice, Guatemala, Honduras y Nicaragua.⁵³



Trucha arco iris, (*Oncorhynchus mykiss*). Es un salmónido que habita en las aguas frías,

⁵³ *Ibidem*.

claras, muy oxigenadas en lagos y arroyos a gran altitud (superior a 1500 m.s.n.m.) cuyas temperaturas en los meses más cálidos no rebasen los 21°C. Es originaria de la vertiente del Pacífico de América del Norte desde Alaska hasta el Norte de México, en donde abarca corrientes de aguas frías y cristalinas de las zonas montañosas, valles y depresiones más altas de los estados de Baja California, Sinaloa, Sonora, Chihuahua. Como resultado de los programas de siembra y repoblación llevados a cabo por diversas dependencias, su actual distribución abarca zonas templadas y frías de los estados de Coahuila, Tamaulipas, Jalisco, Hidalgo, Morelos, Puebla, Guanajuato, Michoacán, Veracruz, Nuevo León, Oaxaca y el Edo. de México.⁵⁴

La trucha arco iris es una especie carnívora entomófaga, ligeramente ictiófaga, las crías de trucha son zooplanctófagas, consumen cladóceros y copépodos al pasar a la etapa juvenil o adulta complementan su alimentación con crustáceos, moluscos, lombrices, ajolotes, etc., la trucha arco iris en sistema de cultivo intensivo, consume alimentos balanceados, ricos en proteínas.⁵⁵

⁵⁴ Ortega, J. 2000. Manejo y alternativas de desarrollo para el cultivo de la trucha arco iris. SEDAP. México. P.p. 5-20.

⁵⁵ Zamora, S., Blanco, M. 1986. Diagnóstico de estado actual de la trucha arco iris de México. México, D.F. P.p. 26-36.

La temperatura óptima para los salmónidos no debe exceder los 20°C, lo que limita los lugares de implantación posibles.

Los niveles mínimos de concentración de oxígeno que tolera son entre 5.5 mg/L, y de 7.0 mg/L.⁵⁶



Las particularidades de cada pez determinarán si su crianza es factible o no dentro del sistema.

En caso de seleccionar una especie ictiófaga o carnívora, se tendrá que tener especial cuidado con los ejemplares más pequeños y conseguirles suficiente alimento en pellets para que no depreden a los más pequeños. Si se elige criar peces herbívoros, existirá la posibilidad de cultivar su alimento dentro del sistema acuapónico.

A continuación enlisto tres alimentos que se pueden cultivar en el sistema:

- Lenteja de agua (*Lemna minor*), planta acuática de rápido crecimiento, que duplica su tamaño en un día. Las

⁵⁶ Pozos Vázquez, Antonio de Jesús. "Propuesta de construcción de estanquería para el cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el municipio de Miahuatlán, Veracruz". 2010. Universidad Veracruzana, Facultad de Biología.

condiciones óptimas son temperatura cálida y excremento de peces con amoníaco.

- Gusanos de tierra que los peces comen bastante bien aunque será un reto producir en gran cantidad para alimentarlos diariamente.
- Larvas de mosca negra soldado que pueden cultivarse en composteros a temperatura cálida y humedad media-alta y acaban con grasas de los depósitos composteros, hechos a base de desperdicios de pescado, carne y material poco descompuesto, que los gusanos de tierra no tocan.⁵⁷

Decidir crecer tanto lentejas con la ayuda del caldo acuapónico como gusanos y larvas de moscas en un compostero contiguo facilita y reafirma el carácter autosustentable del sistema que se pretende lograr.

En caso de decidir sostener a los peces con alimento comercial, es importante saber que éstos alimentos se dividen en dos grupos principales que se distinguirán por el porcentaje proteico que brinden, para especies omnívoras y para especies carnívoras, encontrándolas en presentación de pequeños comprimidos o en delgadas obleas.

⁵⁷ Bernstein, Sylvia. (2011). *Aquaponic Gardening*, New Society Publishers. Pág.162.

Métodos para alimentar peces. Una técnica recomendada para alimentar a los peces consiste en esparcir su alimento sobre la superficie de la pecera y esperar cinco minutos, pasado este tiempo recolectar los sobrantes de comida con una red; se recomienda levantar los sobrantes porque muy probablemente no comerán el resto y evitarás acumulación de sólidos en el sistema. Esta técnica funciona mientras distingues la dosis exacta que consumen los peces del sistema.

Método de pesca. A continuación se describe por pasos un método de pesca y limpieza de pez para el consumo propio.

1. Elegir a un pez que consideres de buen tamaño para su consumo.
2. Pescarlo con una red tipo raqueta.
3. Separarlo del tanque común y dejar de alimentarlo durante dos días, en caso de que su alimento consista en croquetas u obleas, con el fin que su carne pierda el sabor del alimento.
4. Para sacrificar al pez habrá que introducirlo en un contenedor con agua fría y hielos, al corto tiempo el pez se asfixiará y dejará de respirar.
5. Una vez muerto el pez, en caso de contar con escamas, se deberá descamar con un cuchillo liso y con buen filo. Para hacerlo se recomienda presionar su cabeza a

la mesa de trabajo y pasar el cuchillo en dirección contraria a las escamas, sin mucha presión se irán desprendiendo todas las escamas.

6. Posteriormente se moja al pescado para quitarle cualquier resto de escama y limpiar la carne; se recomienda no mojar con mucha presión la carne para no dañarla.
7. El siguiente paso consistirá en remover las vísceras del pescado introduciendo un cuchillo con buen filo al inferior de la cola, por el ano, hasta la cabeza, luego introducir la mano o algunos dedos para extraer el interior.
8. Limpiar con agua la cavidad y el pescado estará listo para cocinarse.

2.7 PLANTAS Y BACTERIAS

Los vegetales representarán la segunda sección de cultivo y la parte más productiva del sistema, después del trabajo que realizan las bacterias nitrificantes.

Lograr el ciclado completo del agua. Al hablar de “ciclado completo del agua” en el sistema acuapónico, significa cuando las bacterias heterótrofas se encuentran estables y descomponen los residuos de los peces, el amoniaco, en nitritos, y posteriormente a nitratos. Los nitratos son asimilados por las plantas como nutrientes, los nitritos son tóxicos para ellas, por lo que

se debe mantener un control sobre su cantidad en el sistema.

Evitar el proceso de desnitrificación. Cuando se distinguen bastantes desechos sólidos, producidos por los peces, dentro de los tanques, ya sea en peceras o tinas de cultivo vegetal, habrá que removerlos para asegurar que el oxígeno fluya libremente a través del agua y por todo el sistema, de no hacerlo otras bacterias heterótrofas comenzarán a convertir los nitratos en amoníaco y en nitritos mediante un proceso que se conoce como *desasimilación* o *desnitrificación*, afectando la estabilidad del sistema.

La temperatura óptima para el crecimiento de bacterias nitrificantes es de 25° a 30°C. A los 18°C la reproducción desciende 50%, a los 4°C se detiene y bajo 0° C o arriba de 49°C las colonias mueren.⁵⁸ *

La temperatura del agua determinará el tipo de plantas que se podrán cultivar. Las lechugas y espinacas son de 13 a 17°C, mientras que los tomates, pimientos y las calabazas podrán crecer a 24°C.⁵⁹

⁵⁸ Ibídem. Pág. 185.

⁵⁹ Ibídem. Pág. 169.

* Para mantener un control sobre las cantidades de nitritos, nitratos y sobre el pH del agua, se recomienda el uso de “kits de medición” o pruebas de medición para acuario comerciales.

Crece plantas a partir de semillas es la opción más barata y reconfortante, ya que te permite ver el proceso completo de crecimiento, tienes la opción de sembrar semillas silvestres o nativas de la región que guardan en su genética resistencia al calor, a la salinidad, e incluso a determinadas plagas, cualidades obtenidas a través de años de crecer en la zona.

Otra alternativa para lograr los germinados de las semillas es mediante un recipiente externo, preparado con algodón, agrolita o en tierra para su posterior trasplante al sistema, una vez alcanzada una pulgada de estatura.

En cualquiera de los casos habrá que limpiar las raíces de la planta para no introducir otro tipo de sustrato que tape las tuberías o afecte al pH y a la colonia de bacterias del sistema.

La regla para determinar la profundidad del sembrado de semillas es de dos veces el tamaño de la semilla en profundidad hacia el sustrato (tierra, algodón o arcilla expandida).

Distancia entre los cultivos. En acuaponía, la distancia entre los distintos cultivos será de la mitad a la que se sembraría en un cultivo de tierra, ya que las plantas no necesitarán expandir tanto sus raíces para obtener nutrientes, lo que se debe considerar es el follaje que alcanzará la planta, pensar en dejar cierto espacio para que penetre luz

entre las plantas cultivadas y circule bien el aire entre ellas para evitar plagas.

DISTANCIA RECOMENDADA ENTRE CULTIVOS DE TIERRA:

PLANTAS DE HORTALIZA

lechuga	20cm	apio	30cm
zanahoria	8cm	col	45cm
tomates	30cm		
cebolla	15cm		
calabacín	50cm		

PLANTAS AROMÁTICAS

perejil	15cm
hierba buena	25cm
tomillo	15cm
orégano	15cm
albahaca	15cm

60

Métodos para acabar con plagas. Existen plagas que pueden atacar a las plantas del sistema y es importante acabar con ellas en cuanto se detecten. Uno de los métodos para acabar con estas es sacando la planta y sumergiéndola en el estanque de peces esperando que estos se coman los insectos, otra opción es rociar agua con un aspersor sobre las plantas para espantar a los insectos. Atrayendo insectos benéficos que depreden la plaga al sembrar plantas de olor como hinojo, cilantro o eneldo, y como último recurso se recomienda el uso de insecticidas o plaguicidas orgánicos pero

⁶⁰ Distancia entre cultivos.(18/3/2013)

Recuperado en febrero de 2015 de:

<http://ecohortum.com/huerto-en-casa-distancia-entre-cultivos/>

habrá que asegurarse de que mantengan estable el pH del sistema, de lo contrario pondrás en riesgo al sistema completo, incluidos peces y bacterias.

Relación mutualista pez-agua-plantas. El funcionamiento adecuado del sistema se sustenta en esta relación: la orina con amoníaco es desechada por los peces, transformada luego por bacterias en nitritos, y posteriormente en nitratos por otro tipo de bacterias.. El nitrato es un nutriente natural para las plantas. Esta transformación se da mediante el ciclo del nitrógeno.

2.8 ANÁLISIS

2.8.1 COMPETENCIA DIRECTA

Los productos descritos a continuación, comparten el mismo principio de funcionamiento que el del sistema acuapónico a diseñar, si se analizan sus características de mercado, funcionales, productivas, ergonómicas y estéticas, se obtendrán pautas para el nuevo diseño.

El análisis parte de la selección de once sistemas, que al analizarlos decido dividir en dos grupos: sistemas a pequeña escala (1, 2, 3, 4, 5 y 6), y sistemas a gran escala (7, 8, 9, 10 y 11).

Los ejemplos 1, 2 y 3 son del tipo pecera-maceta, propuestas impulsadas por Duende

Studio⁶¹, galería ubicada en París, que a través de una invitación dirigida a Mathieur Lehanneur, Benjamin Graindorge y Eric Jourdan resuelven los estos prototipos.

El sistema 1 adapta el diseño de una pecera común, rectangular y de vidrio, pero usando vidrios de colores, en la tapa superior instala macetas de vidrio soplado que conecta al recipiente-pecera inferior. El producto final resulta muy limpio, pero dudo que hayan considerado el drenado del agua hacia la tina de peces.



El sistema 2 consta de dos recipientes modulares que mantienen a un pez y a una planta. La interacción entre los contenedores es directa, razón por la cual las raíces de la planta estarán siempre húmedas, limitando

la especie de planta a cultivar, ya que no todas las plantas son acuáticas.



El ejemplo 3 se compone por tres piezas, pecera, maceta y recipiente contenedor de bomba. El acomodo de estos tres elementos facilita el proceso de oxigenación del agua, ya que el agua cae en forma de cascada sobre la pecera. Este sistema es completamente funcional y a una escala muy pequeña.



El producto 4 resuelve el sistema a partir del ícono de una maceta, usando el inferior como pecera y en la parte superior coloca el cultivo vegetal, dividido en varios recipientes. Este es otro ejemplo de un

⁶¹ Domestic Ponds. 2010. Recuperado en noviembre de 2012 de: <https://duendepressrelations.wordpress.com>

sistema completamente funcional y a pequeña escala.



4

El ejemplo 5 está resuelto en vidrio y presenta mayor capacidad que los ejercicios analizados anteriormente. La pecera es rectangular, de aproximadamente 150 litros de capacidad, en la parte superior, sobre la tapa, hay dos recipiente de vidrio soplado en forma de capelos que permiten el cultivo de una planta en su interior. El sistema resuelve tanto una función estética y de ornato, como una función práctica, porque obtienes alimentos.



5

El objeto 6 es un ejercicio práctico-experimental del sistema de cultivo acuapónico. El mueble y los recipientes que lo componen son improvisados, como la mayoría de los ejemplos localizados en internet. Un mueble de cocina hace las veces de soporte para las tinas de cultivo, una pecera común alimenta dos recipientes plásticos con plantas en la parte superior. A pesar de no ser un producto industrial, resuelve perfectamente las conexiones necesarias para el funcionamiento acuapónico.



6

Los ejemplos que describo a continuación son cultivos a mediana o gran escala con posibilidades a ampliar sus capacidades de cultivo. Estos ejercicios resuelven demandas sociales y ambientales, al comprometerse con cultivos tanto de peces como de plantas de consumo humano.

El contenedor 7 es un proyecto de *Efficient City Farming*⁶², empresa alemana que

⁶² Containerfarm (s.f.) Recuperado en noviembre de 2012 de: <http://www.ecf-farmsystems.com>

propone un sistema acuapónico contenido dentro de un contenedor, a nivel de piso, y un invernadero en la parte superior del contenedor. El invernadero consiste en una estructura metálica recubierta con material plástico; estas láminas traslúcidas permiten la iluminación del interior y aportan protección en los meses fríos.

Esta empresa ofrece asesorías sobre el funcionamiento del sistema acuapónico y ofrece la implementación del contenedor de cultivo.



7

El ejemplo 8 es un sistema resuelto con barriles plásticos, uno contiene a los peces al inferior, y el otro abierto y en la parte superior, contiene distribuidas a las plantas en un sustrato de piedras de río. Los barriles de cultivo, a su vez están contenidos y soportados a una estructura de polines de madera. Las conexiones del sistema son tubos rígidos de PVC y llaves a diferentes alturas que permiten regular el goteo del agua. Como objeto adicional, este sistema contempla el cultivo de plantas enredadera

y presenta una guía de varilla que brinda soporte a éste tipo de cultivos.



8

El sistema número 9 consta de dos tinas plásticas con base circular de gran capacidad e hileras de tubos de PVC para los cultivos vegetales. Entre los cultivos hay instalada una red para evitar que caigan basuras dentro o salten los peces fuera del contenedor. El funcionamiento de este sistema es parecido a la hidroponía, ya que las plántulas son regadas por goteo periódico y se caracterizan por no brindar sustrato a las raíces de las plantas. Este sistema contempla el uso de una tubería de drenado en caso de que el nivel del agua incremente demasiado en temporada de lluvias o haya algún problema en los niveles de amoníaco del líquido.



9

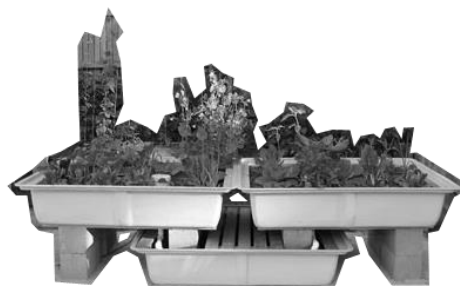
El ejemplo 10 remite a las paredes verdes por su disposición vertical. Consta de una pecera montada en una estructura de perfil metálico, parecida a un librero, y recipientes plásticos colocados a diferentes niveles en la parte superior. La distribución de los distintos elementos hace práctico el uso del sistema, las macetas o recipientes contenedores de vegetales se encuentran a una distancia cómoda para el usuario y el cuidado de la pecera inferior permite manipulación.



10

El sistema 11 está formado por tres recipientes plásticos, parecieran fabricados en fibra de vidrio. La capacidad de los diferentes contenedores parece la misma, de aproximadamente 100 litros. La tina para peces ubicada al inferior tiene una rejilla de madera para impedir la entrada de hojas y que salten los peces fuera del contenedor. En la parte superior, detenidas por bloques de concreto, están instaladas dos tinas para el cultivo de plantas con sustrato de arcilla expandida. Las tinas con

vegetales son goteadas cada determinado tiempo con el agua-fertilizante que proporcionan los peces.



11

Diagrama que presenta los sistemas acuapónicos analizados y la división entre ejercicios a pequeña escala y a gran escala.



CULTIVOS A PEQUEÑA ESCALA

Sistemas tipo pecera-maceta que sirven para un propósito ornamental y de enseñanza

CULTIVOS A MEDIANA Y GRAN ESCALA

Ejercicios del sistema acuapónico con capacidad de expansión. Sistemas que pretenden cierto grado de sustento alimenticio para sus usuarios.



2.8.1.1 TABLA COMPARATIVA

		1	2	3	4	
SISTEMA DE CULTIVO	PECERA	MATERIAL	VIDRIO	CERÁMICA	VIDRIO	ACRÍLICO
		CAPACIDAD	20-30 L.	5 L.	5-10 L.	5-10 L.
		PRODUCCIÓN	LÁMINAS DE VIDRIO PEGADAS CON SILICÓN	VACIADO EN MOLDE DE YESO	VIDRIO SOPLADO SOBRE MOLDE METÁLICO	LÁMINAS DE ACRÍLICO, DOBLADAS Y PEGADAS
		PIEZA	BAJA PRODUCCIÓN	BAJA PRODUCCIÓN	BAJA PRODUCCIÓN	BAJA PRODUCCIÓN
		TIPO DE PECES	ORNATO	ORNATO	ORNATO	ORNATO
		AGUA	DULCE	DULCE	DULCE	DULCE
SISTEMA DE CULTIVO	MACETA	MATERIAL	VIDRIO	CERÁMICA	CERÁMICA	POLIETILENO
		CAPACIDAD	UNA PLANTA POR CONTENEDOR	UNA PLANTA	UNA PLANTA	UNA PLANTA POR CONTENEDOR
		PRODUCCIÓN	VIDRIO SOPLADO EN MOLDE METÁLICO	VACIADO EN MOLDE DE YESO	VACIADO EN MOLDE DE YESO	POLIETILENO INYECTADO
		PIEZA	BAJA PRODUCCIÓN	BAJA PRODUCCIÓN	BAJA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN
		TIPO DE PLANTA	PLANTA DE ORNATO	HELECHO	PLANTA DE ORNATO	ESPECIES DE CONSUMO
		SUSTRATO	ARCILLA EXPANDIDA	ARCILLA EXPANDIDA	ARCILLA EXPANDIDA	ARCILLA EXPANDIDA
SISTEMA DE CULTIVO	CONEXIONES	PECERA-MACETA	MANGUERA DE PVC FLEXIBLE	MANGUERA DE PVC FLEXIBLE	MANGUERA DE PVC FLEXIBLE	MANGUERA DE PVC FLEXIBLE
		BOMBA	BOMBA DE AIRE	CABEZA DE PODER	CABEZA DE PODER	BOMBA DE AIRE
		LLAVES	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY
SISTEMA DE CULTIVO	ESPACIO	DISTRIBUCIÓN SISTEMA	VERTICAL	HORIZONTAL	HORIZONTAL	VERTICAL
		MATERIAL ESTRUCTURA	SIN ESTRUCTURA	SIN ESTRUCTURA	SIN ESTRUCTURA	SIN ESTRUCTURA
		PIEZA	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY



5	6	7	8	9	10	11
VIDRIO	VIDRIO	POLIETILENO	POLIETILENO	POLIETILENO	VIDRIO	FIBRA DE VIDRIO
40-60 L.	30-40 L.	100-400 L.	60-100 L.	600 L.	50 L.	100-200 L.
LÁMINAS DE VIDRIO PEGADAS CON SILICÓN	LÁMINAS DE VIDRIO Y ESTRUCTURA DE POLIETILENO	POLIETILENO INYECTADO	POLIETILENO INYECTADO	POLIETILENO ROTOMOLDEADO	LÁMINAS DE VIDRIO Y ESTRUCTURA DE POLIETILENO	FIBRA DE VIDRIO APLICADA EN MOLDE
BAJA PRODUCCIÓN	BAJA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN
PECES DE CONSUMO	ORNATO	PECES DE CONSUMO	PECES DE CONSUMO	PECES DE CONSUMO	ORNATO	PECES DE CONSUMO
DULCE	DULCE	DULCE	DULCE	DULCE	DULCE	DULCE

VIDRIO	POLIETILENO	TUBOS DE PVC	POLIETILENO	PVC TUBULAR	POLIETILENO	POLIETILENO
UNA PLANTA POR CONTENEDOR	UNA PLANTA POR CONTENEDOR	VARIAS PLANTAS	VARIAS PLANTAS	VARIAS PLANTAS	UNA PLANTA POR CONTENEDOR	VARIAS PLANTAS
VIDRIO SOPLADO Y CORTADO CON DIAMANTE	POLIETILENO INYECTADO	PVC EXTRUIDO	POLIETILENO ROTOMOLDEADO	PVC EXTRUIDO	POLIETILENO INYECTADO	FIBRA DE VIDRIO APLICADA EN MOLDE
BAJA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN
PLANTAS COMESTIBLES	ESPECIES DE CONSUMO	PLANTAS COMESTIBLES	PLANTAS COMESTIBLES	PLANTAS COMESTIBLES	PLANTAS COMESTIBLES	PLANTAS COMESTIBLES
MEZCLA DE TIERRA	ARCILLA EXPANDIDA	SIN SUSTRATO	TEZONTLE	SIN SUSTRATO	ARCILLA EXPANDIDA	ARCILLA EXPANDIDA

MANGUERA DE PVC FLEXIBLE	MANGUERA DE PVC FLEXIBLE	EXTRUSIONES DE PVC FLEXIBLES Y RÍGIDAS	TUBERÍAS Y CODOS DE PVC	TUBERÍAS Y CODOS DE PVC	MANGUERA DE PVC FLEXIBLE	EXTRUSIONES DE PVC FLEXIBLES Y RÍGIDAS
BOMBA DE AIRE	BOMBA DE AIRE	BOMBA IMPULSADA POR BIOGENERADOR	BOMBA DE AIRE	BOMBA DE AIRE	BOMBA DE AIRE	BOMBA DE AIRE
NO HAY	NO HAY	PIEZAS COMERCIALES	PIEZAS COMERCIALES	PIEZAS COMERCIALES	NO HAY	NO HAY

VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	HORIZONTAL	VERTICAL	VERTICAL
SIN ESTRUCTURA	MADERA MACIZA, PINO	CONTENEDORES METÁLICOS, PERFILES Y ACRÍLICO	POLINES DE MADERA, PINO	SIN ESTRUCTURA	PERFILES DE ACERO	TABIQUES DE CEMENTO
NO HAY	BAJA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN	BAJA PRODUCCIÓN	NO HAY	ALTA PRODUCCIÓN	ALTA PRODUCCIÓN



2.8.2 COMPETENCIA INDIRECTA

Dentro de la competencia indirecta se encuentran los sistemas o iniciativas de carácter sostenible en las ciudades, tales como las azoteas verdes, las paredes verdes y los cultivos hidropónicos.

Estas iniciativas están surgiendo con mucho impulso, sobre todo en las ciudades grandes con la finalidad de reducir el calentamiento generado por los autos y la industria, y en general para mejorar la calidad de vida de la población urbana.

La función de la vegetación tanto en techos como paredes es de aislante. Aislante térmico, acústico e incluso contra agentes contaminantes. Los techos y paredes verdes regulan el clima al interior de las casas, si hace frío afuera guardan el calor generado por los habitantes y si hace calor afuera refrescan el espacio. La vegetación en ciudades tiene la capacidad de absorber gases contaminantes y funciona como filtro de partículas nocivas, también reduce el calor acumulado en el pavimento característica que consecuentemente disminuye el efecto invernadero.

Los ejercicios que consideran el cultivo de plantas de hortaliza son los casos más aproximados al sistema acuapónico, ya que de igual forma, exigen un compromiso por parte del usuario con el cultivo, y que esto derive en una acción crítica con su comunidad y el medioambiente.

2.8.2.1 AZOTEAS VERDES

Los techos verdes se dividen en dos grandes grupos; de verdeado intensivo, requieren una capa de sustrato de más de 30cm de profundidad y cuidados constantes como el agregado de nutrientes y riego periódicamente. Los verdeados intensivos abarcan el cultivo de plantas vivaces⁶³, plantas leñosas⁶⁴ y superficies de pasto. Este tipo de vegetación en techos sólo se puede realizar en superficies planas debido a la cantidad de tierra y tipo de plantas que mantendrá. Y de verdeado extensivo que se puede lograr con sustrato de apenas 15cm de profundidad y techos inclinados de hasta 45°. Este tipo de verdeado no requiere cuidados constantes, sólo la planeación y construcción adecuada desde un principio. Determinando el espacio de plantación se deja a libre crecimiento, por lo que se recomienda pensar en vegetación silvestre; musgos, suculentas, hierbas y pastos de diferente composición, que sobrevivan a todas las estaciones del año e inclusive se recuperen de las heladas (plantas vivaces o perennes).⁶⁵

⁶³ Plantas vivaces: plantas herbáceas, que cuando llega el frío del invierno se secan sus tallos y hojas pero sus raíces siguen vivas bajo tierra y en primavera, vuelven a brotar.

⁶⁴ Planta leñosa: es una planta que produce la madera como su tejido estructural. generalmente o son árboles, arbustos, cactus, o trepadoras perennes.

⁶⁵ MINKE, GERNOT.2014. Techos verdes. Editorial Fin de Siglo.



2.8.2.2 PAREDES VERDES

Las paredes verdes cumplen las mismas funciones que las azoteas con vegetación; como aislantes térmicos, acústicos, como filtros de contaminación o de gases nocivos y con una finalidad estética, de ornato. Se instalan por métodos similares a los techos verdes, sin embargo el punto decisivo en la elección entre uno y otro será el espacio con que se cuente para la implementación de la vegetación.

Para establecer vegetación en paredes es necesario observar la cantidad de luz y la dirección en que llega al espacio en donde se planea instalar, y así elegir plantas que crezcan sanas y un tipo de riego que asegure su progreso.

La vegetación sobre paredes requiere un sustrato de tela o fibra para poder anclarse a la superficie, absorber líquidos continuamente y permanecer hidratada, una capa aislante entre la pared del edificio y el sustrato de las plantas, canaletas que reciban y distribuyan el agua de riego y algún sistema que facilite la recirculación del agua sobre toda el área de pared con vegetación, como una bomba y elementos para gotear el líquido.

Como el sustrato líquido carecerá de nutrientes propios del suelo, se deberán adquirir nutrientes preparados y agregarlos a la cisterna o tanque que abastece al sistema recirculatorio.



2.8.2.3 CULTIVOS HIDROPÓNICOS

La hidroponía se caracteriza por no requerir del suelo como sostén, por lo que representa una alternativa en los lugares en donde el suelo ha sido muy degradado o que presenta deficiencias tanto físicas como químicas, y además permite hacer un uso

más eficaz del agua. Se caracteriza por abastecer el agua y los nutrientes de manera controlada y de proporcionar a las plantas los elementos nutritivos en las concentraciones más adecuadas, a través de una solución de elementos minerales esenciales.⁶⁶

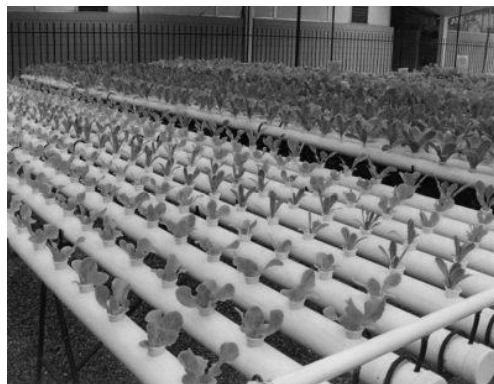
En la hidroponía se utilizan sustratos inertes diferentes al suelo a los que se les adiciona en forma constante una solución nutritiva, preparada a partir de fertilizantes comerciales; con esto se logra un medio que proporciona las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el desarrollo de los cultivos.⁶⁷

La adecuada implementación de la hidroponía puede implicar ventajas muy importantes para los productores, ya que es posible obtener una mejor producción respecto a cultivar en suelo; sin embargo, como todo, también tiene sus inconvenientes y es que por sí sola no asegura obtener mejores resultados, por lo que se requiere

prestar mucha atención y cuidados al cultivo.⁶⁸

Los cultivos hidropónicos necesitarán de cuidados y vigilancia excesivos, a parte de un presupuesto alto para su mantenimiento ya que requieren de cambios totales de agua-sustrato debido a la acumulación de nutrientes agregados (llegando a niveles tóxicos en un promedio de dos a cuatro semanas) para que los vegetales se desarrollen saludablemente en un medio carente de nutrientes en estado puro.

Antes de implantar un sistema hidropónico es importante pensar en dónde desechar el agua con nutrientes sintetizados, ya que estos contaminan la tierra y en el caso de verterlos a una coladera o a registros pluviales será complicado separarlos del agua.



⁶⁶ Espinosa R., P. 2010. Hidroponía Rustica. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural.

⁶⁷ Velasco H., E.; Nieto A., R. 2006. Cultivo de Jitomate en Hidroponía e Invernadero. Segunda Edición. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

⁶⁸ Miranda V., I. 2004. Manejo de Cultivos Hidropónicos Bajo Invernadero. Serie de Publicaciones Agribot, Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

3.

PROPUESTA

3.1 PERFIL DE PRODUCTO

3.1.1 ASPECTOS GENERALES

3.1.2 CONTEXTO

3.1.3 USUARIOS

3.1.4 ASPECTOS FUNCIONALES

3.1.5 ASPECTOS ERGONÓMICOS

3.1.6 ASPECTOS ESTÉTICOS

3.1.7 PRODUCCIÓN

3.1.8 MERCADO

3.2 EXPLORACIÓN DE CONCEPTOS

3.2.1 BOCETAJE

3.2.2 MODELADO

3.3 EJERCICIO PRÁCTICO DE LA TÉCNICA Y EL SISTEMA ACUAPÓNICO DE CULTIVO

3.3.1 GRÁFICAS COMPARATIVAS

3.3.2 RESULTADOS DEL CULTIVO

3. PROPUESTA

3.1 PERFIL DE PRODUCTO

3.1.1 ASPECTOS GENERALES

El objetivo de este proyecto es el de diseñar un sistema de cultivo que se integre al tramado urbano y a las necesidades y posibilidades de los habitantes de la Ciudad de México.

El reto que presenta un proyecto como éste, por ser de carácter sostenible con intenciones a lograr cohesión social, es el de mantenerse congruente con sus propósitos iniciales e intentar resolver positivamente las diversas demandas que presenta el producto.

A través del vínculo con el sistema, se busca que el usuario experimente los ciclos de la naturaleza, así como el cultivo. A su vez, se espera que el objeto funcione como un elemento integrador del paisaje urbano inconexo, logrado a través del desborde de la vegetación sobre los edificios de la ciudad.

A continuación se presentan siete ideas que se esperan cumplir dentro del diseño del sistema acuapónico, con la finalidad de lograr los objetivos planteados en un inicio, y resolver un producto funcional tanto a nivel interno, como externo, en la ciudad.

1. Integración de elementos

2. Flexibilidad en acomodo

3. Capacidad de crecimiento

4. Movilidad

5. Capacidad de cultivo variante

6. Elemento integrador de espacios

7. Impulsar la cohesión social través de la actividad de cultivo

La proyección del sistema de cultivo, responderá antes que nada al carácter funcional, el entendimiento de este aspecto desplegará al ergonómico, al estético, al de producción, de distribución y de mercado.

El aspecto funcional determinará la configuración, distribución y localización del producto.

La relación entre los distintos elementos que intervienen sobre el diseño del sistema es el siguiente:



3.1.2 CONTEXTO

Como el sistema de cultivo se propone para un lugar en específico, la Ciudad de México, y esta presenta condiciones climáticas y poblacionales específicas, es importante una revisión de las mismas con el fin de ubicar objetivos comerciales y determinar cultivos que prosperen en el área.

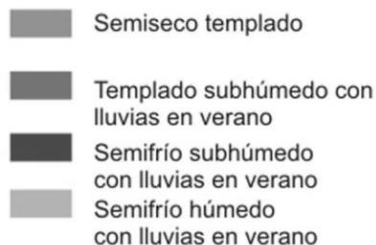
La Ciudad de México presenta en la mayor parte de su territorio un clima Templado subhúmedo en 87%, en el resto se encuentra clima Seco y semiseco en 7% y Templado húmedo en 6%.

La temperatura media anual es de 16°C. La temperatura más alta es mayor a 25°C y se presenta en los meses de marzo a mayo, la más baja es de 5°C, generalmente en el mes de enero.

En verano se presentan lluvias. La precipitación total anual es variable: en la región seca es de 600 mm y en la parte templada húmeda (Ajusco) es de 1200 mm anuales.

La zona urbana ocupa la mayor parte del territorio, pero hacia la parte sur y sureste se encuentran zonas agrícolas, principalmente de temporal, donde se cultiva maíz, frijol, avena y nopal entre

otras, siendo importantes también las hortalizas y la floricultura.⁶⁹



De acuerdo con el último censo poblacional presentado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) realizado en el 2010, la Ciudad de México cuenta

⁶⁹ Información por entidad 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado en Septiembre 2014, de: <http://www.inegi.org.mx>

con 8,851,080 habitantes.⁷⁰ Lo cual la hace la más poblada del país y una de las más grandes en el mundo.

La salud de una población se concibe como la posibilidad que tiene determinado número de personas de gozar de una armonía biopsicosocial, en interacción dinámica con el medio en que habitan.

En México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2012 muestra un rápido aumento de sobrepeso y obesidad, que afecta a las zonas urbanas y rurales, a todas las edades y a las diferentes regiones. Los aumentos en las prevalencias de obesidad en México se encuentran entre los más rápidos documentados en el plano mundial.

De 1988 a 2012, el sobrepeso en mujeres de 20 a 49 años de edad se incrementó de 25 a 35.3% y la obesidad de 9.5 a 35.2%. Afortunadamente en el último periodo de evaluación (de 2006 a 2012), la prevalencia agregada de sobrepeso y obesidad en adultos ha mostrado una reducción en la velocidad de aumento que era cercana al 2% anual (en el periodo

2000-2006) para ubicarse en un nivel inferior al 0.35% anual.⁷¹

A pesar de que hayan detectado una disminución en la tasa de obesidad en los últimos años, ésta sigue representando un serio problema de salud pública, por lo que programas de educación nutricional serían bastante útiles actualmente, ya que los riesgos de presentar enfermedades crónicas aumentan en población obesa.

3.1.3 USUARIOS

Personas decididas en generar cambios sobre su alimentación y optimistas a generar vínculos con su entorno. Conscientes de la necesidad de un cambio en los hábitos de consumo y alimentación en la ciudad. Personas establecidas en la ciudad, económicamente activas de entre 20 a 80 años de edad. Gente entusiasta y con la capacidad a destinar tiempo de su día al cuidado del conjunto cultivable.

Si el proyecto se llegara a realizar para alguna institución o programa social, abarcaría a un mayor número de usuarios y se deselitizaría su uso para convertirse entonces en un proyecto educativo, en vez de un producto de beneficio dirigido.

⁷⁰ Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado en Septiembre 2014, de: <http://www.inegi.org.mx>

⁷¹ Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2012. Resultados Nacionales Nutrición. Recuperado en Septiembre de 2014, de: <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf> Pág. 185.

3.1.4 ASPECTOS FUNCIONALES

La función del sistema será el aspecto que representará y dará sentido al proyecto. A partir de la función del objeto se pretende beneficiar a la población urbana brindándole una opción sana de obtener alimentos y la seguridad de conocer la procedencia y los cuidados de los alimentos que cultivará dentro del sistema acuapónico modular.

Los distintos elementos del conjunto formarán el sistema para la crianza de peces y el cultivo de plantas, el cual requerirán de acomodados, dimensiones y materiales específicos pero intercambiables y modulares.

El sistema requerirá componentes mecánicos y eléctricos que se resolverán piezas comerciales, existentes en el mercado. Los siguientes elementos necesitarán ser considerados para el diseño:

Elementos básicos:

- Recipiente contenedor de peces
- Recipiente contenedor de vegetales
- Recipiente contenedor de alimento para peces

Elementos secundarios, que pueden o no usarse:

- Contenedores o soportes para guardar herramienta que requiera la actividad
- Tubo oxigenador de agua

- Calentador
- Cubierta para tinas o camas de cultivo

Elementos eléctricos:

- Bomba de agua
- Temporizador o *timer* eléctrico

Elementos mecánicos:

- Tornillos
- Tuercas
- Empaques
- Tubería de pvc
- Mangueras de material plástico flexible

Estos elementos formarán la unidad modular repetible, limitada en número por el espacio para su instalación.

La interacción con los objetos y el sistema en conjunto debe ser cómoda, por lo cual se necesitarán considerar varios percentiles de personas, altas, bajas, fuertes, débiles, jóvenes o ancianos, etc.

Será importante considerar la libertad o flexibilidad que permite al usuario cuando realiza la actividad de cultivo; dimensiones, peso, conexiones, sonidos que produce la bomba al empujar el agua y con la caída del agua, humedad que genera el conjunto en el ambiente y demás factores de manipulación e interacción con el mismo.

El sistema a diseñar se plantea para la Ciudad de México por lo cual deberá funcionar óptimamente en las condiciones meteorológicas de la zona, y poder desarmarse para facilitar su transporte y eventual limpieza.

3.1.5 ASPECTOS ERGONÓMICOS

Para lograr un producto que optimice la interacción sistema-usuario y brinde múltiples opciones de operación, se necesitarán estudiar aspectos ergonómicos y realizar pruebas prácticas del sistema, mediante un prototipo.

Las alturas de los recipientes para su cómoda operación y la libre visión sobre la superficie del cultivo, serán de suma importancia.

Es fundamental considerar un rango amplio de edades y capacidades para hacer más accesible el producto final.

Los materiales, geometrías y texturas que se elijan para los distintos elementos del sistema deben ayudar al usuario a operar y entender el funcionamiento del producto.

- Operación y armado intuitivo del objeto-producto.
- Distribución legible y congruente de elementos dentro del sistema.

- Correcta elección e implementación de códigos visuales que faciliten la comprensión del conjunto.

3.1.6 ASPECTOS ESTÉTICOS

Al pretender que el producto integre espacios o estructuras visualmente inconexas será necesario un análisis para identificar estilos, valores configurativos y expresivos que vinculen al sistema-producto con su entorno (departamentos, casas y espacios exteriores, públicos o privados de la Ciudad de México).

La apariencia del producto deberá concordar con su función, la de sistema integrado para el cultivo de vegetales y peces en un entorno urbano, por lo que se podrán recaudar referencias de diversos contextos.

Ejemplos de estas referencias serían: utensilios de jardinería, actividad agraria, de cultura piscícola, tramados urbanos interesantes, diseños urbanistas, invernaderos, patrones de vegetales y de peces, etc.

3.1.7 PRODUCCIÓN

Se pretende diseñar un conjunto que permita capacidades variables de cultivo, con el propósito de posibilitar su instalación en un mayor número de espacios. Con múltiples opciones a seleccionar el mercado del producto se ampliará.

Al elegir procedimientos industriales sencillos y materiales que se encuentren dentro de la ciudad, su producción implicará menor impacto ambiental por transporte.

3.1.8 ASPECTOS DE MERCADO

Se busca que el precio del sistema se mantenga accesible y que su producción sea factible con recursos, tanto materiales como de talleres para su producción localizados dentro de la ciudad, y así disminuir el impacto ambiental por su distribución.

Al localizar su venta se podrían reducir intermediarios, esto implicaría el desarrollo de una logística de distribución más sencilla y barato.

Si se mantiene acotada la producción, se lograría un impulso a la economía local.

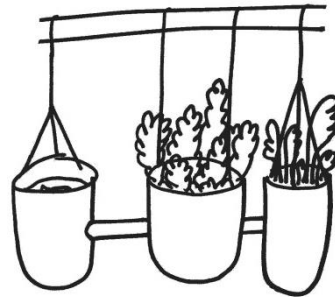
3.2 EXPLORACIÓN DE CONCEPTOS

3.2.1 BOCETAJE

Sistemas con capacidad de crecimiento, flexibilidad en cuanto a distribución de sus elementos y la característica volumétrica de módulos que se interconectan.



Esta opción contempla la distribución de los tres recipientes principales en un solo nivel. Múltiples conjuntos de este tipo, vistos desde arriba, armarían una retícula orgánica e instalados en azoteas de la ciudad, cumplirían la función de objetos integradores de espacios aparentemente inconexos.



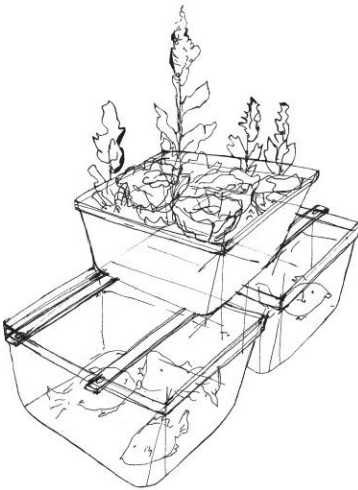
Esta solución propone un poco más de flexibilidad sobre la distribución y los niveles de las tinas. Debido a su pequeña escala, el conjunto se podrá colocar en zonas privilegiadas con luz, y esto representará una ventaja en departamentos pequeños.



El siguiente boceto consiste en dos tinas sobrepuestas. La tina superior con plantas aportaría sombra a los peces. Las bases sin esquinas de los contenedores permitirán la circulación completa del agua y su oxigenación.



Estas tinas sobrepuestas permiten la entrada de suficiente luz al primer nivel formado por dos tinas para peces, esta separación permitiría la crianza de peces ictiófagos o de distintas especies. La capacidad de este sistema es mayor al de las anteriores ideas.



La disposición del siguiente conjunto aprovecha el espacio colocando el cajón de cultivo sobre el tanque de peces. La desventaja que encuentro con esta distribución es la dificultad a trabajar sobre la pecera.



Esta propuesta contempla un sistema acuapónico en disposición vertical y un compostero contiguo para el cultivo de alimentos para los peces, como larvas de hormiga soldado, esta disposición facilita el acomodo de herramientas requeridos en la actividad de cultivo.



La ventaja sobre el siguiente conjunto es el camuflaje del sistema con macetas comunes en bases metálicas. La separación entre tinas ayudaría a las plantas a crecer sanas. Las conexiones entre las tinas tendrían que ser muy sutiles para no perder esa cualidad de camuflaje.

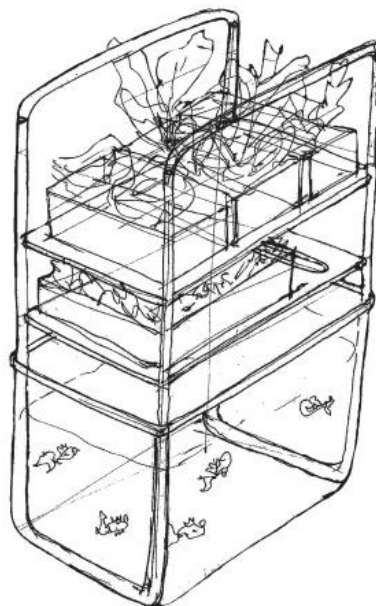


Las tinas cilíndricas representadas están contenidas por estructuras de varilla metálica, parecidas a los tradicionales pies

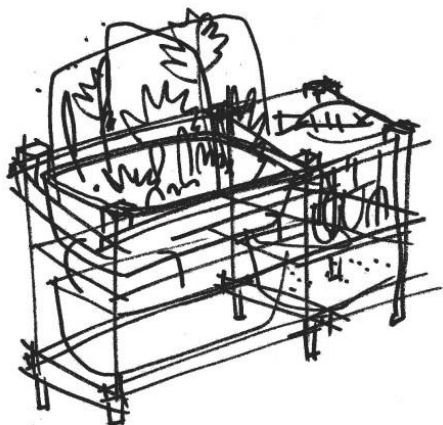
de maceta o trípodes metálicos, logrando, al igual que en el anterior conjunto, camuflar al sistema con el resto de las plantas de una sala o un patio.



La disposición vertical de las tinas en este sistema facilita su manipulación y trabajo constante, permitiendo una ubicación personalizada de los distintos cultivos en los niveles superiores de la estructura.



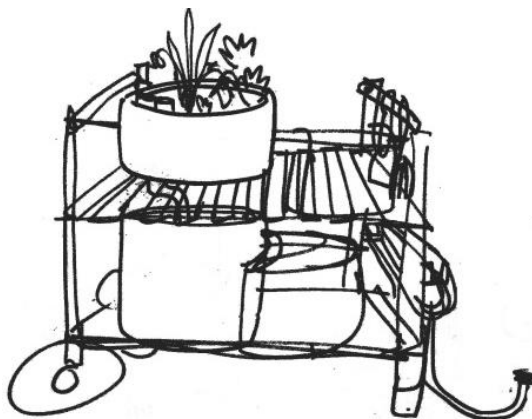
El conjunto antes dibujado contempla el cultivo del alimento para los peces y proporciona una mesa de trabajo para la limpieza del pescado una vez que se pueda o quiera consumir. Propone también la instalación de una guía para las plantas enredaderas sobre la cama de vegetales.



Sistema de cultivo acuapónico y compostero para basura orgánica en una mismo mueble contenedor. Este boceto contempla las conexiones que requerirá la tina de plantas para obtener el agua con nutrientes.



Los siguientes sistemas bocetados están contenidos en una estructura y tienen ruedas que permiten su movilidad en caso de requerirlo. La estructura, aparte de integrar los distintos elementos del sistema sirve para delimitar espacios de almacenaje de herramientas y mesas de preparación.



Las carretillas acuapónicas representadas forman un sistema pequeño, móvil y funcional. Se tendría que resolver el equilibrio/ estabilidad de este conjunto.



Mueble móvil con cuatro ruedas que impiden la inclinación de las tinajas y permiten su movimiento. Conjunto que contempla mesa de preparado y guía para enredaderas.



Este conjunto presenta una versión diferente a la misma idea de conjunto-mueble con tinajas para el cultivo y ruedas para su movilidad.

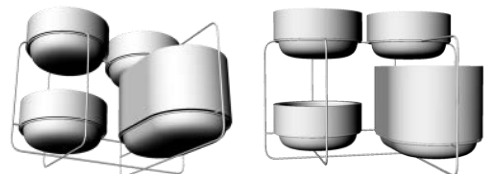


3.2.2 MODELADO

El primer acercamiento a la propuesta de diseño a través de modelado en 3d, cuenta con dos tinajas para el cultivo de plantas en la parte superior, una tina de mayor capacidad para la crianza de peces y un cuarto contenedor para crecer el alimento de los peces.

+ PROS: La propuesta contempla los cuatro elementos básicos que permiten el funcionamiento del sistema y están contenidos en un espacio reducido, optimizando espacio.

- CONTRAS: La rigidez de la estructura de varilla que le proporciona los niveles, impide su disposición en varios acomodos.

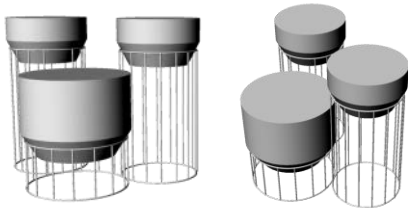
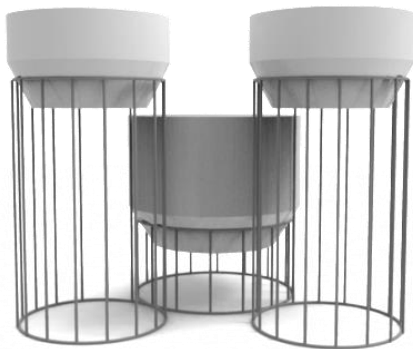


Propuesta con dos camas de cultivo en la parte superior y una tina de mayor volumen para los peces al inferior.

Estructura contenedora rígida de varilla doblada y soldada, pintada mediante proceso electrostático. Piezas de doble pared en cerámica.

+ PROS: Instalado al interior de la casa, podrían parecer macetas comunes.

- CONTRAS: No contempla el cultivo del alimento para peces y ni el sistema de tuberías que requeriría para su funcionamiento.



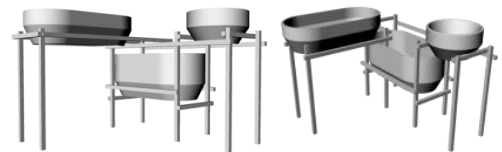
Este sistema proporciona aproximadamente la misma capacidad para el cultivo de plantas como para la crianza de peces. La

doble pared de los contenedores brinda protección contra cambios bruscos de clima.

Estructura construida a base de polines de madera maciza, y tinas de cerámica.

+ PROS: Estructura armable y con distribución abierta.

- CONTRAS: Los soportes largos de la base son frágiles y el agua de la tina de peces no soportaría el abastecimiento de dos tinas vegetales tan grandes porque los peces se quedarían casi sin agua.



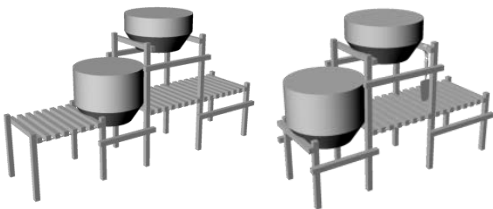
Conjunto que resuelve una estructura estable y considera el abastecimiento de las tinas de cultivo sin afectar a los peces. La cualidad de este diseño, es que permite

diferentes disposiciones a la estructura, y en consecuencia a las tinas.

Estructura construida a base de polines de madera maciza, sujetos a distintas alturas para generar estabilidad y distintos niveles para permitir la circulación del agua. Esta propuesta incluye una superficie de polines secuenciados para colocar macetas comunes o herramienta para la actividad.

+ PROS: Estructura armable/ desarmable. Capaz de establecerse en distribuciones diversas.

- CONTRAS: La libertad sobre el acomodo de los elementos implicaría el entendimiento previo del funcionamiento del sistema, para conectar correctamente las diferentes partes y asegurar su desempeño.



3.3 EJERCICIO PRÁCTICO DE LA TÉCNICA Y EL SISTEMA ACUAPÓNICO DE CULTIVO

Una vez realizada la investigación y el análisis de los componentes usados en los sistemas acuapónicos seleccionados, elijo los elementos para el experimento de comprobación del modelo. A continuación describo los componentes:

- Una tina con capacidad de 110 litros para la crianza de mojarras de agua dulce durante un periodo y peces japoneses en otro.
- Dos tinas con capacidad de 35 litros respectivamente para el cultivo de vegetales.

Una tina de 25 litros para producir el alimento de los peces.

- Bomba sumergible de Watts
- Tuberías de PVC de distintos largos.
- Mangueras flexibles de 1/2" para conectar la bomba sumergible.
- Un rociador de PVC al centro de las tinas para el cultivo vegetal.
- Dos auto-sifones de PVC colocados al centro de las tinas vegetales, compuesto por un tubo de 1/2" al interior y otro de 1 1/2" al exterior.
- Un costal de arcilla expandida, que será el sustrato para las plantas.
- Tubo aireador de PVC ranurado.





arcilla expandida



agrolita



3.3.1 GRÁFICAS COMPARATIVAS

Las siguientes gráficas indican el germinado de las plantas en diferentes medios, en la primera se cuantifica la evolución en tinas con agrolita, que es un sustrato mineral y en la segunda sobre arcilla expandida.

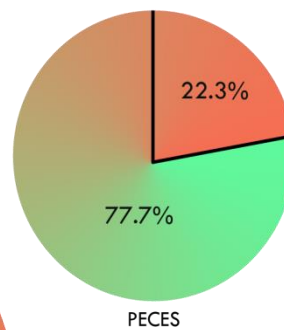
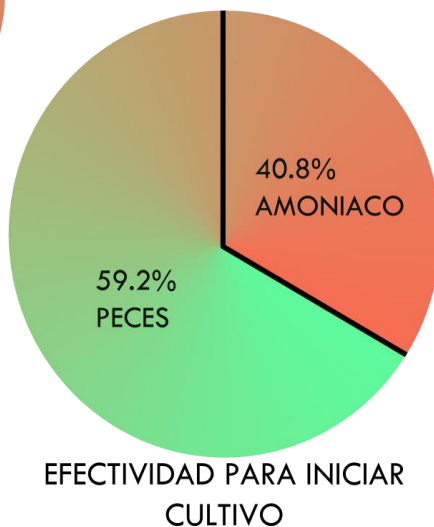
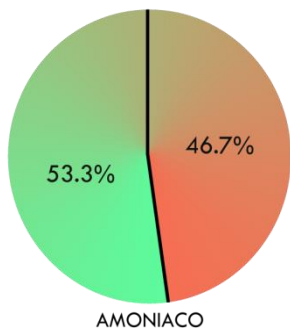
PLANTACIÓN EN AGROLITA	FECHA DE PLANTACIÓN	NUM. SEMILLAS PLANTADAS	FECHA DE GERMINADO	NUM. DE SEMILLAS GERMINADAS
ARÚGULA	21/04/2014	8	24/04/2014	7
LECHUGA ITALIANA	21/04/2014	3	25/04/2014	3
EJOTES	21/04/2014	2		
JITOMATE CEREZA	21/04/2014	4	30/04/2014	3
BERROS	21/04/2014	10	25/04/2014	8

PLANTACIÓN EN TINAS ACUAPÓNICAS	FECHA DE PLANTACIÓN	NUM. SEMILLAS PLANTADAS	FECHA DE GERMINADO	NUM. DE SEMILLAS GERMINADAS
ARÚGULA	14/03/2014	15	21/03/2014	6
LECHUGA ITALIANA	13/03/2014	6	22/03/2014	3
EJOTES	13/03/2014	3		
JITOMATE CEREZA	14/03/2014	4	21/03/2014	1
BERROS	14/03/2014	10	21/03/2014	7

3.3.2 RESULTADOS DEL CULTIVO

A continuación se comparan los resultados del cultivo de plantas con mojarra en tinas y el de amoníaco puro.

DESARROLLO DE CULTIVO VEGETAL CON PECES O AMONIACO PURO	CANTIDAD DE SEMILLAS SEMBRADAS	CANTIDAD DE SEMILLAS GERMINADAS	EVOLUCIÓN DE LAS PLANTAS
CON PECES EN TINA (MOJARRAS)	27	21	ÓPTIMO
CON AMONIACO (NH ₃)	15	8	REGULAR



4.

PRODUCTO

4.1 TRES SISTEMAS

4.1.1 CONJUNTO A

4.1.2 CONJUNTO B

4.1.3 CONJUNTO C

4.2 DESCRIPCIÓN DE GRUPOS DENTRO DEL SISTEMA

4.3 SECUENCIA DE ARMADO

4.4 PALETAS VEGETAL Y ANIMAL

4.5 SECUANCIA PARA EL CULTIVO Y LA CRIANZA

4.6 MEMORIA DESCRIPTIVA

4.6.1 FUNCIÓN

4.6.2 PRODUCCIÓN

4.6.2.1 FICHA TÉCNICA DE MATERIALES (ver ANEXO 1)

4.6.3 ERGONOMÍA

4.6.4 ESTÉTICA

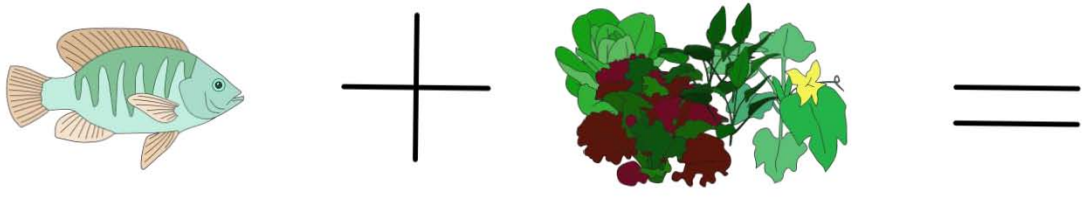
4.6.5 DISTRIBUCIÓN

4.6.6 MERCADO

4.7 PLANOS (ver ANEXO 2)

4.8 PRESUPUESTO

CONCLUSIONES



4. PRODUCTO

4.1 TRES SISTEMAS

Como resultado de la investigación y el ejercicio práctico del sistema, diseño un conjunto para el cultivo acuapónico que mediante la repetición, el ensamblado y la conexión entre sus distintos elementos, resuelva de modo funcional los requerimientos que necesita cubrir, como son la adaptación a espacios de distintas dimensiones, la mimetización o armónica inserción en determinados entornos, la cómoda manipulación de los elementos componentes del sistema y su lógica ubicación dentro del conjunto. Atendidas esas necesidades se asegura la óptima circulación del agua a través de todas las tinas y el funcionamiento del sistema.

Para cumplir con su inserción a espacios de distintas dimensiones, se proponen tres conjuntos, que parten de la misma base, pero a cada conjunto se le van agregando elementos, siendo tercero el más completo de todos.

Los sistemas consisten en una serie de tinas cerámicas, que varían en número dependiendo del conjunto. Los nombres de los sistemas son: Conjunto A con dos tinas, Conjunto B con tres, y Conjunto C con cuatro, enunciados de más básico a más completo.

*En las siguientes hojas del documento, se describe a detalle cada conjunto propuesto.

Los materiales y las formas del sistema son comunes para la población mexicana, rica en alfarería popular. Su estética fue pensada para su óptima incursión en el mercado y con la intención de que resultara atractivo para los habitantes de la Ciudad de México, sus colores y texturas están pensados para adaptarse a ambientes diversos. Los sistemas están conformados por una serie de tinas cerámicas, soportadas y distribuidas a distintos niveles por una estructura de madera maciza de sencillo ensamblado, postes o guías de varilla metálica y tuberías conectoras de PVC para la circulación del agua. Las dimensiones de las piezas usadas en los tres conjuntos son las mismas, lo que cambia es el número de elementos.

La forma y el tamaño de las tinas y de la estructura de soporte, se proyectan de tal manera por fines ergonómicos y funcionales; las alturas que proporciona la estructura de madera son tales, para permitir la manipulación de las tinas con vegetales incluso por un niño o una persona en silla de ruedas; la tina para la crianza de peces y la del cultivo de su alimento, están ligeramente elevadas del piso para facilitar su manejo. La forma de las tinas cerámicas responde a la necesidad que requiere el sistema para circular sin impedimentos y permitir el flujo constante de agua con nutrientes sobre todo el volumen contenido.

4.1.1 CONJUNTO A

Conformado por dos tinas de cultivo, la inferior para peces y la superior, de menor tamaño, para plantas. Este paquete es el más básico y económico de los tres. Pensado para los usuarios con menor espacio disponible para su instalación, pero con disposición e interés para el cuidado de los alimentos aquí cultivados.

Superficie en suelo: 155cm x 62cm

Tinas cerámicas: 2

Cubiertas cerámicas: 2

Postes de madera: 13 estructurales
barrenadas + 22 dentadas

Abrazaderas de lámina metálica: 32

Tornillos y rondanas: 32 tornillos + 32
rondanas

Estructuras de varilla metálica: 2

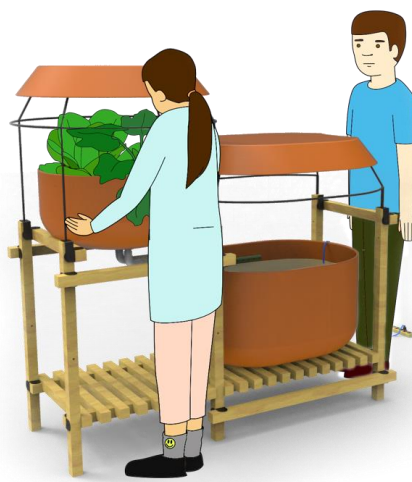
Tubos y codos de PVC: 17

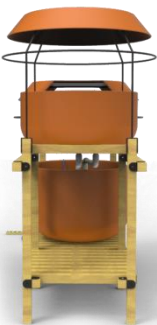
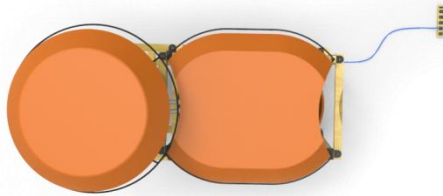
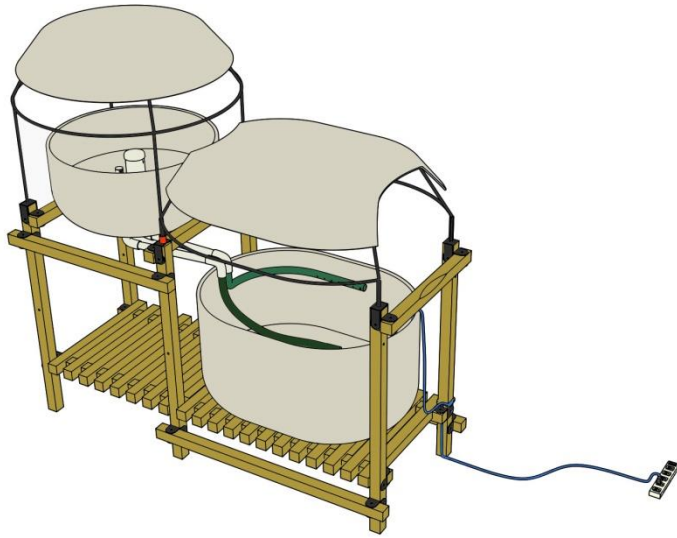
Bomba: 1

Temporizador: 1

Peces por temporada: 2 para consumo/ 3
de ornato pequeños

Plantas por tina: 4-6





4.1.2 CONJUNTO B

A este conjunto se le agrega una tina de cultivo, con su respectiva estructura-guía y cubierta; sumando en total dos tinas de cultivo vegetal y una tina grande para la crianza de peces. Bajo la nueva tina de cultivo se instalan, a gusto del usuario, tres cajones con tapa para guardar herramientas útiles en las actividades que promueve el sistema.

Superficie abarcada en suelo: 215cm x 62cm

Tinas cerámicas: 3

Cubiertas cerámicas: 3

Piezas de madera: 18 estructurales +22 dentadas + 6 rieles + 1 cilíndrica

Abrazaderas estructurales: 48

Tornillos y rondanas: 60 tornillos + 48 rondanas

Estructuras de varilla metálica: 3

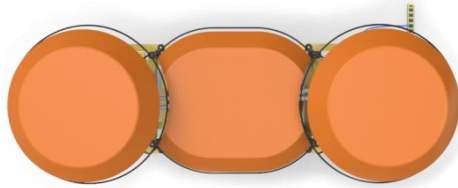
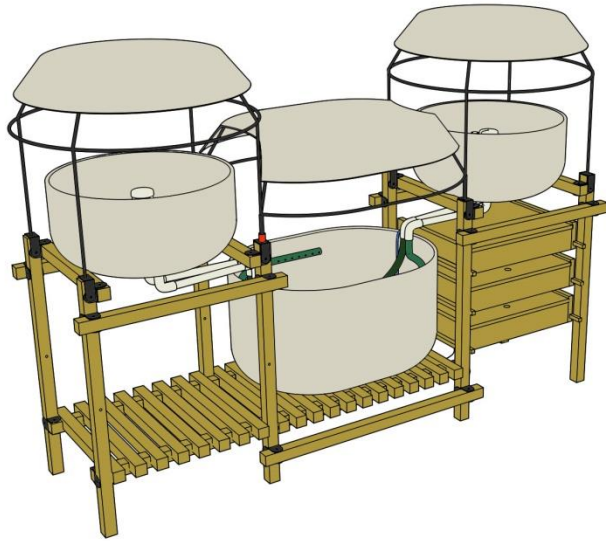
Piezas de PVC: 35

Bomba: 1/ Temporizador: 1

Peces por temporada: 3 de consumo/ 3 de ornato pequeños.

Plantas por tina: 4-7





4.1.3 CONJUNTO C

Al conjunto más completo lo conforman cuatro tinas, dos de ellas para cultivo vegetal de hortaliza, una tina grande para la cría de peces y una cuarta tina, del mismo tamaño a las de los vegetales, para crecer el alimento de los peces, lenteja de agua, que proporcionándole bastante luz, duplicará su tamaño por día.

Superficie abarcada en suelo: 215 cm x 111 cm

Tinas cerámicas: 4/ Cubiertas cerámicas: 4

Piezas de madera: 23 estructurales + 22 dentadas +6 rieles/ Abrazaderas estructurales: 64

Tornillos y rondanas: 76 tornillos + 64 rondanas

Estructuras de varilla metálica: 4

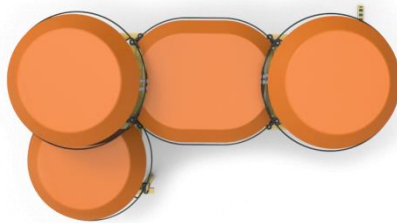
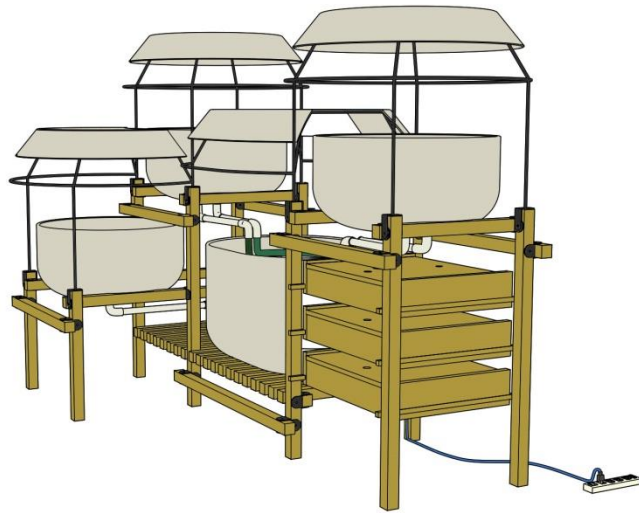
Piezas de PVC: 50

Bomba: 1/Temporizador: 1

Peces por temporada: 3 para consumo/ 3-4 de ornato pequeños.

Plantas por tina: 4-7





4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DENTRO DEL SISTEMA

Para explicar a detalle el funcionamiento circulatorio, la producción y la estética del sistema de cultivo diseñado, dividido en seis grupos modulares al sistema completo. Al respetar el factor modular, se posibilitó la disposición del conjunto en tres tamaños y se facilitó su distribución.

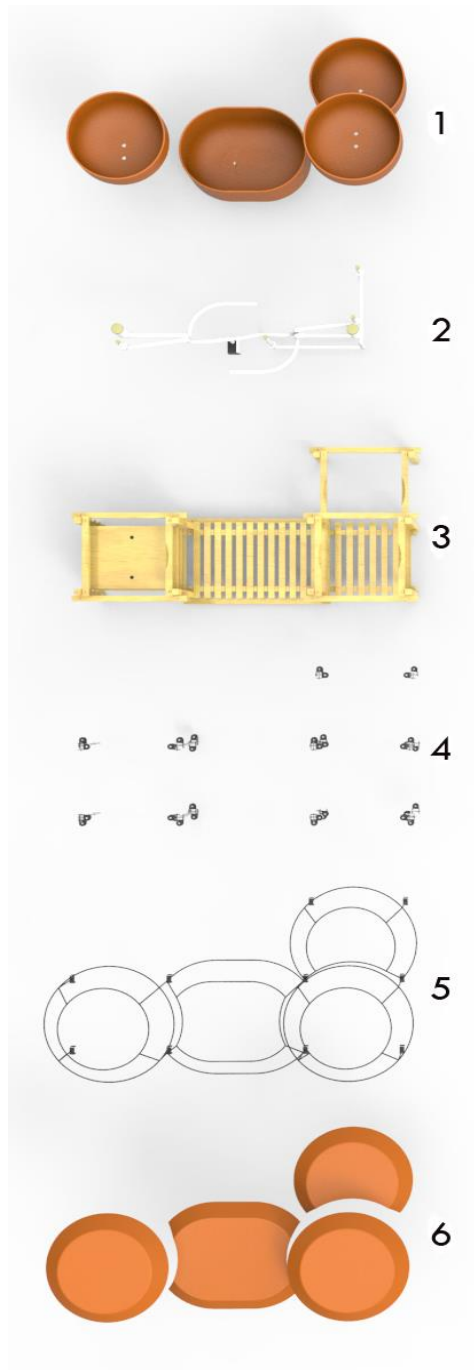
Los grupos son los siguientes:

1. TINAS
2. TUBERÍAS
3. ESTRUCTURA CONTENEDORA
4. ABRAZADERAS
5. VARILLAS-GUÍA
6. CUBIERTAS

El grupo 1 lo conforman las tinas o recipientes contenedores de plantas y peces.

El grupo 2 consiste en una serie de tubos conectados a una bomba que funcionan de vía para circular el agua a través de los distintos contenedores.

El grupo 3 genera los niveles que requiere el sistema para lograr una óptima circulación del agua, una altura cómoda para el cuidado de los cultivos, y brinda espacio para el almacenaje de herramientas útiles para la actividad.



El grupo 4 son las abrazaderas de lámina metálica y los tornillos con tuerca que sujetarán la estructura en su lugar y permitirán el armado y desarmado del mueble completo.

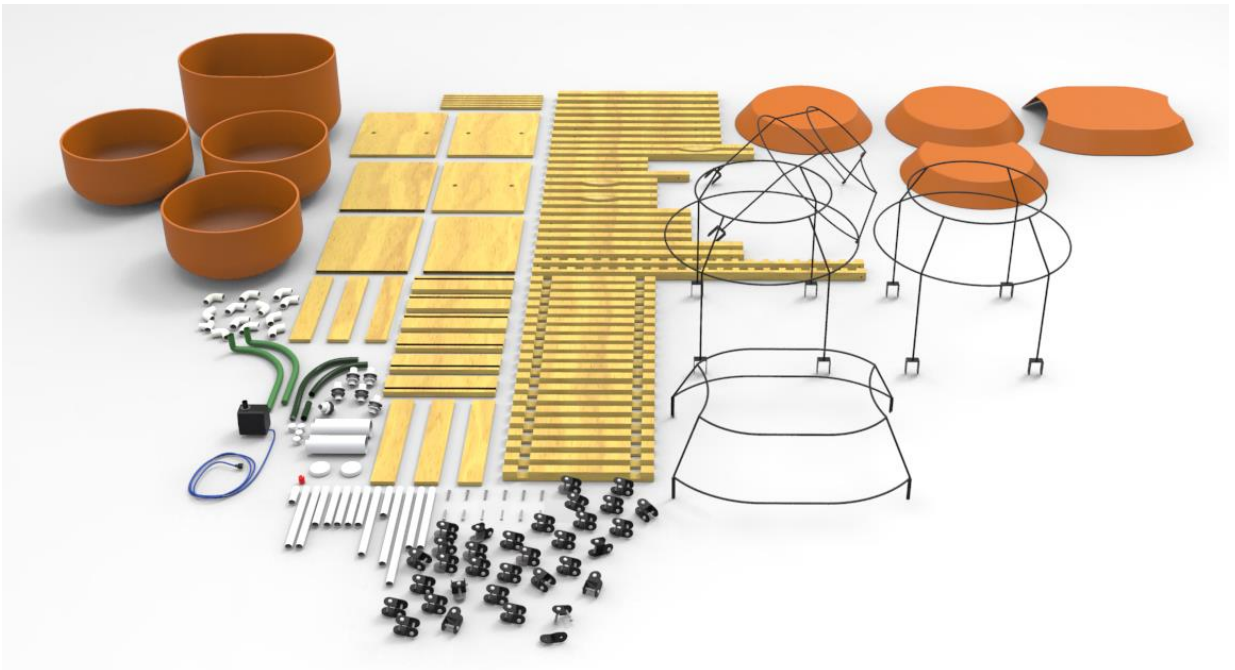
El grupo 5 es el conjunto de varillas-guía que sostienen las cubiertas de sombra, proporcionan un sostén para las plantas enredaderas.

El grupo 6 lo forman las cubiertas cerámicas que brindaran sombra y

protección a las tinas que lo necesiten, ya sea por el tipo de plantas o peces en cuidado o por temporada de lluvias.

La cualidad desarmable del conjunto de aparatos en el sistema, permiten su almacenaje en un espacio reducido, lo cual a su vez favorece la distribución del producto industrial final.

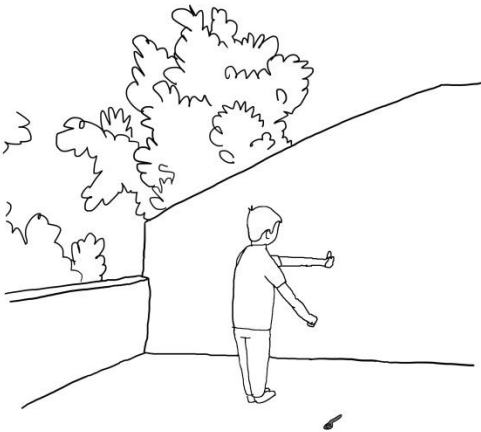
El número de piezas variará dependiendo del conjunto que se trate, A, B o C. Los elementos que se muestran en la imagen inferior, son los del conjunto C, el más completo de los tres.



4.3 SECUENCIA DE ARMADO

A continuación se enumeran y describen los pasos para la construcción del sistema de cultivo acuapónico, junto a diagramas representativos de las distintas fases. Para facilitar el entendimiento de este proceso retomé el despliegue del sistema en distintos grupos. La secuencia de armado es la siguiente:

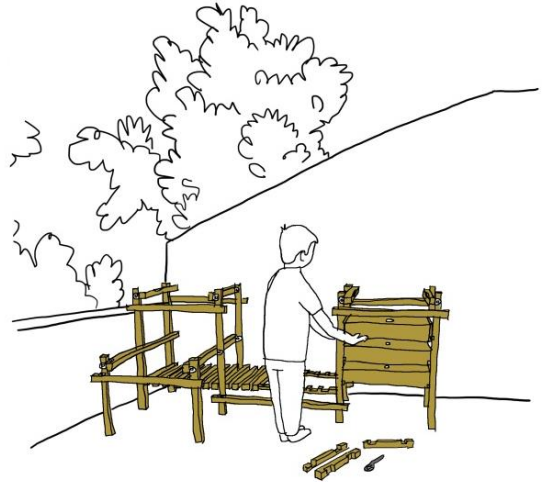
1. Observar y medir el espacio con el que se cuenta para la instalación del sistema de tinas para el cultivo acuapónico, cerciorarse de que el mueble quepa en el área asignada.



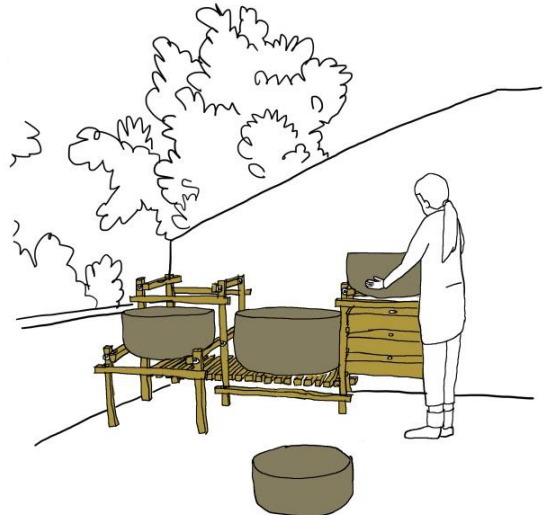
2. Verificar que exista alguna conexión a corriente eléctrica, próxima al mueble, ya que la bomba de agua requiere dicho contacto.

3. Revisar el juego de polines de madera ranurados con que se cuenta y armar la estructura contenedora con la ayuda de las

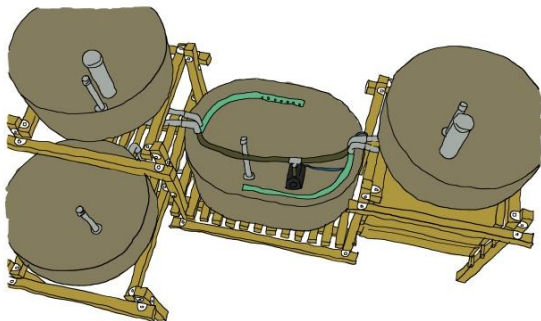
abrazaderas de lámina y los tornillos del sistema. Este aparato sostendrá las tinas de cultivo a distintos niveles.



4. Colocar cada tina en su respectivo lugar y nivel dentro de la estructura. Los cortes curvos en los polines indican su posición exacta.



5. Instalar las tuberías conectoras del sistema y la bomba sumergible de agua (canales, tubos aireadores, sifones y mangueras).



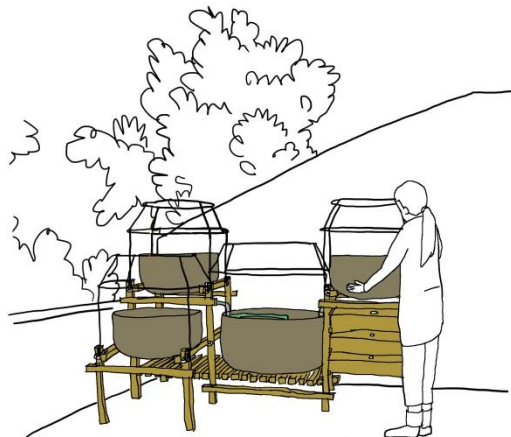
6. Limpiar varias veces con agua el sustrato de arcilla expandida, dejarlo secar y una vez limpio vaciarlo dentro de las tinas de cultivo para plantas, las del nivel superior.

7. Llenar la tina de peces con agua libre de cloro, hacerlo hasta el nivel indicado, entre 7 y 10 cm por debajo del borde de la tina.

8. Conectar la extensión de la bomba a corriente y encenderla para verificar el óptimo funcionamiento del motor con las tuberías distribuidoras.

9. Programar el temporizador para regular el encendido de la bomba de agua, veinticuatro veces por día, veinte minutos cada iniciado, los siete días de la semana. Una vez programado, conectar el temporizador directo a corriente eléctrica y de ahí sacar la extensión de la bomba.

10. Instalar las varillas-guía sobre las tinas de cultivo. Fijarlas con tornillos a los polines verticales de la estructura de madera.



11. En época de lluvia conviene usar temporalmente las cubiertas cerámicas para evitar el desborde de agua en las tinas de cultivo y la contaminación del agua nutritiva.



4.4 PALETA VEGETAL Y ANIMAL

La paleta vegetal es una herramienta usada en áreas de estudio como el paisajismo, la botánica, biología y agronomía, sirve para mostrar selección de especies vegetales diversas, que de acuerdo a sus características se consideran aptas para convivir en un sitio específico, en un entorno diseñado.

A continuación presento la selección de especies, animales y vegetales, que pueden crecer en armonía dentro del sistema propuesto.

Los factores de selección para los peces que forman la paleta animal fueron los siguientes: que fuera una especie de pez dulceacuícola, que pudiera vivir plenamente en el clima de la zona, y si era posible conseguirlo dentro de la Ciudad de México.

En la siguiente ilustración se muestra la paleta animal para uso y aplicación dentro del sistema de cultivo propuesto.

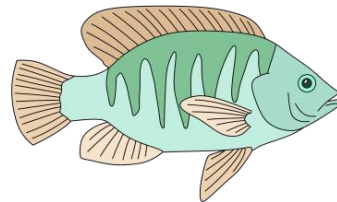
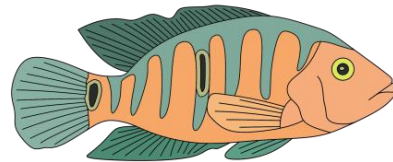
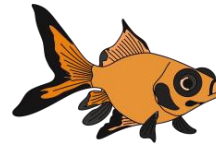
El pez dorado de 0°C a 30°C, la temperatura óptima para su desarrollo es de 20°C. Se alimentan de invertebrados y animales pequeños, hasta semillas y desperdicios orgánicos.⁷²

La mojarra es un pez dulceacuícola, nativo de México. Principalmente ictiófaga, aunque también alimenta de vegetales e insectos.

⁷² Harvath, Lászlo; Támas, Gizella; Seagrave, Chris. 1992. Carp and Pond Fish Culture. Fishing News Book.

Para su óptimo cultivo requieren temperaturas entre 28°C y 30°C, un pH de 7 - 7.5.⁷³

La tilapia viven en aguas estancadas. Alcanza los 250 gr de peso en aproximadamente 8 meses. Resiste fluctuaciones en pH y puede desarrollarse aunque no cuente con mucho espacio. La tilapia es un pez omnívoro.⁷⁴



Pez dorado (Cyprinidae), Mojarra castarrica (Cichlosoma urophthalmus) y Tilapia (Cichlidae).

⁷³ Álvarez G, Márquez C, Ramírez M, y Jesús R. 2011. Manual para el cultivo de mojarra nativas, Tenguayaca y Castarrica. México.

⁷⁴ MORALES DÍAZ, ARMANDO. 1991. La Tilapia en México. AGT Editor. México.



Para elegir la paleta vegetal se tomaron en cuenta el tipo de condiciones que la planta requiere para crecer sana (cantidad de luz, tamaño de raíces y humedad que soporta), por la frecuencia en su consumo.

Las plantas presentadas en la ilustración de la paleta vegetal, de arriba hacia abajo son las siguientes: lechuga, acelga, espinaca, calabacín, tomate tipo cereza y ejote. Las primeras tres se adaptan perfectamente al medio líquido del sistema y al sustrato de arcilla expandida que sostendrá a las plantas; el calabacín requiere de más espacio en tina y las últimas dos son enredaderas, para las cuales se diseñó la guía que permitirá su pleno crecimiento.

Aclaro que la selección presentada no limita la posibilidad al cultivo de distintos vegetales o peces, incluso tendría mayor mérito y sería más reconfortante para el usuario identificar el tipo de plantas y peces que se desarrollan bien en el sistema y tener la posibilidad de crecer vegetales que a uno le gusten.

4.5 SECUENCIA PARA EL CULTIVO Y LA CRIANZA

Una vez instalada la estructura, colocado el sustrato de agrolita dentro de las tinas para el cultivo vegetal, llenado el sistema con agua libre de cloro y programado el temporizador para la circulación constante del agua, se podrá comenzar el cultivo de alimentos caseros.

1. El primer paso será el iniciado de la bomba para la circulación del agua durante 7 días a través de las tuberías conectoras; este proceso se realiza con el fin de declorar por completo el sistema.

2. Al tercer día se podrán agregar las lentejas de agua en la tina inferior, el contenedor cerámico directamente conectado a la tina más grande asignada para los peces; así se iniciará el cultivo del alimento para los peces.

3. A los siete días se esparcirán las primeras semillas sobre el sustrato de las tinas de cultivo vegetal; pasados siete o diez días comenzarán a germinar las semillas.

4. Al décimo día, una vez que el agua del sistema esté completamente libre de cloro y suficientemente oxigenada, se introducirán a los peces en la tina más grande del sistema para iniciar la producción de amoníaco; A partir de este momento atraerás a las bacterias que se encargan de transformar el amoníaco en nitratos.

5. El quinto paso requerirá de mayor compromiso por parte de los usuarios, consistirá en alimentar diariamente a los peces del sistema y revisar el sano crecimiento de las plantas. Con sano crecimiento me refiero a que tanto plantas como peces deben presentar tonalidades normales y crecimiento regular

4.6 MEMORIA DESCRIPTIVA

Habiendo explicado la principal cualidad del sistema, la de su carácter modular que permite la asociación de elementos en grupos funcionales, a partir de la cual también se genera el plan de negocio del producto industrial final en tres conjuntos definidos; se necesita ahondar en las decisiones técnicas y estéticas tomadas con el propósito de lograr un producto atractivo para el usuario, funcional y congruente con el carácter sustentable del proyecto.

4.6.1 FUNCIÓN

La tina de mayor tamaño tiene una capacidad de 110 litros y permite el desarrollo a 3 tilapias de 500g cada una. Peso que alcanzarán en aproximadamente 8 meses, si las condiciones del clima lo permiten. La temperatura más apta para su crecimiento es de 28°C, pero toleran hasta 24°C.⁷⁵ En caso de elegir mojarra

⁷⁵ Morales Díaz, Armando. 1991. La Tilapia en México. AGT Editor. México, 1991.

castarrica, el sistema podrá mantener el mismo número de ejemplares, 3 en total y se podrán criar en temporada caliente, al igual que la tilapia, de marzo a mayo, cuando la temperatura promedio en el Distrito Federal es de 24°C⁷⁶, fuera de ésta temporada el tanque de peces requerirá un calentador si se planea mantener estos dos tipos de peces; en temperaturas más bajas los ejemplares no se desarrollan óptimamente. La alternativa a la crianza de peces durante todo el año, sin necesidad de calentador, será la de peces dorados, y la tina podrá mantener 3 ejemplares.

Manteniendo en el estanque de 2 a 3 peces, se asegura el sano crecimiento de los vegetales ubicados en las dos tinas superiores, con capacidad de 25 litros cada una. Estas macetas contendrán el sustrato y ofrecerán la posibilidad de crecer hasta 7 plantas en cada contenedor.

La cuarta tina del sistema servirá para cultivar la lenteja de agua, complemento alimenticio para peces herbívoros cultivados dentro del sistema.

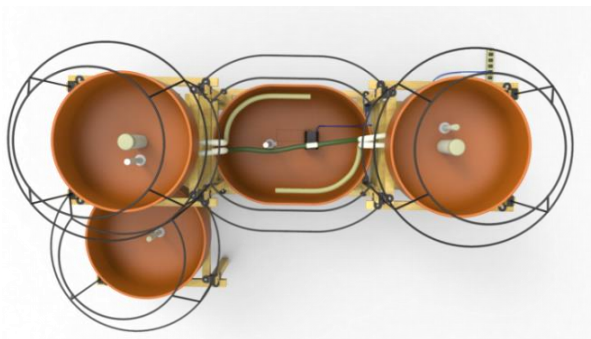
El diseño que se ofrece sobre las tuberías conectoras del conjunto consiste en la distribución y el aprovechamiento de métodos de drenado, aireación y conexiones sencillas para la óptima

circulación del agua. Las piezas usadas son productos comerciales.

La estructura de soporte, del conjunto de tinas, creará los niveles necesarios para permitir el vaciado de agua al contenedor de peces, y facilitará la actividad de cultivo en todo el sistema. Para lograr una libre configuración del producto final y un área de almacenaje de herramientas y semillas pequeña y funcional, la estructura se diseñó desarmable y modular.

El aspecto que permite esta condición modular, es el diseño de unas abrazaderas metálicas que estructuran o aprietan el conjunto de polines de madera.

Como elementos adicionales, para facilitar el cultivo de distintas especies vegetales y proporcionar protección a los cultivos, se diseñaron estructuras varillas-guía, que cargan las cubiertas de resguardo para temporadas de lluvias y facilitan un soporte para las plantas enredaderas.



⁷⁶ Información por entidad 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado en Septiembre 2014, de: <http://www.inegi.org.mx>

4.6.2 PRODUCCIÓN

Para la presente propuesta se consideraron procesos industriales aplicables a una baja producción, de entre cien a trescientos conjuntos. La lista de proveedores se ubica dentro de la Ciudad de México. Estas decisiones se tomaron con la finalidad de garantizar una disminución en la huella de carbono que represente la factura y distribución del conjunto. Otra ventaja obtenida al asegurar materiales y fabricantes locales será el impulso a la economía de esta zona.

Los procesos aplicados a los distintos grupos del sistema se enlistan a continuación:

- Vaciado en moldes de yeso.
- Extrusión (piezas comerciales de PVC).
- Aserrado de polines de madera con sierra circular
- Troquelado y maquinado de lámina de acero negra lisa.
- Trozado en cizalla, dobléz y soldado de varillas de acero.

Además de los procesos iniciales de producción, las piezas requerirán de acabados o maquinados secundarios que podrán realizarse en los mismos talleres de fabricación; la maquinaria y los procesos necesarios se nombran en seguida:

- Sierra cinta
- Router
- Taladro de banco

- Recubrimiento con pintura electrostática

Usando la metodología de división del sistema, propuesta como: *grupos dentro del sistema*⁷⁷; se describen los procesos de producción.

TINAS: Mediante vaciado en moldes de yeso, se dará forma a las tinas de pasta gres sanitaria de alta temperatura (1250-1290°C). El acabado consistirá en un esmalte vítreo, sin plomo, que se aplicará al exterior de las piezas mediante un aspersor de pintura, luego de enmascarillar las piezas para cubrir la boca de las tinas; después de pintar y remover el enmascarillado las piezas estarán listas para quemarse en el horno.

Cuatro piezas de yeso fino que embonan constituyen cada molde para las tinas.

El maquinado de los fondos para permitir el paso de las tuberías y el corte de rebabas en la boca de las tinas, se deberá hacer en dureza de cuero, el punto medio entre pasta húmeda y una pieza seca; las herramientas que se usarán para realizar estos acabados son un tubo sacabocado de metal y un alambre fino.

Las piezas cerámicas de alta temperatura por lo general se queman dos veces y en cono 9 después de las dos horneadas reducen un 15 % de su tamaño original, es

⁷⁷ Los descritos en el apartado 4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DENTRO DEL SISTEMA.

muy importante considerar esto para que cuadren las piezas de cerámica con los demás grupos del sistema. El esmalte generalmente se aplica después de la primera quema.



TUBERÍAS: Las tuberías de PVC se fabrican mediante el proceso de extrusión, los tramos largos se seccionan con sierra cinta.

Los accesorios en PVC se producen por inyección, piezas como codos, tes, tapas, extremidades en espiga y adaptadores hembra-macho que requiere el sistema.

ESTRUCTURA CONTENEDORA: Tablones de madera de pino aserrados y cortados en polines con base de 4 cm x 4 cm, posteriormente seccionados a las medidas requeridas. Una vez cortados los polines, se sujetan las piezas a una mesa de trabajo para ser dentados con router, y otras piezas son barrenadas con taladro; para limpiar las astillas se liján las piezas en bandas.

Una vez que están maquinadas y lijadas se pueden mandar a tratar con sales hidrosolubles en tanques al vacío.

El proceso se realiza de este modo y no a la inversa, primero tratar la madera y después maquinaarla, porque de hacerlo así, podría resultar nocivo para los que trabajan la madera.

ABRAZADERAS: Para conseguir la forma de las abrazaderas se necesitará troquelar lámina de acero calibre 7 (4.7mm), maquina las piezas resultantes del corte mediante taladro de banco; y posterior al barrenado, con dobladora de maroma, se generan los dobleces.

El acabado final de las piezas será una aplicación de pintura electrostática, con esta se previene la oxidación del material por exposición al sol, y posibilita el uso de una amplia gama de colores.

VARILLAS-GUÍA: Varillas de hierro, pulido común, cortadas con sierra cinta en tramos de distintas longitudes, después se doblan en una máquina dobladora universal. El conjunto de secciones, dobladas o únicamente cortadas, se sueldan para formar la estructura del diseño propuesto, y como acabado final, se pinta la estructura con pintura electrostática y se hornea.

CUBIERTAS: Las tapas que protegerán a los cultivos en épocas de lluvia, se producirán en el mismo material cerámico que las tinas del sistema, gres sanitario de alta temperatura, con la posibilidad a un

acabado en esmalte vítreo al exterior de la pieza.

Las cubiertas serán producidas por vaciado en moldes de yeso, esto asegura la semejanza entre piezas y agiliza su fabricación.⁷⁸



4.6.2.1 FICHA TÉCNICA DE MATERIALES (ver ANEXO 1)

⁷⁸ Las piezas cerámicas del conjunto, podrían ser producidas en torno, pero este proceso implica menor semejanza entre piezas y el acceso a un torno bastante especializado, capaz de producir piezas grandes e idénticas.

4.6.3 ERGONOMÍA

A partir del prototipo realizado para la experimentación del sistema de cultivo, se hicieron evidentes ciertos requerimientos que permitieran una interacción más cómoda e intuitiva con el conjunto, y en particular con las tinas de cultivo.

El primer acercamiento al producto demanda la concepción del conjunto de objetos como un sistema; es necesario entender primero los vínculos entre las partes para poder comenzar la interacción con este.

El reto entonces fue diseñar un conjunto que exigiera al usuario un compromiso inicial con la actividad que estará realizando con el sistema. Dicho compromiso se sugiere al presentar el sistema desplegado, no armado, porque eso implicaría menos información para ellos, los usuarios.

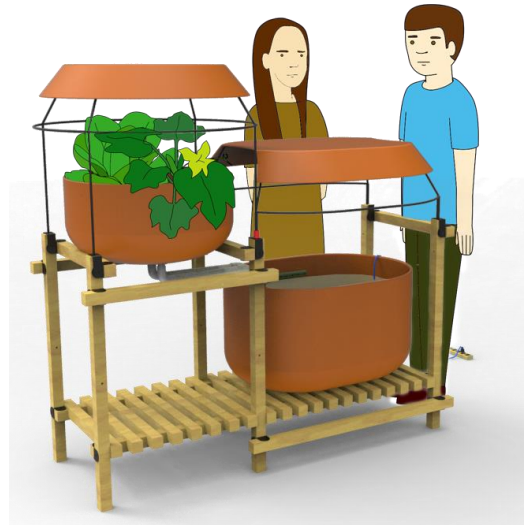
La dimensión que debían tener las tinas fue otro aspecto a considerar. Por una parte tendría mucho más impacto, el cultivo de una mayor cantidad de peces y plantas, y en contraparte mientras más grandes las tinas, menor flexibilidad en su manejo e instalación tendría el sistema. Por eso se decide limitar el tamaño de las tinas manteniendo proporción con el usuario y permitiendo el cultivo de plantas grandes y un acercamiento con la crianza de peces.

A parte de responder a un propósito funcional, las distintas alturas que proporciona la estructura de madera, tienen

el objetivo de permitir la actividad de cultivo a más personas como niños, a partir de 10 años de edad y personas en silla de ruedas.

Los bordes curvos, facilitan la manipulación de los contenedores. Sus bases curvadas, pretenden reflejar el modo en que se deben cargar las tinas, desde la base y no por la boca ya que representaría mayor esfuerzo para el usuario y para la estructura de cerámica; los cortes sobre las cubiertas responden a una necesidad funcional ya que estos permiten su colocación sobre las estructuras de varilla metálica, pero también favorecen su manejo.

El conjunto de piezas del sistema, pretende expresar a través de su forma simple, simétrica y radial, la posibilidad abierta del modo de instalar el conjunto y de trabajarlo, 360° alrededor de su perímetro. Los cajones para herramientas responden a este aspecto, ya que permiten correrlos y abrirlos hacia ambos lados.



Además se cuidó que el peso total de cada pieza no excediera los 20kg recomendados para cargar según el Colegio Nacional de Ergonomía en México.

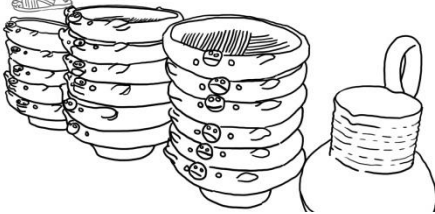
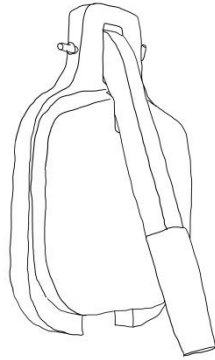
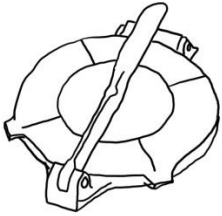
4.6.4 ESTÉTICA

Para determinar el aspecto del sistema y aportarle identidad a través de la cultura alimentaria mexicana, se realizó un análisis detallado de ejemplos análogos y un estudio de utensilios para la cocina mexicana. Formas y materiales se eligieron respondiendo al interés mencionado y con base en el análisis de ejemplos análogos.

La identidad del producto se logrará a partir del uso de diversos materiales con acabados especiales, para generar contrastes atractivos e identificables con artesanías y utensilios tradicionales mexicanos, tales como prensas para tortillas,



ollas de barro, palas de madera y tablas para picar alimentos.



A continuación se describen las aportaciones estéticas que brindan los materiales y sus acabados en el diseño del conjunto.

Las tinajas y cubiertas para el cultivo, producidas con cerámica gres de alta

temperatura, tendrán una superficie texturizada, cualidad que permitirá el soporte de las bacterias en las paredes internas de los recipientes, y generará un contraste agradable con los demás grupos del sistema.

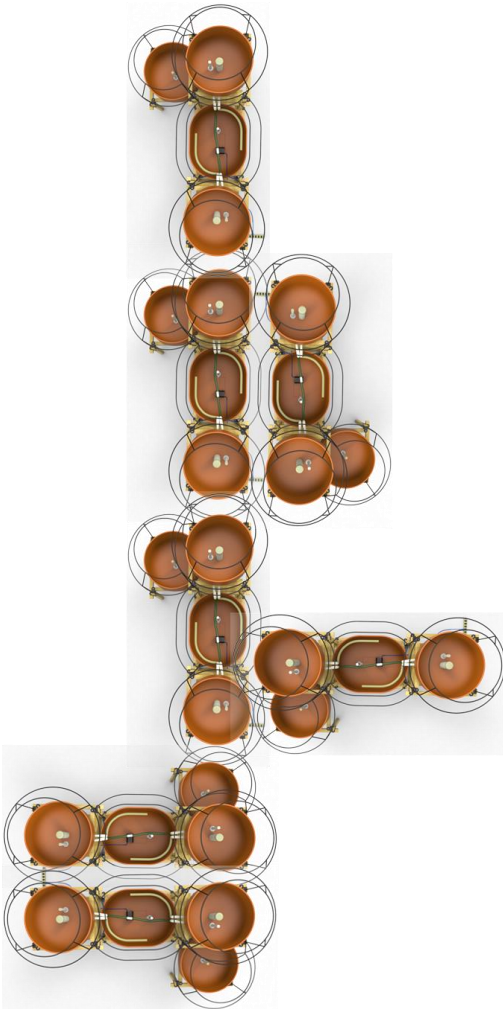
El acabado en esmalte vidriado al exterior de las tinajas y las cubiertas, le dará un aspecto completamente diferente a los recipientes, aportándoles brillo y colores en una de las más amplias gamas que existen entre los materiales, capaces de producir sutilezas específicas en cada pieza producida. Dependiendo de la composición del esmalte, el tipo de horno, la temperatura de cocción, e incluso, su ubicación dentro del horno, los resultados obtenidos serán diferentes. Cabe mencionar, que los resultados pueden controlarse para obtener piezas idénticas, pero este no es el caso.

La estructura base construida con polines de madera presentará un ligero cambio de coloración, hacia tonos verdes, por el hecho de estar tratada con sales hidrosolubles. Este factor no impide que permanezcan visibles las vetas de la madera; su textura lisa y sus bordes angulares contrastarán con la rugosidad y el brillo presente en las tinajas.

El aspecto ligero de las varillas-guía de acero, contrasta con la estructura base de madera y sus polines gruesos. Al realizar con tan pocos elementos estas estructuras se pretende que los cultivos se más visibles.

Los acabados en pintura electrostática permiten la personalización de los conjuntos, al haber una amplia gama de colores y textura lisa o rugosa a elegir.

El contraste y la superposición de materiales y texturas dentro del sistema, resultan en conjuntos para el cultivo personalizables, a partir de la elección de distintos acabados por grupo.



Al instalar varios conjuntos en secuencia, formarían un tramado regular, o irregular, que permitiría el cometido inicial de lograr un *elemento integrador del paisaje*, visualizado al principio del documento, al investigar sobre proyectos de urbanismo utópico. La pregunta sería si el verdeado realmente es capaz de difuminar los contrastes, estéticos, económicos y culturales presentes en la Ciudad de México.

Con el transcurso del tiempo y el desarrollo de la actividad, el sistema se irá transformando a la vista y materialmente. Las tinas presentarán manchas de humedad por el agua contenida y por encontrarse a la intemperie y a merced del clima, la madera cambiará de coloración por su exposición al sol y las varillas-guía probablemente se cubran con vegetación.

Al visualizar este proceso de deterioro natural, elijo determinados métodos productivos, la mayoría en acabados, que logren alentar la transformación-deterioro naturales, pero después de algunos años el proceso será incontrolable y evidente el paso del tiempo.

Este aspecto resulta bastante atractivo para quienes aprecian dichas transformaciones, considerándolas más bien, cualidades que los objetos sólo alcanzan con el paso del tiempo.

vinculados en el proceso comercial del producto.

La eficiencia, o el logro que un diseño con carácter sustentable puede alcanzar, implica el desarrollo de sistemas complejos de productos y servicios, requiriendo la cooperación de muy diversos actores, entre los que están: compañías públicas o privadas, organizaciones, fundaciones, proveedores, usuarios, etc.⁷⁹

A continuación presento a modo de diagrama, la red de vínculos y servicios que requerirá el producto para circular en el mercado comercial de la Ciudad de México. Los distintos vínculos o flujos representados se dividen en:

- FLUJO ECONÓMICO
- FLUJO DE MATERIAL
- - - - FLUJO DE INFORMACIÓN
- . - . - . FLUJO DE TRABAJO/
ACCIONES

La simbología presente en el diagrama se divide en: proveedores, factura, promoción, distribución/venta y servicio.

4.6.5 DISTRIBUCIÓN

Sabiendo que la producción y el mercado se concentrarán en la Ciudad de México, con el objetivo de lograr menor impacto ambiental y asegurar su óptimo funcionamiento; el área de distribución se reduce en la misma proporción. Trazando una red mucho más clara y acotada de repartos entre los distintos actores,

⁷⁹ Ortega V. Andrea, Robles Q. Dulce María. (2012). Cultivos Urbanos para la Ciudad de México. UNAM. Diseño Industrial. Pág. 154.

ACTORES



EXPERTO



COMÚN



SERVICIO
ADICIONAL

PROVEEDORES



MADERA



PASTA/
CERÁMICA
ESMALTE



METAL/
VARILLA
LÁMINA



PVC



SEMILLERO



DISTRIBUIDOR
PECES



TIENDA
BOMBAS

FACTURA



CARPINTERÍA



TALLER
CERÁMICA



TALLER
LAMINADOS



TLAPALERÍA



FÁBRICA

PROMOCIÓN



PLATAFORMA
WEB



REDES
SOCIALES



MEDIOS DE
COMUNICACIÓN



EXHIBICIÓN

DISTRIBUCIÓN/ VENTA



PLATAFORMA
WEB



ALMACÉN



PUNTO DE
VENTA/ SISTEMA
ACUAPONÍCO



TIENDAS
ESPECIALIZADAS



EXHIBICIÓN



OFICINA
ADMINISTRATIVA



PAY PAL



TARJETA



EFFECTIVO

SERVICIO



ATENCIÓN
PERSONALIZADA



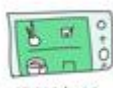
ASESORÍA



DESCARGAS



PERSONALIZACIÓN
DE CONJUNTO



SELECCIÓN DE
CULTIVO



CATÁLOGOS
INFORMATIVOS



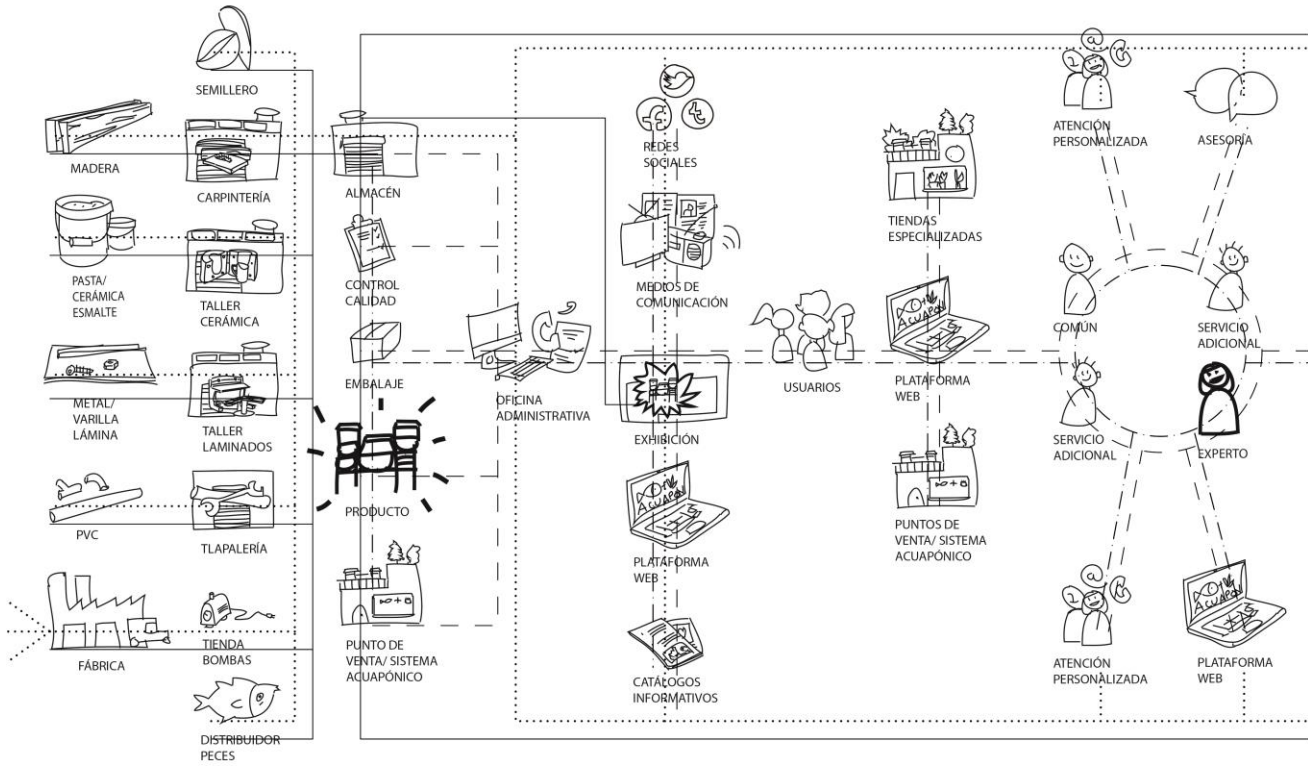
ENTREGA DE
SEMILLAS Y
PECES

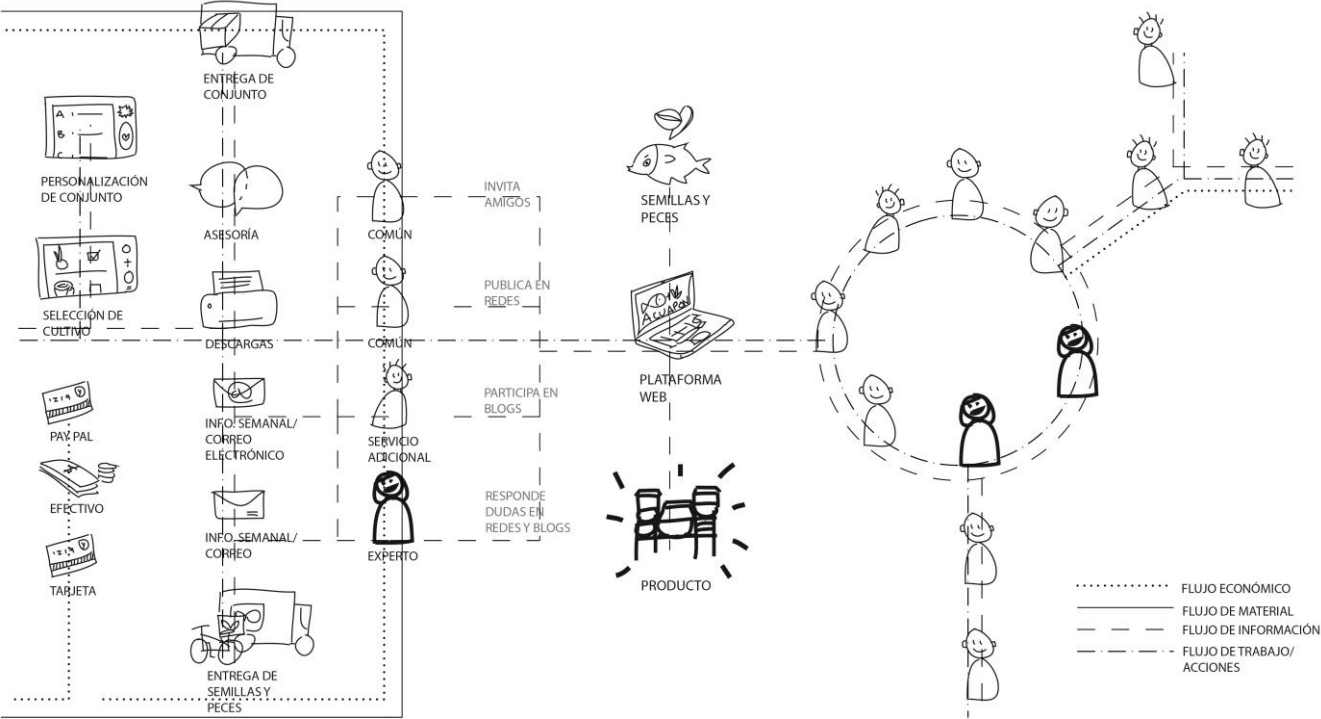


ENTREGA DE
CONJUNTO



INFO. SEMANAL/
CORREO
ELECTRÓNICO





El presente diagrama es un esbozo de las partes vinculadas en la producción, distribución y en las redes que colaborativas que generaría el producto; también se representan lo los flujos entre éstas, o el servicio que requerirá el sistema para realizarse.

4.7 PLANOS (ver ANEXO 2)

4.8 PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN

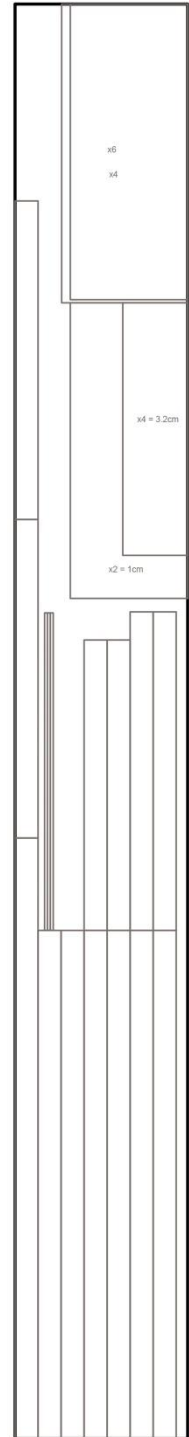
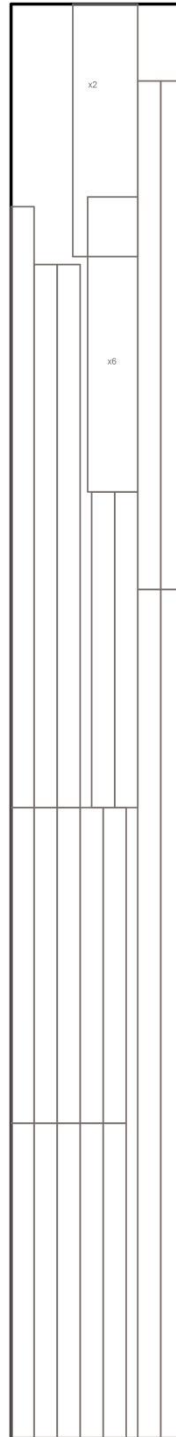
Para determinar los costos de cada conjunto se presupuestan por separado los distintos grupos que conforman el sistema. Todos ellos dentro de la ciudad de México para asegurar su bajo impacto ecológico y un impulso a la economía local.

La facturación de las tinas cerámicas, implicaría la producción de modelos base, 15% más grandes a las medidas originales, y moldes maestros de yeso. Para tener una idea del monto que esto implicaría, se pidió un presupuesto a Marco Antonio Franco Rocha, del taller Diseño en Cerámica (dnc.mx), a continuación se presenta:

- Modelo tina redonda----\$2200
- Molde Mtro. tina red.----\$1500
- Modelo tina semioval----\$5500
- Molde Mtro. Semioval---\$3500
- Tina redonda-----\$1,800
- Tina semioval-----\$3,500

Para determinar el número de tablones que requiere la construcción de la estructura base, y en consecuencia para conocer el precio aproximado de su producción, se realizó un plano de corte guía.

Se consultó el precio de tablones de 250cm x 30cm x 2" de espesor, con tratamiento en sales hidrosolubles en la Maderería Cuauhnáhuac y los precios, con envío incluido eran de: \$544.50 cada tablón, y



como la estructura requiere dos, serían:
\$1089.

También se cotizaron los tablonos sin tratamiento de sales hidrosolubles en la Maderería del Refugio, con las mismas medidas que los anteriores tablonos y el precio era de: \$459. Por dos serían: \$918.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA EL
PRESUPUESTO NECESITADO PARA LA
PRODUCCIÓN DEL MODELO
EXPERIMENTAL:

- Bomba sumergible para fuente: \$270
- Timer digital, 24 hrs/7 días: \$159.70
- Costal 45 litros de arcilla expandida (ClayPebbles): \$585
- Tina de 110 litros ovalada : \$182
- 2 tinas de 35 litros circulares: \$138
- Tina de 25 litros, circular: \$39
- Tubo hidráulico 1/2", 4.10 mts: \$65.60
- Tubo hidráulico 1 1/2", .60 mts: \$30.60
- 4 tapones hidráulicos 1/2": \$20
- 2 tapones hidráulicos 1 1/2": \$25
- 6 adaptadores hidráulicos hembra 1/2": \$60
- 6 adaptadores hidráulicos macho 1/2": \$42
- 11 codos hidráulicos 1/2": \$66
- 12 empaques: \$36
- Semillas (5 bolsitas): \$67
- 10 Mojarras castarrica: \$30
- Lijas: \$26

TOTAL: \$1841.90

CONCLUSIONES

Este proyecto de tesis fue producto de un cruce de intereses personales relacionados con alimentación, urbanismo, cerámica, sustentabilidad, jardinería y diseño. La investigación contempla el enfoque ecológico que estudia la relación entre especies más que las especies por sí mismas. El desarrollo del proyecto fue un acercamiento a campos de saberes cuyo hilo conductor es su vínculo con la naturaleza.

A su vez, el proyecto es una reflexión sobre el diseño industrial y sus consecuencias en el medio ambiente. La función y las posibilidades que ofrece el diseño surgen como un posicionamiento frente a las implicaciones y contradicciones de la producción industrial de objetos utilitarios, que por una parte resuelven necesidades, y por otra las fomentan. En ese sentido, el sistema acuapónico ofrece a pequeña escala, una alternativa al impacto ecológico a causa del consumo exacerbado. En resumen, la sustentabilidad determina los aspectos estético, funcional, mercadológico y de distribución del producto.

El planteamiento de diseño que surge a partir de la investigación de los elementos que componen al sistema, contemplaba el diseño de todas las partes, incluyendo los elementos del aparato circulatorio, formado por tuberías, bomba y temporizador; se sabía que los propósitos eran viables mediante la programación de un *arduino* que midiera y controlara los niveles que se necesitan regular en el sistema —pH, nitritos, nitratos,

temperatura y el suministro de alimento para los peces—, y hasta la implementación de una fuente de energía eléctrica a través de un panel fotovoltaico para lograr un sistema autónomo capaz de implementarse casi en cualquier ubicación, habiendo logrado su soberanía funcional.

A partir de la experimentación e interacción con el sistema, se encontró que se trataba de un objetivo sumamente ambicioso para abordar en este trabajo, y en lugar de abordar esa idea por el momento, pero manteniendo abierta la posibilidad a tratarla en un futuro; se propone un sistema que contempla las características de un contexto específico, la Ciudad de México, para delimitar las variables que afectan directamente el funcionamiento adecuado del diseño, tales como —el clima, los tipos de cultivo y especies de peces, la disponibilidad de recursos de producción dentro de la ciudad— característica que impulsa la economía local, a partir de su producción con proveedores y talleres de la ciudad.

El objeto invita a la creación de redes colaborativas y a participar del proceso e intercambio de aprendizajes que se dan a través de la convivencia en torno al cultivo; a su vez, es una herramienta para experimentar los ciclos de la naturaleza, así como el cultivo, cuidado y cosecha de tu propio alimento. Por lo tanto, promueve la salud y soberanía alimentaria.

La implementación del sistema tiene el potencial de generar cambios paulatinos, a escala humana, dentro la urbe.

4.6.2.1 ANEXO 1

FICHA TÉCNICA DE MATERIALES

CERÁMICA GRES:

La arcilla gres raramente se encuentra en estado puro; generalmente es una mezcla de arcilla de bola y otros minerales que se añaden para aportar especificas cualidades al barro, en estado crudo y cocido. Generalmente de color gris, cocido adquiere una tonalidad que va del amarillo grisáceo al blanco. Índice de cocción 1,200-1,280°C.⁸⁰

El *stoneware* o arcilla gres es una mezcla vítrea, no porosa y opaca. Las características clave incluyen la resistencia al agua, buena dureza, excelente resistencia química, baja resistencia al choque térmico y baja resistencia a la tracción.⁸¹

MOLDES Y YESO:

Para realizar un molde de yeso se necesita entender que existen partes positivas, modelos o esculturas y partes negativas el molde o la cavidad que contendrá y dará

forma a la barbotina líquida vertida sobre ésta.⁸²

El modelo que sirva como parte positiva del molde necesitará tener la textura, forma y tamaño deseados porque el yeso imprimirá cualquier bajo o alto relieve trazado sobre la superficie.

Para determinar el tamaño del modelo habrá que considerar el encogimiento que sufra la pieza en las quemas posteriores. Piezas de alta temperatura por lo general se reducen 7% en quema de sancocho y 8% en la última quema. Por ésta razón se necesitará ampliar el tamaño del modelo inicial un 15% para obtener el tamaño deseado en las piezas.

MADERA DE PINO TRATADA CON SALES HIDROSOLUBLES:

Debido a que el sistema se ubicará en exteriores, se contempla el uso de madera de pino tratada con sales de CCA y así aportar más vida útil al sistema.

El proceso con sales de cromo, cobre y arsénico (CCA) sobre la madera actúan como preservantes del material. Se aplican parcialmente a maderas ya secas mediante un proceso de impregnación al vacío. Las sales quedan depositadas en las paredes de las células de la madera de tal modo que resultan insolubles en agua, y así la

⁸⁰ Matisson, Steve. 2006. Guía completa del ceramista. BLUME. Barcelona.

⁸¹ Lefteri, Chris. 2007. Materials for inspirational design. Rockport Publishers.

⁸² E. Frith, Donald. 1992. Mold Making for Ceramics. A&C Black.

madera tratada se puede exponer al exterior y en contacto con agua.

Las sales de cobre, cromo y arsénico no son tóxicas para las plantas ni animales una vez que han quedado depositadas en la madera. Debido a que las sales se han disuelto en agua el procedimiento motiva que la madera trabaje y asimismo le da un color gris verdoso.⁸³

⁸³ Johnston, Davis. 1989. La madera, clases y características. Ed. CEAC. Barcelona.

4.7 ANEXO 2

PLANOS

1

2

3

4

A

B

C

D

CC01

CC02

GV02

CC03

GV03

TC02

TC03

MR02

MS02

MR02

MR03

EP04

EP03

EP05

CC02

GV02

GV01

TC02

TC01

MR02

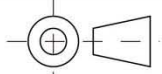
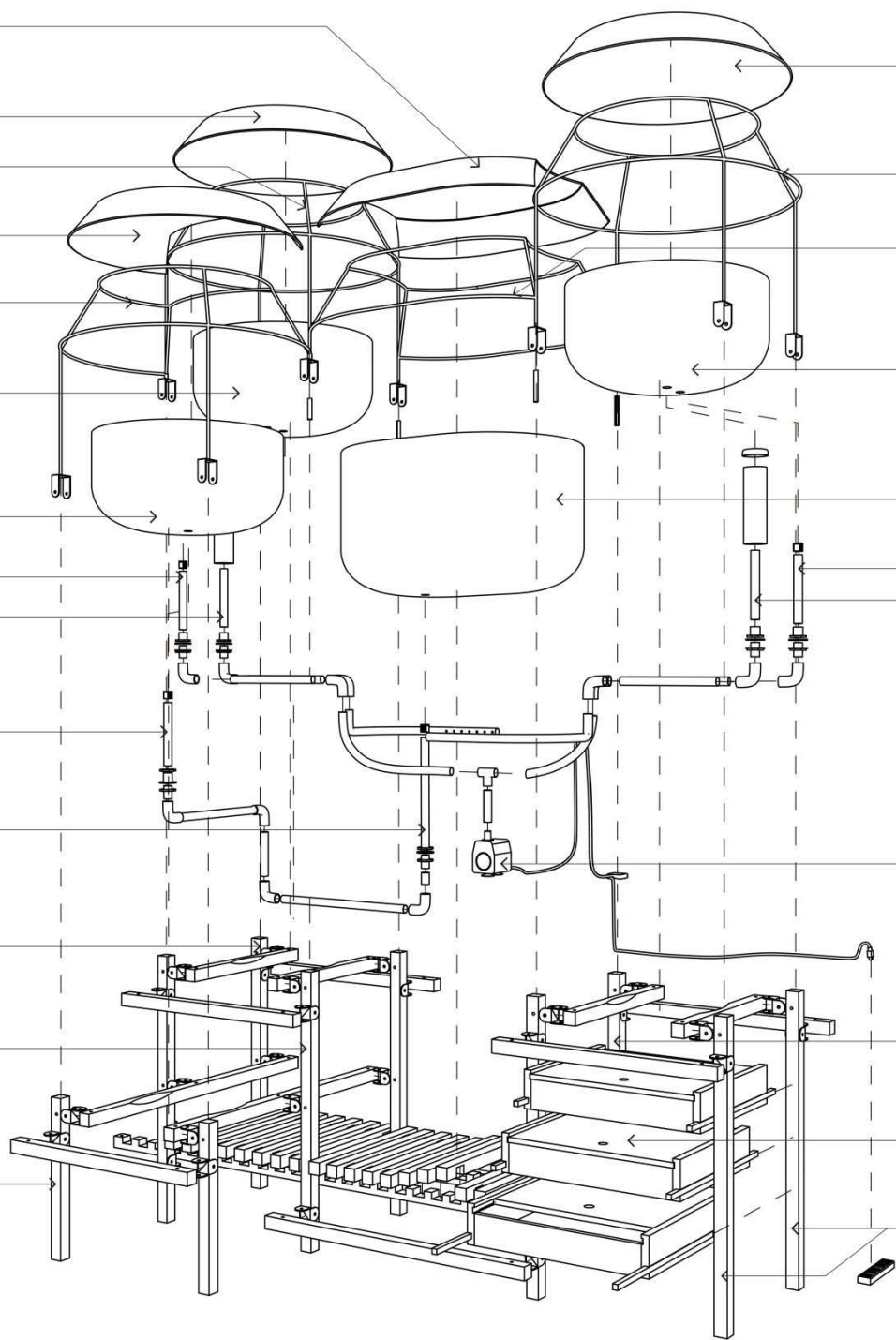
MS02

BA01

EP02

EC01

EP01



1

2

3

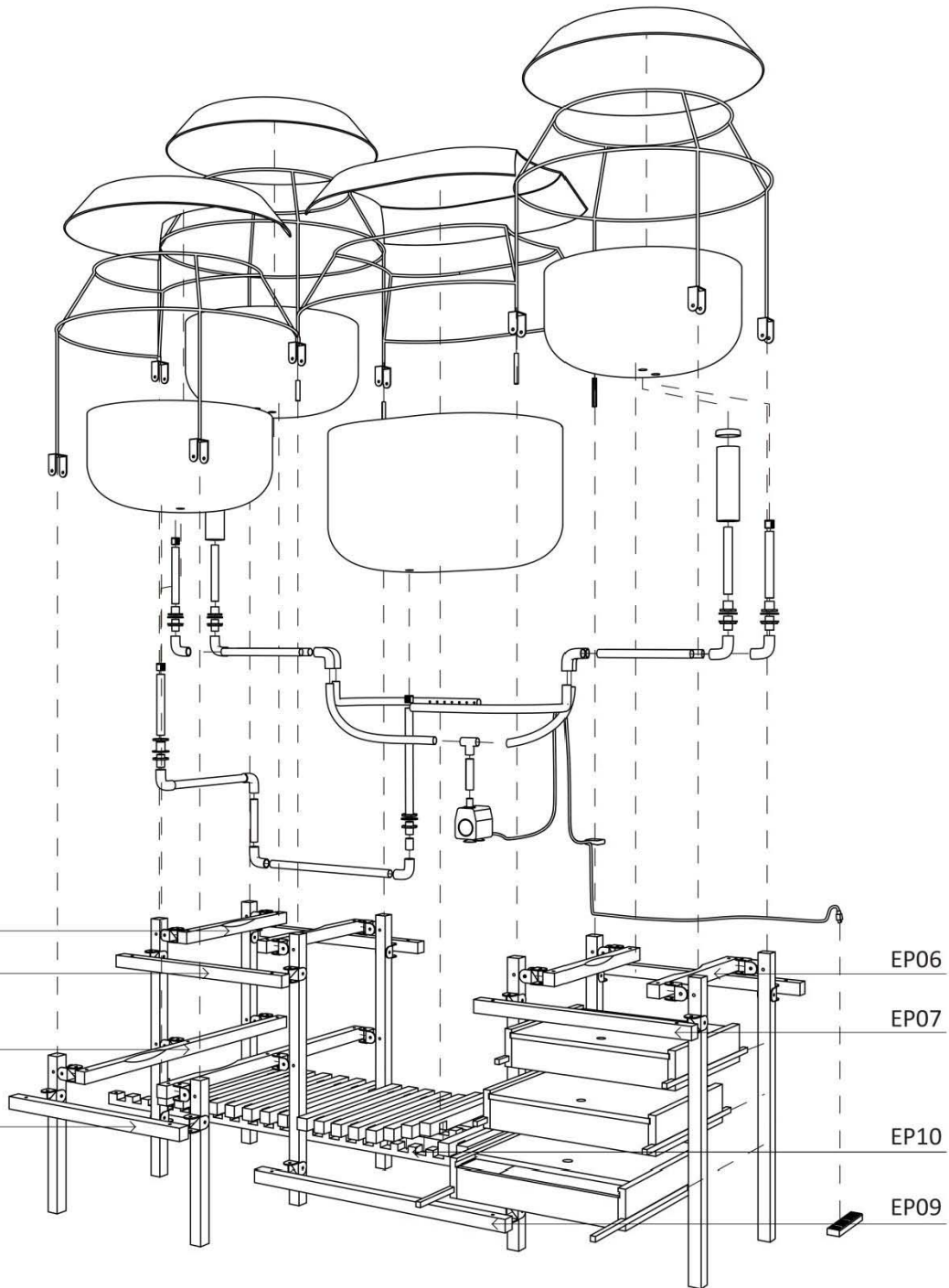
4

A

B

C

D



EP06

EP07

EP08

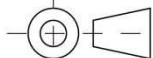
EP07

EP06

EP07

EP10

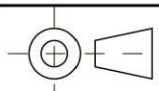
EP09



	1	2	3	4	
	CLAVE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL(ES)	PRODUCCIÓN	# PIEZAS
A	CC01	Cubierta cerámica	Pasta gres sanitaria	Vaciado en molde de yeso y quema en alta temperatura	1
	CC02	Cubierta cerámica	Pasta gres sanitaria	Vaciado en molde de yeso y quema en alta temperatura	2
	CC03	Cubierta cerámica	Pasta gres sanitaria	Vaciado en molde de yeso y quema en alta temperatura	1
B	GV01	Varillas guía/ Soporte para plantas	Varillas de acero	Corte, dobléz, soldado y acabado en pintura electros-tática	1
	GV02	Varillas guía/ Soporte para plantas	Varillas de acero	Corte, dobléz, soldado y acabado en pintura electros-tática	2
	GV03	Varillas guía/ Soporte para plantas	Varillas de acero	Corte, dobléz, soldado y acabado en pintura electros-tática	1
C	TC01	Tina de cultivo piscícola	Pasta gres sanitaria	Vaciado en molde de yeso y quema en alta temperatura	1
	TC02	Tina de cultivo vegetal	Pasta gres sanitaria	Vaciado en molde de yeso y quema en alta temperatura	2
	TC03	Tina de cultivo alimento	Pasta gres sanitaria	Vaciado en molde de yeso y quema en alta temperatura	1
D	MS02	Mecanismo de sifón	PVC, Polipropileno y hule EPDM	Extrusión e inyección de piezas	24
	MR02	Mecanismo de riego	PVC, Polipropileno y hule EPDM	Extrusión e inyección de piezas	23
	MR03	Mecanismo de riego	PVC, Polipropileno y hule EPDM	Extrusión e inyección de piezas	20

SISTEMA ACUAPÓNICO

Aranda Morán Lilia Paulina



descripción 01

SADS

sin escala

marzo, 2015

DS_01

	1	2	3	4	
	CLAVE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL(ES)	PRODUCCIÓN	# PIEZAS
A	BA01	Bomba de agua sumergible	Elemento comercial	Inyección y maquinado de piezas	1
	EC01	Cajones de estructura	Tablones de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	24
B	EP01	Polines de estructura	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	2
	EP02	Polines de estructura	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	2
	EP03	Polines de estructura	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	2
	EP04	Polines de estructura	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	2
C	EP05	Polines de estructura	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	2
	EP06	Polines de estructura, sujeta tinas	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	4
	EP07	Polines estructurales	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	5
	EP08	Polines de estructura, sujeta tinas	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	2
D	EP09	Polines estructurales	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	2
	EP10	Polines de estructura, superficie	Polines de Pino en sales hidrosolubles	Aserrado, cortado, maquinado y tratamiento en sales	22

SISTEMA ACUAPÓNICO Aranda Morán Lilia Paulina		descripción 02		DS_02 122
		SADS	sin escala marzo, 2015	

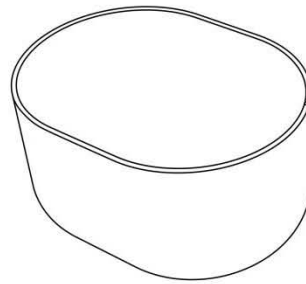
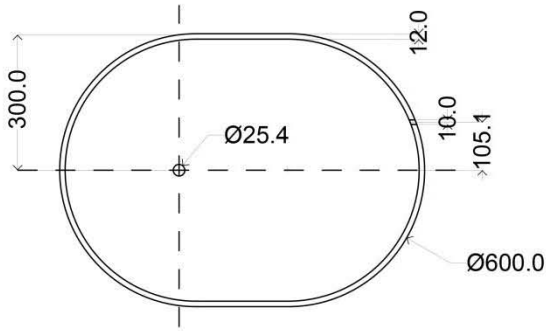
1

2

3

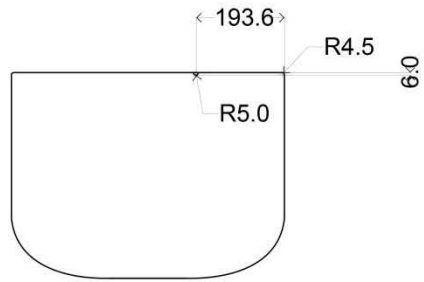
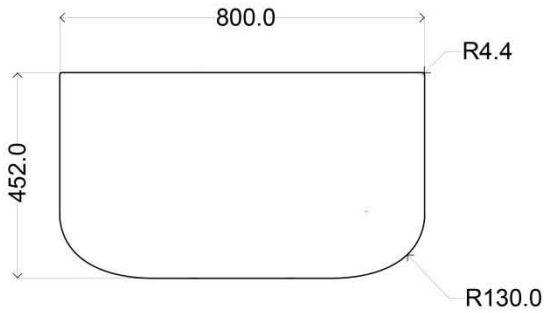
4

A

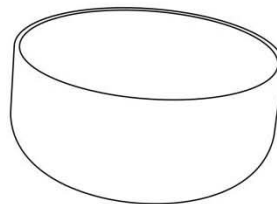
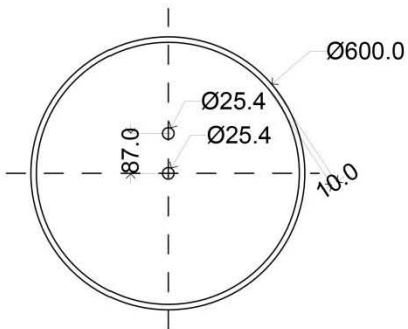


TC01

B

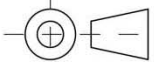
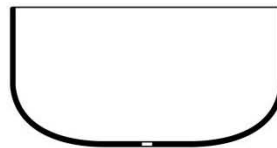
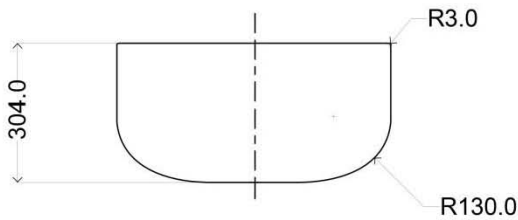


C



TC02

D



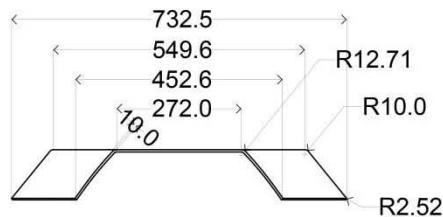
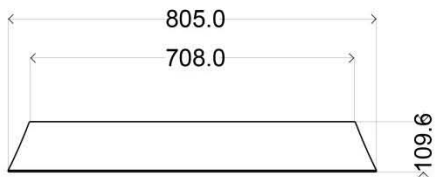
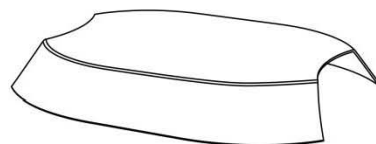
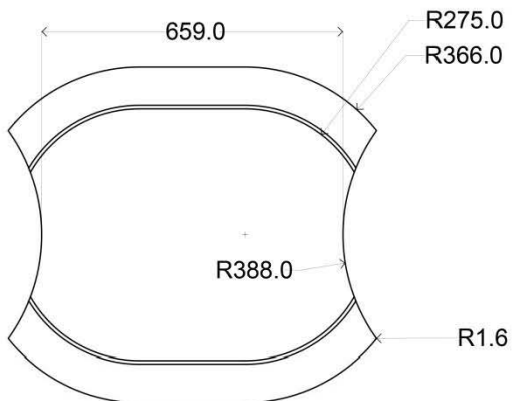
1

2

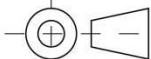
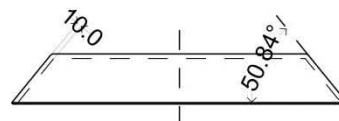
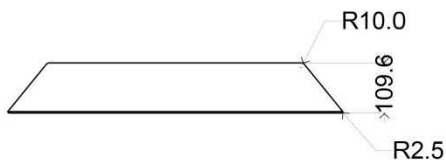
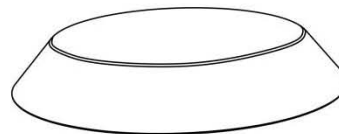
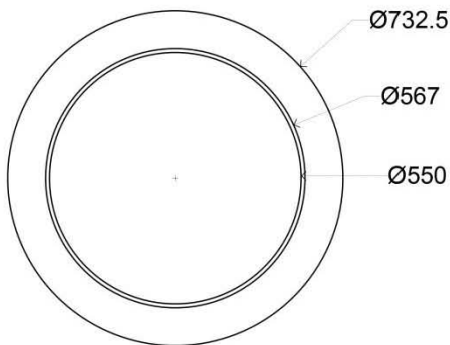
3

4

CC01



CC02



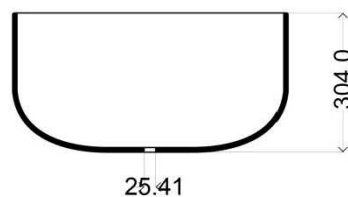
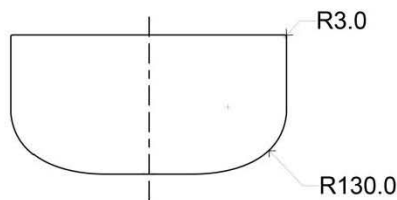
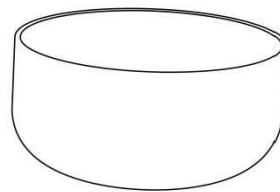
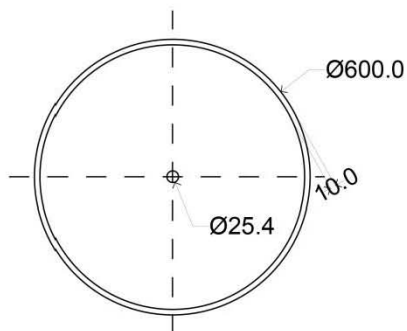
1

2

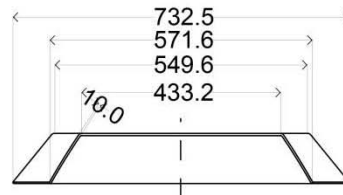
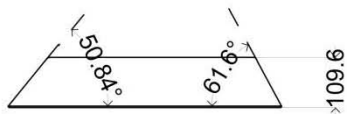
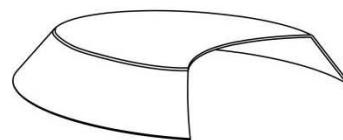
3

4

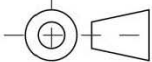
TC03



CC03



SISTEMA ACUAPÓNICO
Aranda Morán Lilia Paulina



plano por pieza

Tina y cubierta

cotas en mm

esc: 1:8

marzo, 2015

TC03/CC03

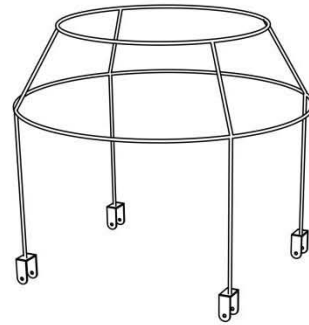
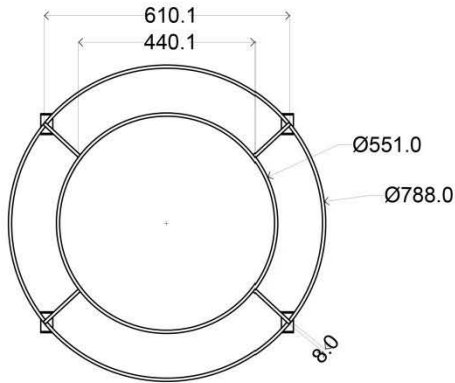
1

2

3

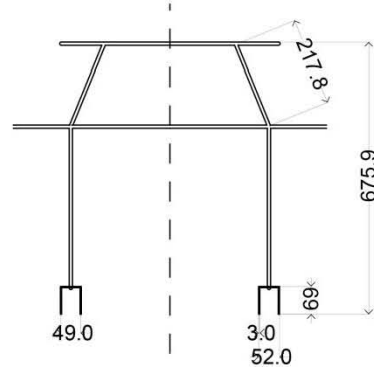
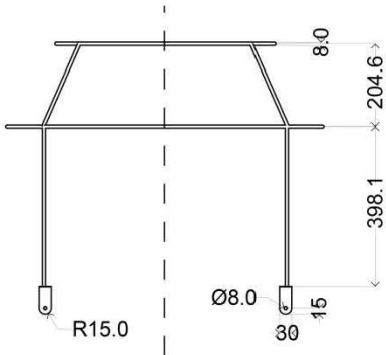
4

GV02

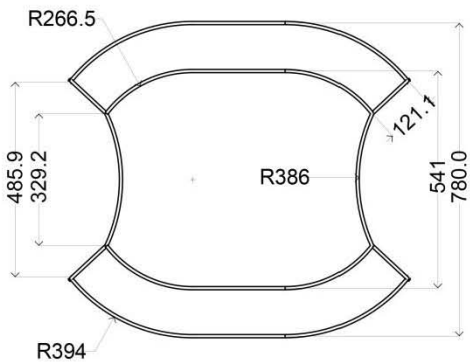


A

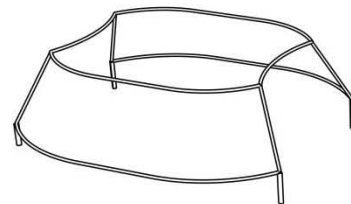
B



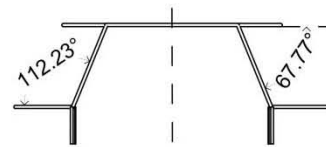
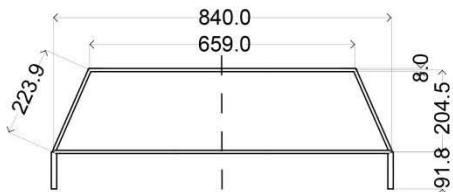
C



GV01

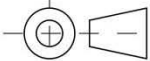


D



SISTEMA ACUAPÓNICO

Aranda Morán Lilia Paulina



plano por pieza

Guías

cotas en mm

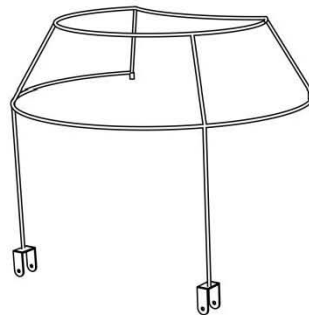
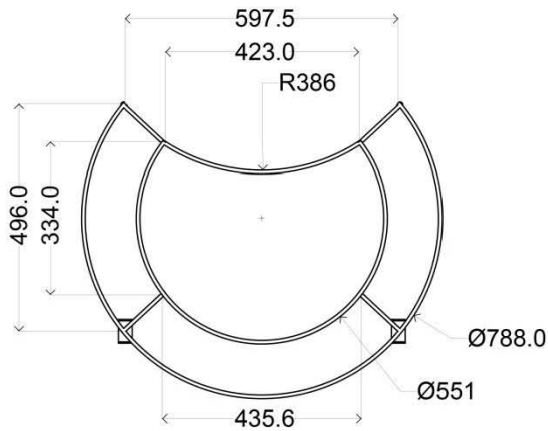
sin escala

marzo, 2015

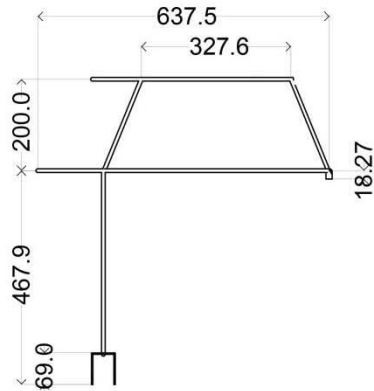
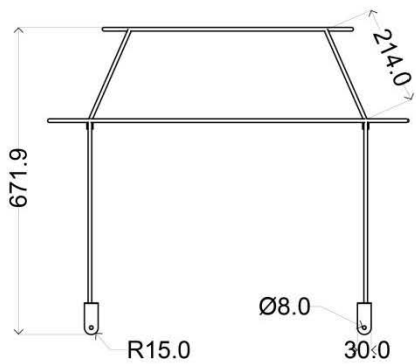
GV02/GV01
126

A

GV03

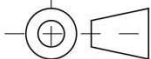


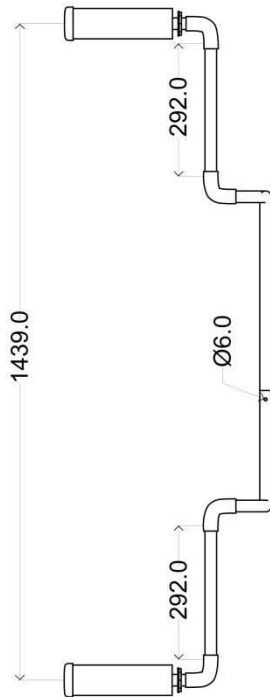
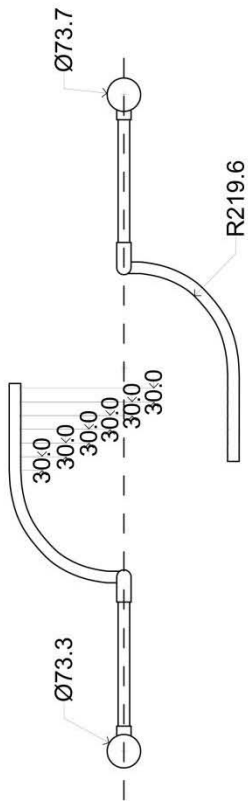
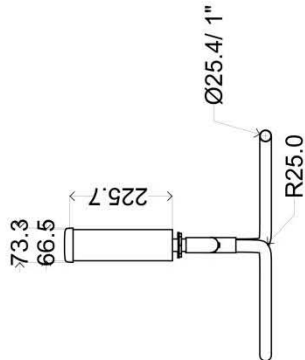
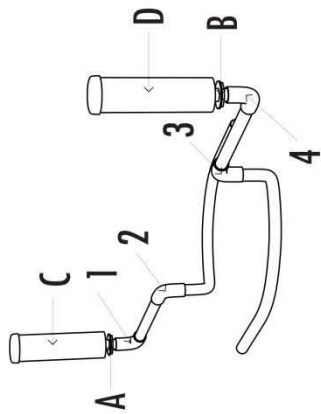
B



C

D

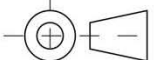




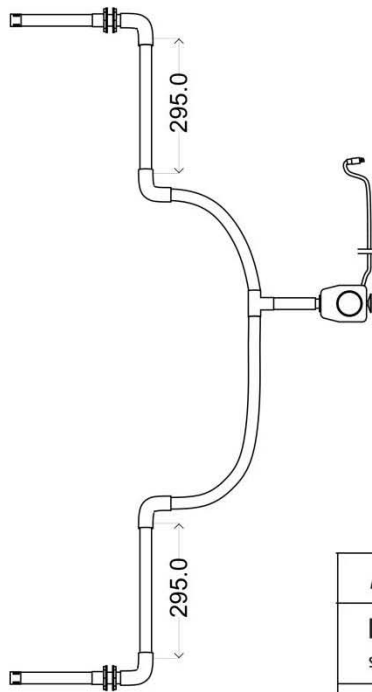
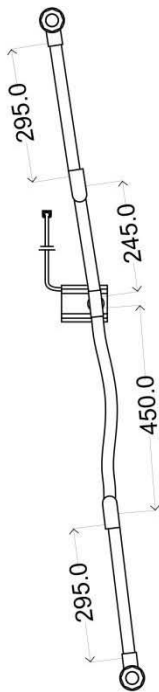
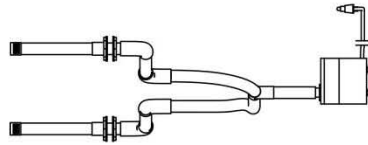
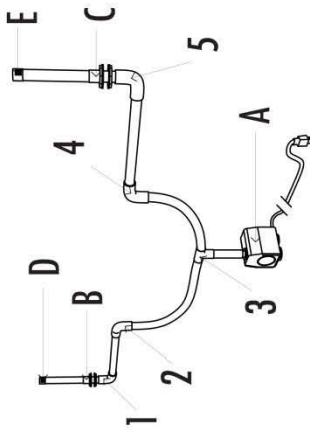
A, B: sellos macho y hembra con empaques de seguridad.

C, D: conjuntos de tubos de distintos diámetros para el mecanismo de sifón.

1, 2, 3, 4: codos en L para tubos de 1".



MR02



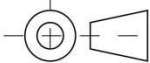
A: bomba sumergible de agua.

B, C: sellos macho y hembra con empaques de seguridad.

D, E: tapones barrenados para el riego de las tinas de cultivo vegetal.

1, 2, 3, 4 y 5: codos en L y T para tubos de 1".

SISTEMA ACUAPÓNICO
Aranda Morán Lilia Paulina



plano por sistema

Mecanismo de riego

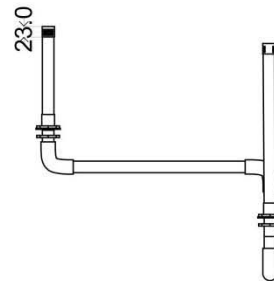
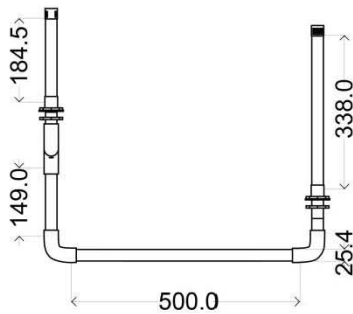
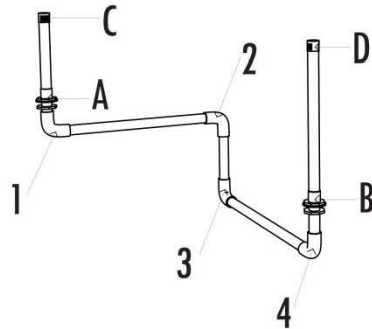
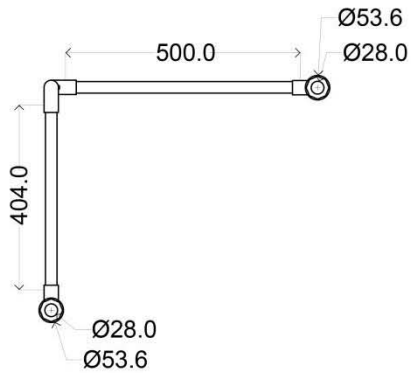
cotas en mm

esc: 1:8

marzo, 2015

MR02

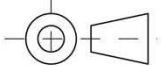
MR03



A, B: sellos macho y hembra con empaques de seguridad.

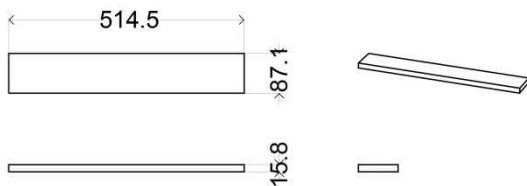
C, D: tapones red para comunicar ambas tinajas.

1, 2, 3, 4: codos en L para tubos de 1".

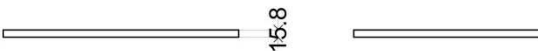
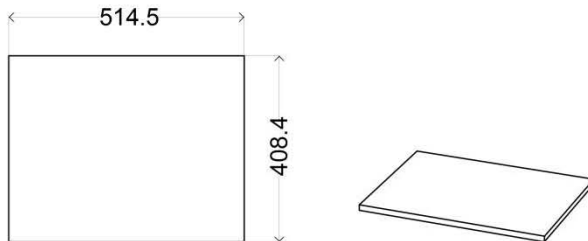


EC01

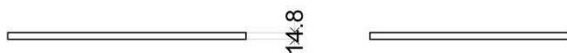
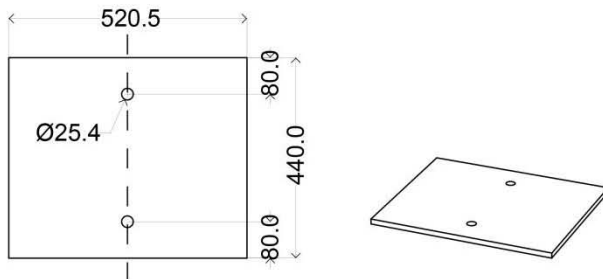
A



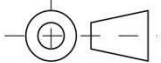
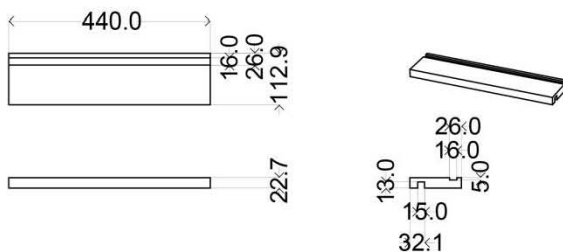
B



C



D

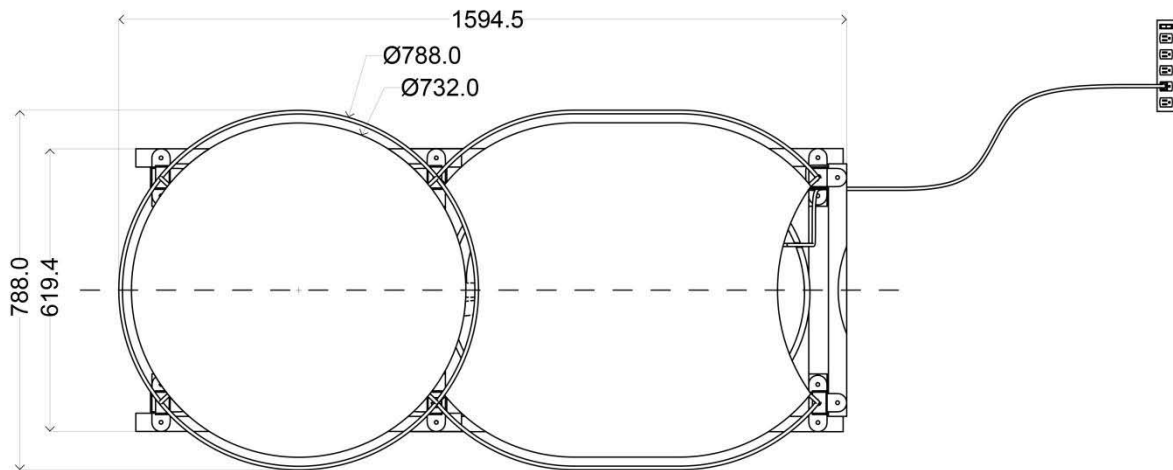


1

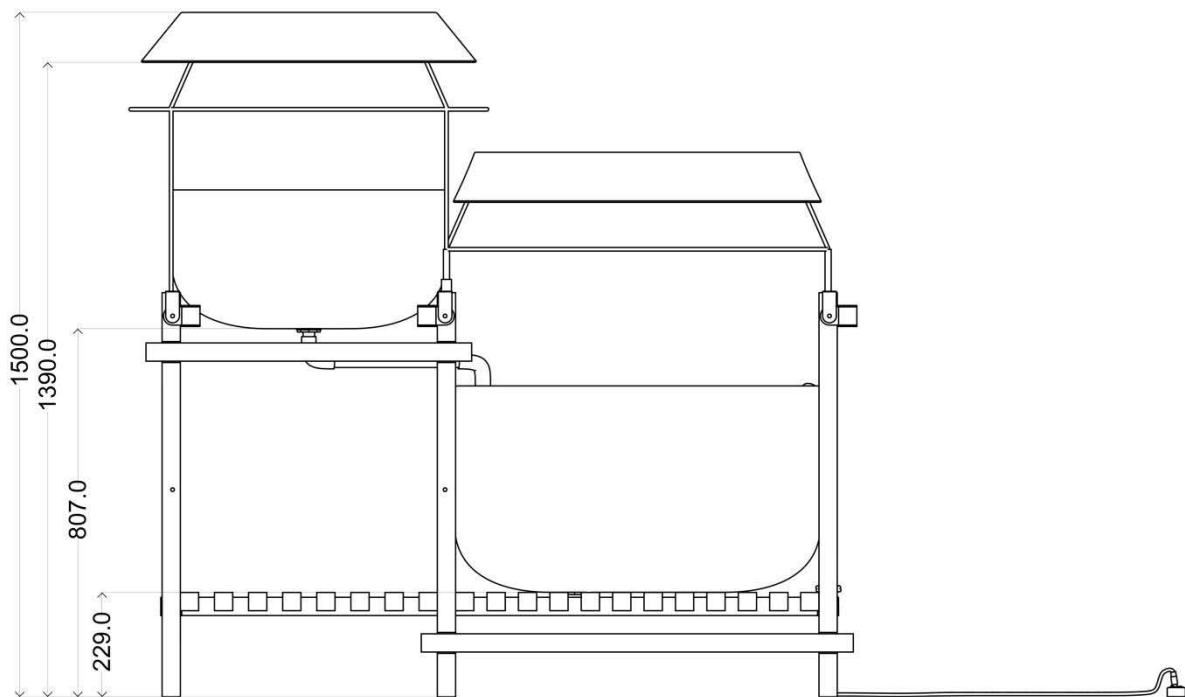
2

3

4



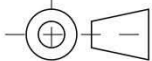
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

SISTEMA ACUAPONICO

Aranda Morán Lilia Paulina



plano por conjunto

Conjunto A

cotas en mm

esc: 1:8

marzo, 2015

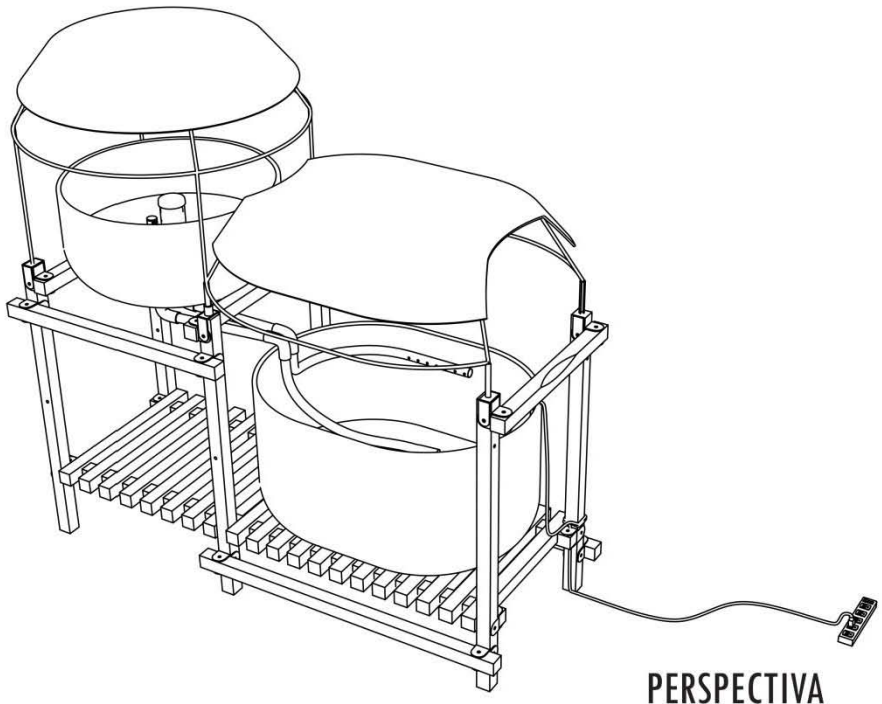
A1
132

A

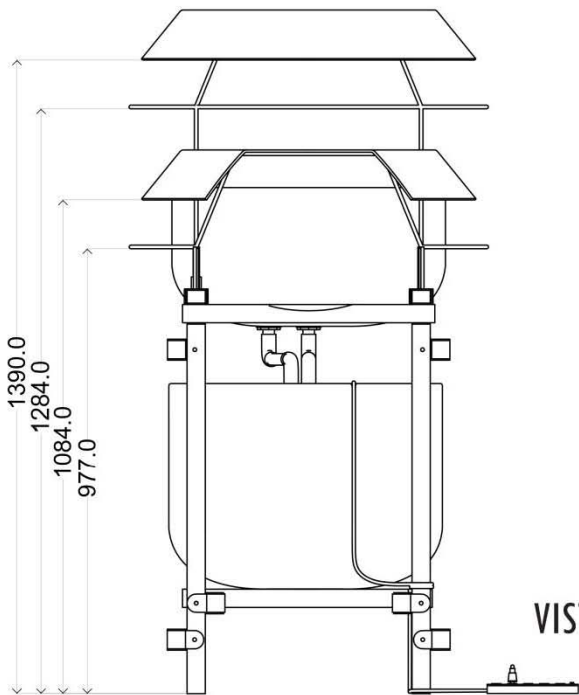
B

C

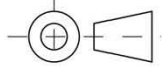
D



PERSPECTIVA



VISTA LATERAL

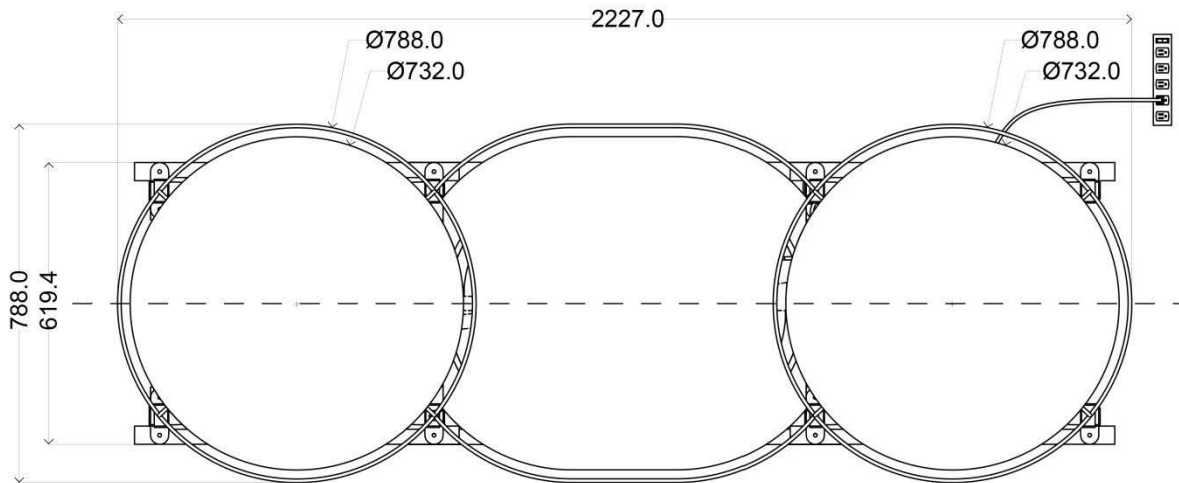


1

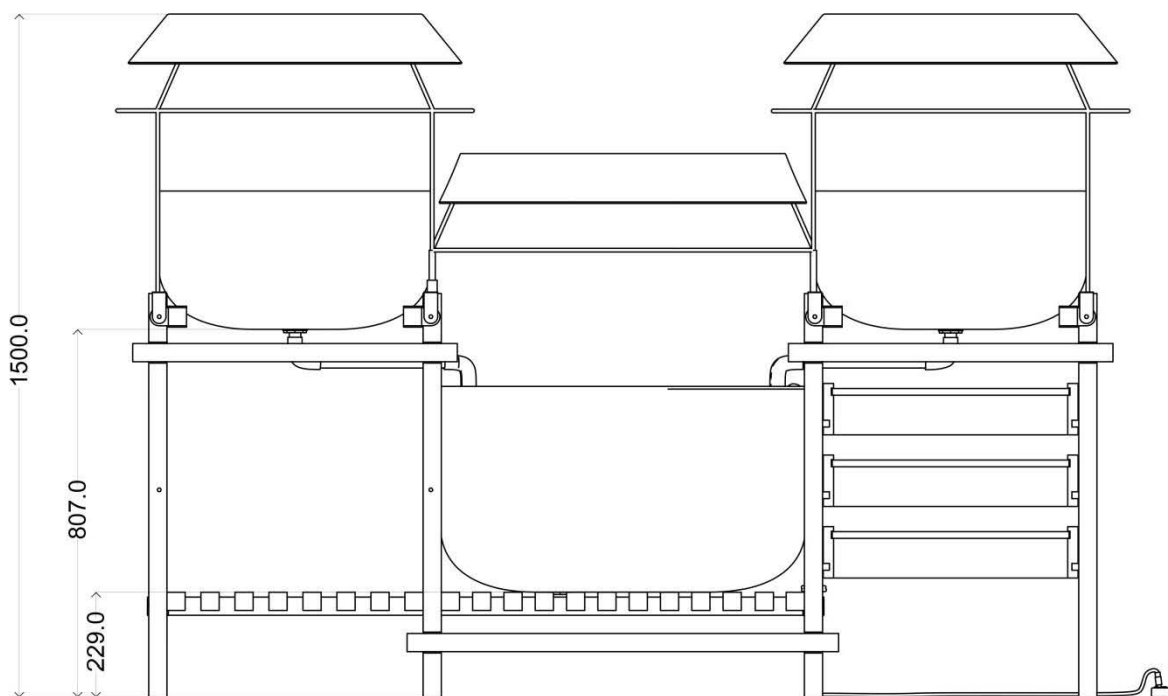
2

3

4



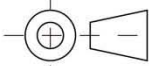
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

SISTEMA ACUAPÓNICO

Aranda Morán Lilla Paulina



plano por conjunto

Conjunto B

cotas en mm

esc: 1:8

marzo, 2015

B1
134

1

2

3

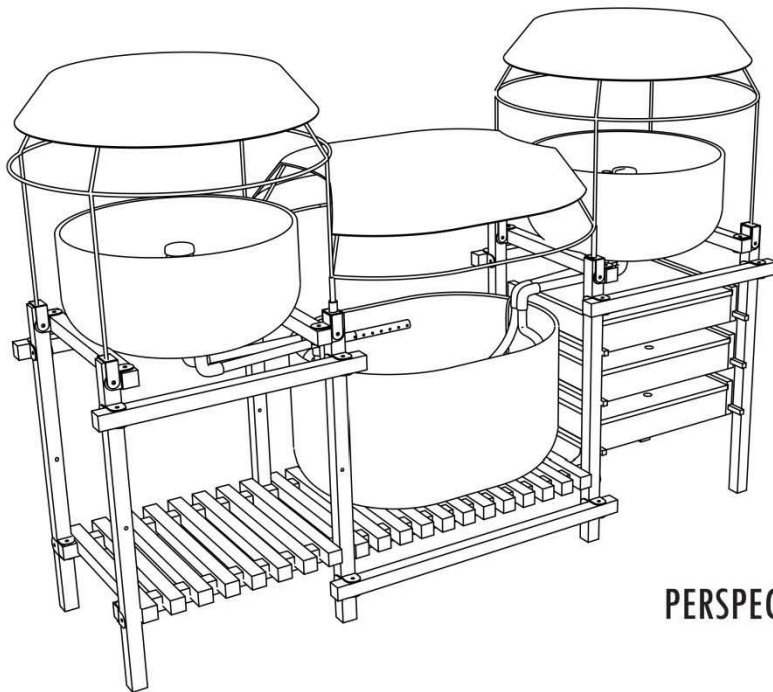
4

A

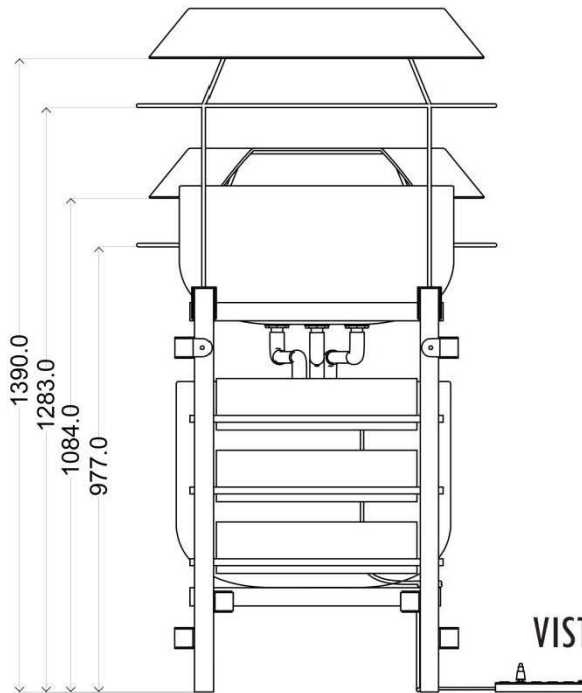
B

C

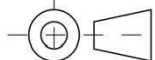
D



PERSPECTIVA



VISTA LATERAL

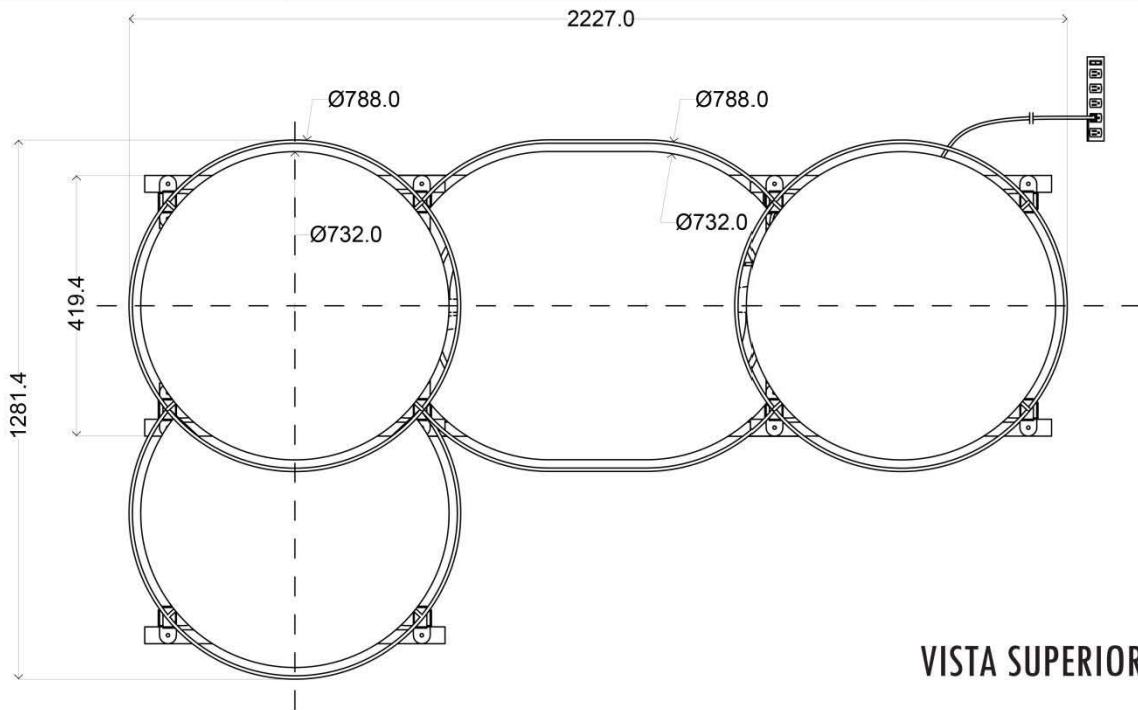


1

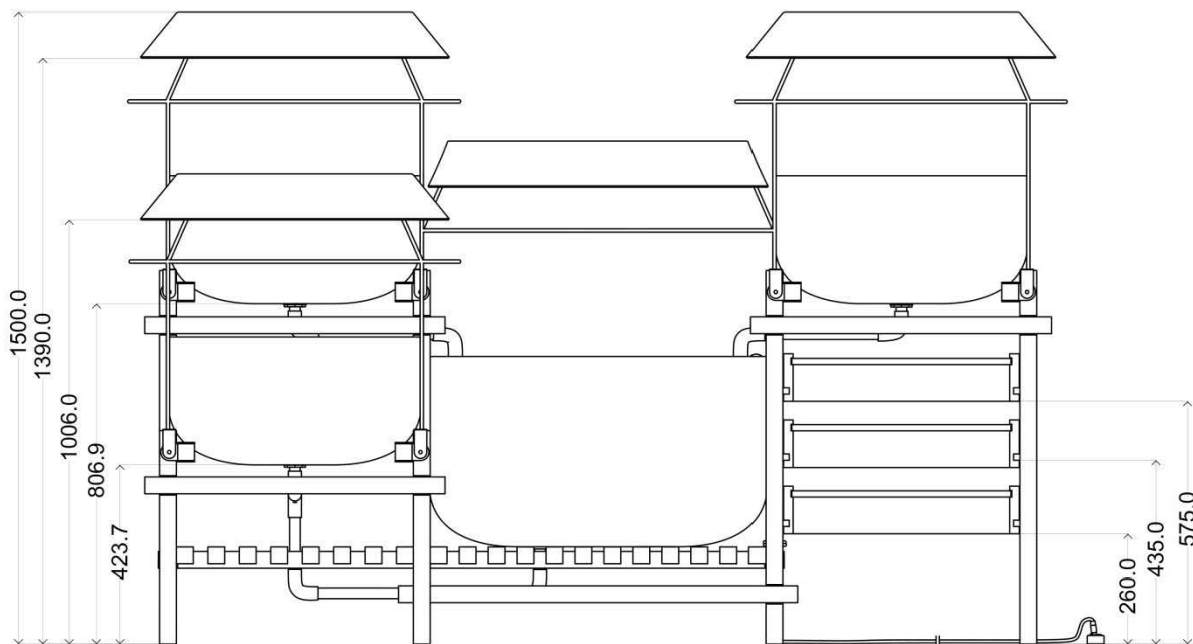
2

3

4



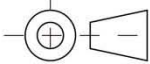
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

SISTEMA ACUAPÓNICO

Aranda Morán Lilla Paulina



plano por conjunto

Conjunto C

cotas en mm

sin escala

marzo, 2015

C1
136

