



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
UNIDAD TECAMACHALCO



---

**ARQUITECTURA Y TERRAFORMACIÓN**  
**IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE TERRAFORMACIÓN EN**  
**EDIFICACIONES UBICADAS EN CLIMAS EXTREMOS EN MÉXICO**

TITULACIÓN POR TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO ARQUITECTO.  
PRESENTA:

**ULAJE CORREA GABRIEL**

**Director interno:**

M. en C. Bertha Nelly Cabrera Sánchez

**Director externo:**

Dr. José Antonio Castillo Torres

**Sinodales:**

Ing. Arq. Roberto Rosas López

Ing. Arq. Arturo González Arroyo

M. en A. Miguel Ángel Chargoy Rodríguez

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis familiares y amigos, que, gracias a su compañía, consejos y ayuda pude desarrollarme como profesionista y ser humano.

A mis padres José y Celina, por su apoyo incondicional, confianza y amor.

A mis hermanos Carlos y Celeste por ser un importante pilar de apoyo y sabiduría.

Y a mis amigos Daniel, Octavio, Juan Carlos, Jorge, Aline, Laura, Emir por su apoyo e invaluable amistad.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional, por permitirme formar parte de esta gran casa de estudios y formarme como profesionista.

A la M. en C. Bertha Nelly Cabrera Sánchez, por haber apoyado este proyecto de tesis, sin su guía esto no hubiera sido posible, al Dr. José Antonio Castillo Torres por brindarme sus conocimientos en análisis energético que fueron de vital importancia para este proyecto.

A todos mis profesores que me educaron y me inspiraron, a mis amigos que me apoyaron y en especial a mis padres que con su sabiduría y amor me guiaron por este camino.

A todos los autores que se encuentran en la bibliografía por documentar sus conocimientos y alimentar las mentes hambrientas de conocimiento.

A todas esas fuentes de información abiertas y gratuitas que comparten información sin fines de lucro, por proporcionar información necesaria para la elaboración de este documento.

# INDICE

<b>JUSTIFICACIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I. CONTEXTO ACTUAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>3</b>
1.1 CAMBIO CLIMÁTICO.....	3
1.2 DISPERSIÓN URBANA .....	8
1.3 DEGRADACIÓN DEL SUELO.....	9
1.4 CONSUMO ENERGÉTICO.....	17
1.5 SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN .....	23
1.6 CONSUMO Y RECURSOS ENERGÉTICOS EN LA VIVIENDA.....	24
1.7 SÍNTESIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DIAGNOSTICO .....	26
<b>CAPITULO II: TERRAFORMACIÓN Y CONCEPTOS GENERALES .....</b>	<b>28</b>
2.1 ¿QUÉ ES LA TERRAFORMACIÓN?.....	28
2.2 PARATERRAFORMACIÓN.....	29
2.3 SISTEMAS FÍSICOS .....	30
2.4 SISTEMAS ECOLÓGICOS CERRADOS (CES).....	31
2.5 ECOESFERAS MATERIALMENTE CERRADAS (MCE).....	32
2.6 SISTEMAS DE SOPORTE VITAL CERRADO (CLSS) Y CONTROL AMBIENTAL DE SOPORTE VITAL (CELSS).....	33
2.7 SISTEMAS BIOSFÉRICOS (BS).....	34
2.8 TECNOLOGÍA BIORREGENERATIVA (BT) .....	35
<b>CAPITULO III: CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE ENTORNO CERRADO.....</b>	<b>37</b>
3.1 ENTORNO Y RIESGOS POTENCIALES PARA LOS USUARIOS.....	37
3.2 INSUMOS NECESARIOS.....	40
3.3 SISTEMAS DE SOPORTE VITAL.....	41
3.4 NECESIDADES DE USUARIO.....	42
<b>CAPITULO IV: SISTEMAS DE AUTOPRODUCCIÓN Y REGENERACIÓN.....</b>	<b>44</b>
4.1 TECNOLOGÍAS BIORREGENERATIVAS .....	44
4.2 PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS.....	45
4.3 LIMPIEZA Y CALIDAD DEL AIRE.....	47
4.4 REUTILIZACIÓN DEL AGUA.....	50
4.5 SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN.....	52
<b>CAPITULO V: CONJUNCION Y JUSTIFICACION.....</b>	<b>56</b>
5.1 RESUMEN DE CONCEPTOS .....	56
5.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	57
5.3 PROYECCIÓN A FUTURO .....	58
<b>CAPÍTULO VI: NORMATIVIDAD .....</b>	<b>60</b>
6.1 NORMATIVA APLICABLE .....	60
6.2 LINEAMIENTOS TÉCNICOS.....	61
<b>CAPITULO VII: METODOLOGIA ARQUITECTÓNICA PARA EL PROTOTIPO CES.....</b>	<b>62</b>
6.1 PROYECTOS ANÁLOGOS.....	62
6.2 USUARIOS POSIBLES.....	67
6.3 PROGRAMA DE NECESIDADES.....	67

6.4 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO.....	69
6.5 DIAGRAMAS DE FUNCIONAMIENTO .....	71
6.5 PARÁMETROS DE DISEÑO .....	73
6.6 SISTEMAS DE SOPORTE VITAL PARA EL PROYECTO.....	78
<b>CAPITULO VIII: PROTOTIPO- PROYECTO ARQUITECTÓNICO .....</b>	<b>80</b>
<b>CAPITULO IX: PROTOTIPO – PROYECTO EJECUTIVO ESTRUCTURA .....</b>	<b>95</b>
9.1 MEMORIA DESCRIPTIVA .....	101
9.2 MEMORIA DE CÁLCULO.....	101
<b>CAPITULO X: PROTOTIPO – PROYECTO EJECUTIVO SISTEMAS HIDROSANITARIOS .....</b>	<b>118</b>
10.1 MEMORIA DESCRIPTIVA .....	129
10.2 MEMORIA DE CALCULO.....	129
<b>CAPITULO XI: PROTOTIPO – PROYECTO EJECUTIVO INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN .....</b>	<b>135</b>
11.1 MEMORIA DESCRIPTIVA .....	140
11.2 MEMORIA DE CALCULO .....	140
<b>CAPITULO XII: PROTOTIPO- PROYECTO EJECUTIVO INSTALACIONES ESPECIALES .....</b>	<b>143</b>
<b>CAPITULO XIII: MEMORIAS DE CÁLCULO – SISTEMAS DE SOPORTE VITAL Y CONTROL AMBIENTAL. ....</b>	<b>149</b>
13.1 VARIABLES PARA CALCULO EN SISTEMAS DE SOPORTE VITAL .....	149
13.2 PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS .....	149
13.3 AISLAMIENTO TÉRMICO .....	153
<b>CAPITULO XIV: PRESUPUESTO DE PROYECTO.....</b>	<b>159</b>
14.1 FACTOR DE SALARIO REAL. (FASAR) .....	159
14.2 PRECIOS UNITARIOS.....	160
14.3 CATÁLOGO DE CONCEPTOS. ....	167
14.4 PRESUPUESTO DE OBRA .....	170
<b>CAPITULO XV. FINANCIAMIENTO .....</b>	<b>171</b>
15.1 FUENTES DE FINANCIAMIENTO NACIONALES. ....	171
10.2 FUENTES DE FINANCIAMIENTO INTERNACIONALES. ....	174
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>175</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>177</b>

# JUSTIFICACIÓN GENERAL

El presente documento es resultado de la reflexión del autor con respecto a las problemáticas actuales relacionadas al campo de estudio de la arquitectura y el urbanismo, desde la extracción de recursos, la dispersión urbana, hasta el consumo energético y la auto sustentabilidad.

A lo largo del presente documento se revisarán algunos ejemplos para vislumbrar una posible corriente de diseño en el campo de la arquitectura, la cual puede dar solución o aportar a la solución de algunas de las problemáticas presentadas dentro del mismo.

Como parte del sentimiento de responsabilidad a la hora de la planeación y la toma de decisiones el ámbito laboral del quehacer del ingeniero arquitecto, es ahora una obligación pensar en las consecuencias del desarrollo tanto o más como en su significado de trascendencia o la simple inercia impulsada por los caprichos económicos.

Los conceptos de la terraformación y la ingeniería planetaria pueden presentar un cambio radical en la manera de concepción de los espacios habitables pese a no tener una pronta aplicación real dentro del campo de la construcción.

Este documento busca romper con la rígida hegemonía de la planeación de espacios habitables sin dar mucho peso a la configuración estética, priorizando el mero funcionamiento de los elementos y su interrelación, integrar conocimientos de otras áreas de estudio, así como posibles soluciones tecnológicas, para intentar aterrizar los conceptos vistos a lo largo de los capítulos en una posible aplicación real con tecnologías actuales o en desarrollo.

# INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentará el desarrollo de una instalación base con conceptos de terraformación para una vivienda aislada en un clima cálido árido extremo. La instalación base consiste en integrar sistemas de soporte vital, control ambiental y tecnologías biorregenerativas de acuerdo a un uso habitacional. Basándome en conceptos y tecnologías implementadas en otros campos de conocimiento de la ingeniería.

Primero se analizará el cambio climático, la explotación de recursos, el crecimiento de la mancha urbana, el consumo energético por parte de la industria y la vivienda. Posteriormente se abordarán las problemáticas, consecuencias y la relación que tiene el sector de la construcción con la vivienda.

Después se expondrán los conceptos que darán pie al desarrollo del prototipo, así como los posibles usuarios, sistemas y componentes tecnológicos y biológicos necesarios para su funcionamiento. Además, se analizarán los parámetros de diseño del proyecto, el entorno, los usuarios, las necesidades de estos y las tecnologías requeridas para el sustento de la instalación base.

Posteriormente, se desarrollará la metodología del proyecto arquitectónico de una instalación base, el proyecto arquitectónico y ejecutivo, el análisis del costo, y finalmente revisaran algunos métodos de financiamiento.

# CAPÍTULO I. CONTEXTO ACTUAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO.

En este capítulo se analizará la situación actual del entorno natural y urbano, las problemáticas y desafíos que representan la relación competitiva entre estas dos áreas, junto con la relación que tienen las actividades industriales, haciendo énfasis en el sector de la construcción y al final se presentará un resumen puntualizando las problemáticas presentadas a lo largo del capítulo con un breve diagnóstico.

## 1.1 Cambio climático

Uno de los principales problemas de la actualidad es el cambio climático, resultado del calentamiento global, es decir el aumento gradual de la temperatura atmosférica que se ha experimentado desde finales del siglo XIX debido a la emisión de gases de efecto invernadero por la quema de combustibles fósiles (Riebeek, 2010).

Según el quinto Informe de Evaluación del Calentamiento en el Sistema Climático<sup>1</sup> del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés)<sup>2</sup> desde la década de los cincuenta se han registrado cambios sin precedentes en el sistema climático del planeta cuando se compara con los cambios ocurridos en los últimos miles de años. Un ejemplo claro es la disminución de los volúmenes de nieve y hielo en los casquetes polares y el aumento nivel del mar. Además, es probable que de 1983 a 2012 haya sido el periodo más cálido en los últimos 1,400 años en el hemisferio norte (IPCC, 2013) ver Gráfica 1.

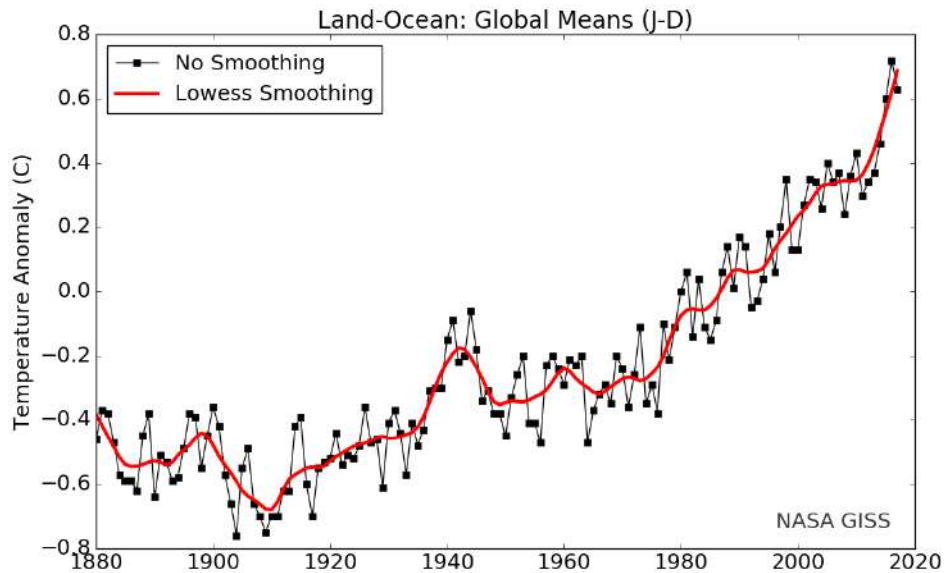
Además, la incorporación de CO<sub>2</sub> en el océano ha dado lugar a un aumento del 26% en su acidificación, lo que tendrá efectos negativos en la vida marina, principalmente organismos calcáreos<sup>3</sup>. Lo anterior genera una incertidumbre de las posibles consecuencias a futuro tanto económicas como ecológicas (IGBP, 2009).

---

<sup>1</sup> Es un sistema altamente complejo integrado por cinco grandes componentes: atmósfera, hidrosfera (océanos y mares), litosfera (superficie terrestre continental e insular), criósfera (hielo marino, cubierta de nieve estacional, glaciares de montaña y capas de hielo a escala continental) y la biosfera (vida vegetal y animal, incluida la humana), y las interacciones entre ellos.

<sup>2</sup> Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

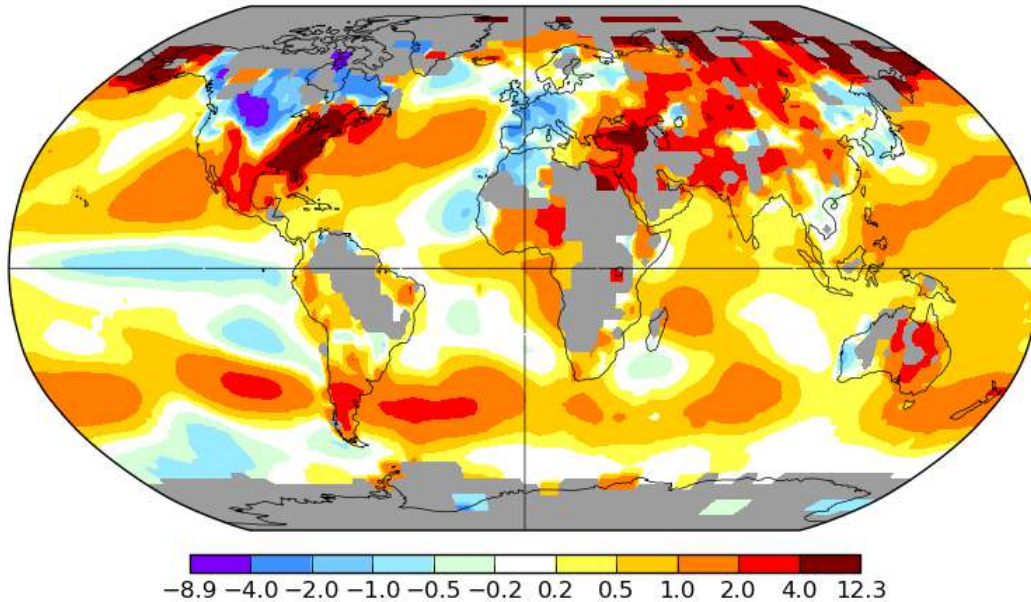
<sup>3</sup> Formas de vida cuyo esqueleto mineral está compuesto por espículas de carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>)



Gráfica 1 Anomalías de la temperatura desde el año 1880-presente. La línea negra continua es la media anual global y la línea roja continua es la bajada de cinco años sin anomalías. Fuente: Instituto Goddard de Estudios Espaciales Análisis de temperatura superficial GISS.

Entre 1992 y 2011, los cuerpos de hielo de Groenlandia y la Antártida han ido perdiendo masa. Los glaciares junto con el manto de nieve en primavera en el hemisferio norte se han reducido en extensión siguiendo la tendencia de los cuerpos mantos de hielo (IPCC, 2014). Desde los últimos 48 años, la tierra ha experimentado un desequilibrio entre la radiación que recibe y la que sale desde ella. Desde 1950 se han observado cambios drásticos en los valores máximos y mínimos históricos de las temperaturas frías extremas, de las temperaturas cálidas extremas, la elevación del mar y en las precipitaciones pluviales en diversas regiones (IPCC, 2013), ver Mapa 1.





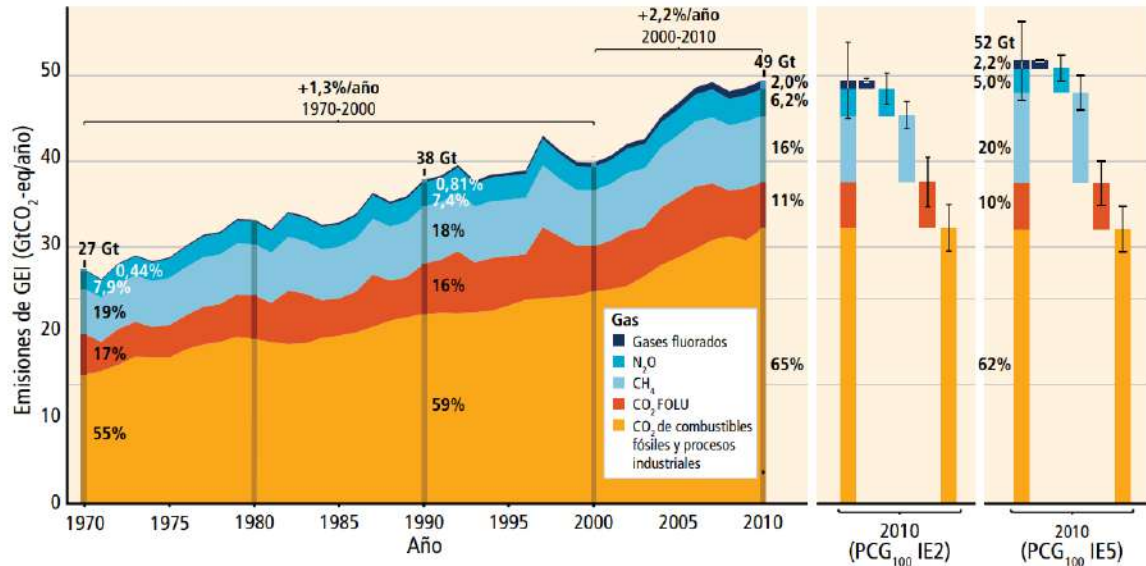
Mapa 1 Anomalía de la temperatura. las áreas grises representan faltan datos. Fuente: Instituto Goddard de Estudios Espaciales Análisis de temperatura superficial GISS.

La emisión continua de gases de efecto invernadero (GEI)<sup>4</sup> es una de las principales causas del calentamiento global (IPCC, 2007). Durante las décadas que se tiene registro, se aprecia un significativo aumento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), principalmente producidos por actividades antropogénicas<sup>5</sup> ver Gráfica 3. De continuar así,

<sup>4</sup> Es un gas atmosférico que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo.

<sup>5</sup> Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas.

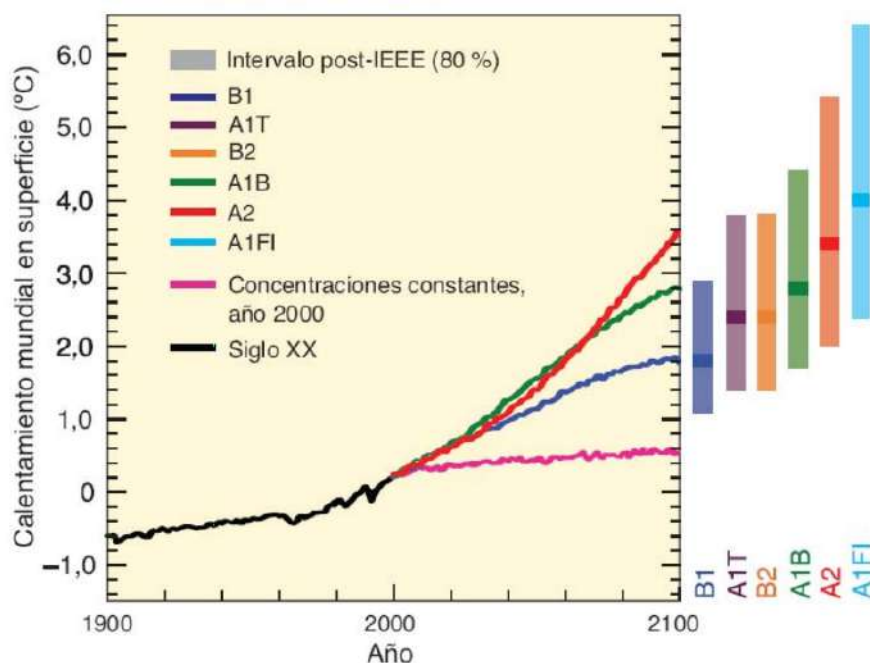
se aumentará la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles en las sociedades y los ecosistemas (IPCC, 2013).



Gráfica 2 Emisiones antropogénicas anuales totales de gases de efecto invernadero (GEI) (gigatonelada de CO<sub>2</sub>-equivalente al año, GtCO<sub>2</sub>-eq/año) para el periodo comprendido entre 1970 y 2010, por gases. Fuente: Cambio climático 2014: Informe de síntesis.

En todas las proyecciones de los escenarios de emisiones realizados por el IPCC, ( B1, A1T, B2, A1B, A2 y A1F1<sup>6</sup>) señalan que de no tomar medidas de mitigación la temperatura en la superficie terrestre continuará aumentando 0.2°C por decenio a lo largo del siglo XXI (IPCC, 2013) ver Gráfica 3.

<sup>6</sup> Escenarios de emisiones del IEEA, 2000 estos exploran vías de desarrollo alternativas tomando en cuenta fuerzas causantes demográficas, económicas y tecnológicas, junto con las emisiones de GEI resultantes.



Gráfica 3 Escenarios de emisiones de GEI entre 2000 y 2100 (en ausencia de políticas climáticas adicionales), y proyección de las temperaturas en superficie fuente IPCC IEEE 2000

En los próximos años, es muy probable que las olas de calor ocurran con mayor frecuencia y duren más tiempo, y los episodios de precipitación extrema sean más intensos y frecuentes en muchas regiones. El océano se seguirá calentándose y acidificándose. El nivel medio global del mar continuará elevándose alterando el ciclo hidrológico gravemente (IPCC, 2013).

Desde el Cuarto Informe de Evaluación (IE4) se ha aumentado la evidencia de la influencia humana en el sistema climático, más adelante retomara este tema.

Para generar las políticas que reviertan el cambio climático, se deben tomar en cuenta el desarrollo sostenible, la equidad, la cooperación colectiva de los gobiernos de las naciones, la participación de todos los niveles económicos y sociales (IPCC, 2014).

Un ejemplo claro es el protocolo de Kioto, que busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el planeta y promueve el crecimiento sustentable de los países en desarrollo. El presente trabajo sigue los lineamientos de los artículos 2, 10, 12 y anexo A (UNFCCC, 1998).

Otro ejemplo es el Acuerdo de París que establece medidas para la reducción de las emisiones de GEI a través de la mitigación, adaptación y resiliencia<sup>7</sup> de los ecosistemas que se espera

<sup>7</sup> Capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos.

que sea aplicado en su totalidad en 2020 cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto. Uno de sus principales objetivos es mitigar el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2.0 °C para eventualmente limitar ese aumento a 1.5°C. El Protocolo de Kioto contiene acciones para la adaptación a los efectos adversos del cambio climático actuales y promover la resiliencia del clima y un desarrollo con bajas emisiones de GEI, de un modo que no comprometa la producción de alimentos (ONU, 2015).

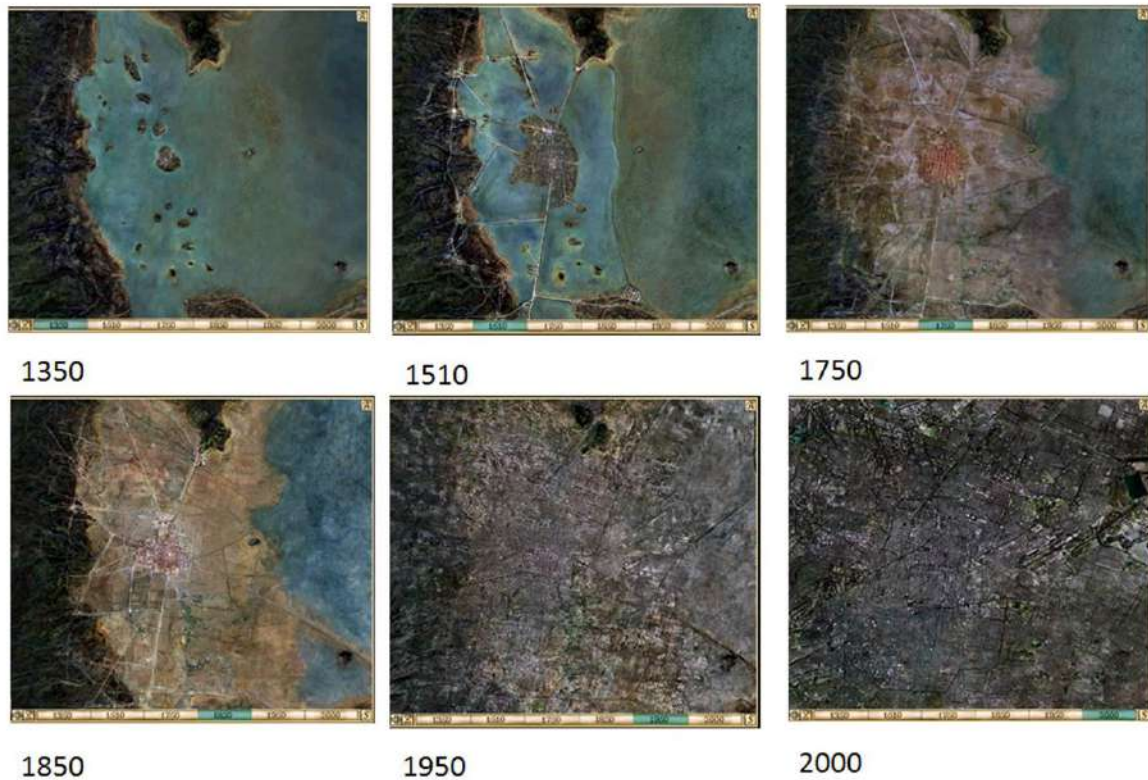
México tiene el quinto lugar a nivel mundial en desarrollo de proyectos MDL (Mecanismo para Desarrollo Limpio) en las áreas de recuperación de metano, energías renovables, eficiencia energética, procesos industriales y manejo de desechos, entre otros (SEMARNAT, 2016).

## 1.2 Dispersión urbana

El desarrollo y crecimiento de las ciudades es un tema muy importante e intentar regular su crecimiento es primordial para evitar futuros problemas socio económicos. la dispersión urbana es la propagación de una ciudad y sus barrios hacia la tierra rural en la periferia de una zona urbana en baja densidad (Brown, 2004).

Las ciudades en la actualidad han dejado de planificarse de forma integral para sólo abocarse a diseñarse en partes con un énfasis en la especulación inmobiliaria y sin ningún tipo de previsión, principalmente en países en vías de desarrollo o subdesarrollados. La dispersión urbana trae consigo una serie de problemáticas como; efectos negativos en el medio ambiente y la salud pública, resultado de una mayor dependencia en los automóviles para el traslado desde zonas residenciales a centros de trabajo. Esto lleva al aumento de la contaminación y dependencia de los combustibles fósiles. Además, las tierras de cultivo y hábitats de vida silvestre son desplazados o destruidos debido a la cantidad de suelo necesario para la construcción de los suburbios en expansión (Obregón Biosca & Bueno Ortiz, 2015). Otro de los problemas de la dispersión urbana es la dificultad de la construcción de infraestructura necesaria para dotar de servicios básicos a estas áreas urbanas. Por ejemplo, en la zona metropolitana de la Ciudad de México se presentan enormes rezagos en la dotación de servicios e infraestructura urbana básica, especialmente para los más pobres (Obregón Biosca & Bueno Ortiz, 2015).

Si a todo esto sumamos la problemática de la construcción no regulada, todas las problemáticas empeoran, pues solucionar los problemas de infraestructura se vuelve muy costoso y técnicamente complejo.



*Imagen 12 Serie De Imágenes De La Transformación De México De 1350 Al 2000 Fuente: La transformación de la cuenca de México.- Tomas Folksinger 2005.*

Un claro ejemplo de la dispersión urbana, es la Ciudad de México y la urbe que la rodea. Como podemos ver en la Imagen 12. La Ciudad de México tuvo un crecimiento acelerado y no regulado en 650 años. Todas las áreas verdes donde se construyó se volvieron inertes, rígidas, y estériles, donde un lago se transformó en una mancha difuminada de color gris con ramificaciones negras por el asfalto de las calles.

### 1.3 Degradación del suelo

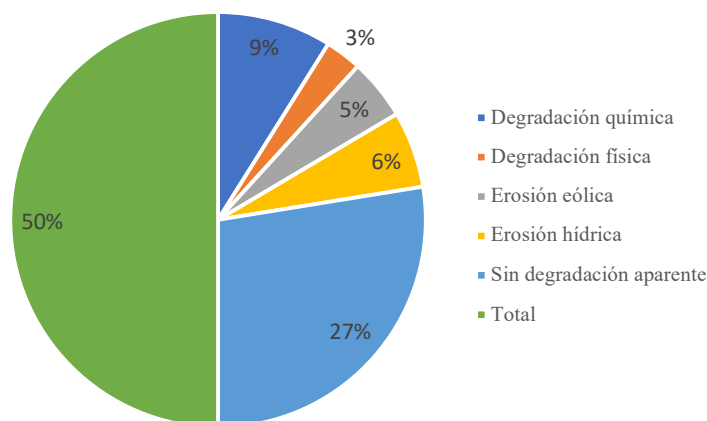
La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. (FAO, 2018).

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable, debido a que resulta difícil y costoso recuperarlo; más aún, mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado por el agua o del viento o deteriorado física o químicamente (SEMARNAT, 2003).

Para comprender mejor la degradación del suelo es necesario conocer la definición de **Erosión** que se refiere a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutrientes del suelo; y la definición de **Desertificación** que es un proceso de degradación ecológica en el que el suelo fértil y productivo pierde total o parcialmente el potencial de producción (FAO, 2018).

Según la FAO<sup>8</sup> la degradación de la tierra es y seguirá siendo un problema mundial importante debido a su impacto adverso sobre la productividad agrícola, el medio ambiente y su efecto sobre la seguridad alimentaria y la calidad de vida.

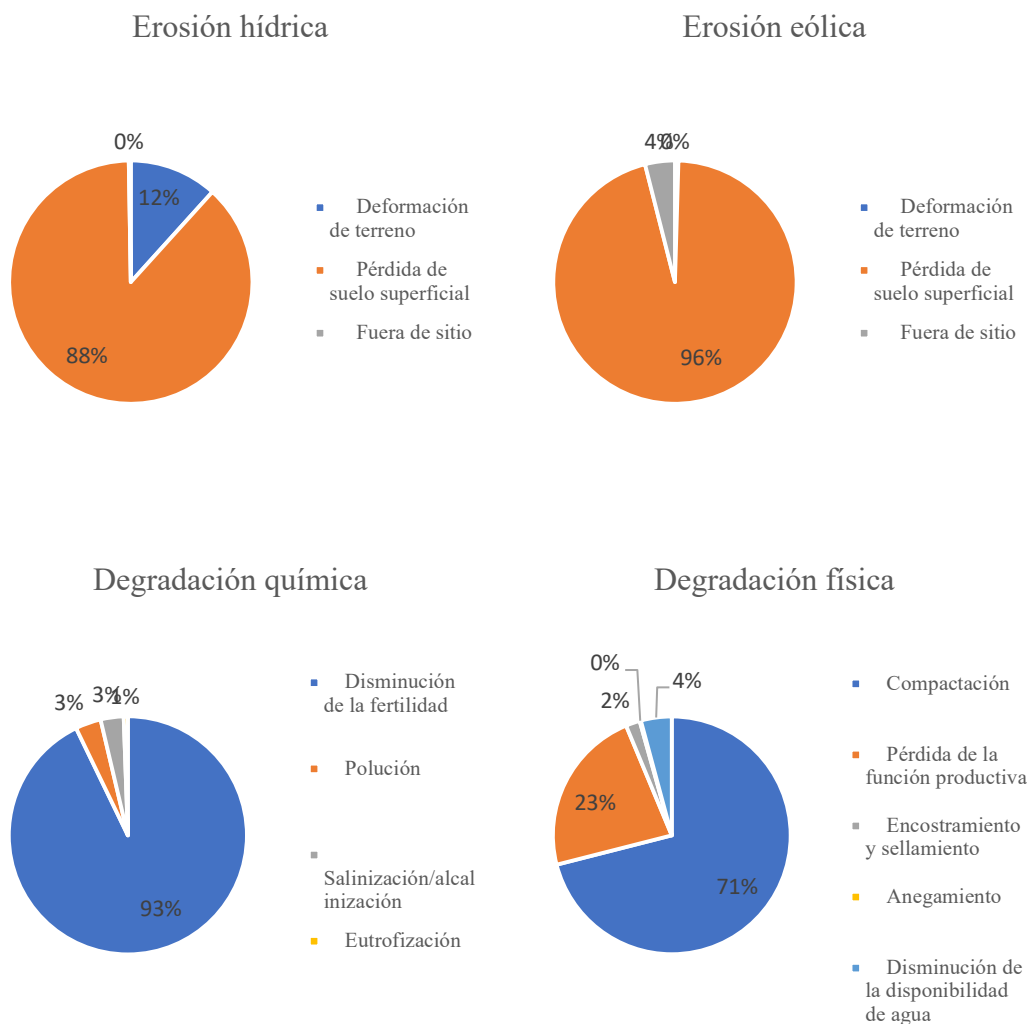
La degradación del suelo es un problema en gran medida vinculado a las actividades agropecuarias, También hay otras actividades humanas que pueden causarla. En el caso de México se estima que el 44.9% del suelo en el territorio nacional presenta algún tipo de degradación. Con respecto a la superficie afectada por los diferentes procesos de degradación, la degradación química ocupaba el primer lugar (34.04 millones de hectáreas, 17.8% del país), seguida por la erosión hídrica (22.72 millones, 11.9%), eólica (18.12 millones, 9.5%) y la degradación física (10.84 millones, 5.7%) ver Grafica 4 (SEMARNAT, 2003).



Gráfica 4 Superficie relativa afectada por procesos de degradación del suelo en México, 2002. Fuente: Semarnat y CP. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana

<sup>8</sup> Siglas en ingles de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

En el caso de la degradación química domina la disminución de la fertilidad, mientras que en el caso de la física fue la compactación. Tanto en la erosión hídrica como en la eólica, predomina la pérdida de suelo superficial, caracterizada por la remoción uniforme del material superficial por las escorrentías<sup>9</sup> o el viento (SEMARNAT, 2003) ver Gráfica 5.



Gráfica 5 Superficie relativa afectada por degradación del suelo según tipo en México, 2002 Fuente: SEMARNAT y CP. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana.

<sup>9</sup> En hidrología se refiere a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje.

Los factores que causan la degradación del suelo son los siguientes:

**Actividades agrícolas:** Se definen como “el manejo inapropiado de los terrenos arables”. Incluye una amplia variedad de prácticas; tales como: problemas por labranza, uso de agroquímicos, uso de abonos, uso de agua de riego de mala calidad y por la quema de residuos de cosecha.

**Deforestación y remoción de la vegetación:** Se define como la remoción de la vegetación natural, en grandes extensiones territoriales, para cambiar el uso de la tierra a agrícola y urbano, principalmente; para explotar comercialmente bosques a gran escala o por Incendios inducidos.

**Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico:** Se refiere a la degeneración de la vegetación remanente, provocando una protección insuficiente contra la erosión.

**Sobrepastoreo:** Se consideran dentro de este grupo a los factores relacionados con un número excesivo de cabezas de ganado, causando la compactación del suelo y/o la disminución de la cubierta vegetal.

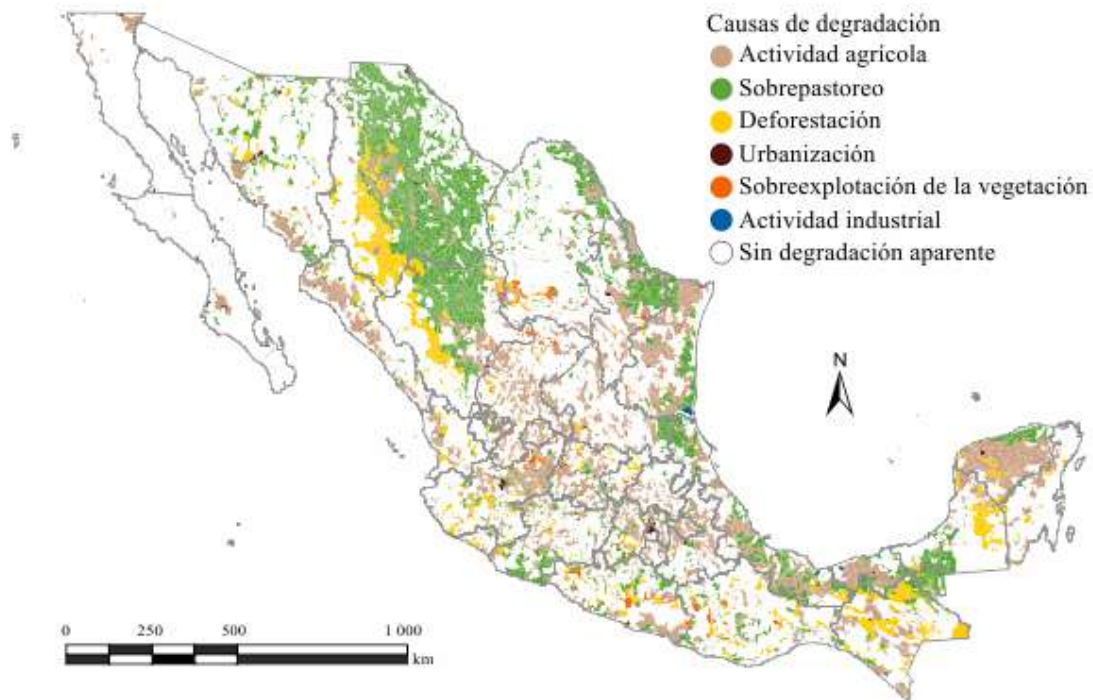
**Actividades Industriales:** Incluye todas las actividades humanas de naturaleza industrial; minas abandonadas, desfogue de industrias, aguas residuales, derrames de petróleo, basureros Etc. que están relacionadas con diferentes tipos de polución y con la pérdida de la función productiva (SEMARNAT, 2003).

En México la superficie degradada se asocia a las actividades agrícolas y pecuarias<sup>10</sup> (17.5%) y a la pérdida de la cubierta vegetal (7.4%). El resto se divide entre urbanización, sobreexplotación de la vegetación y actividades industriales ver Mapa 2.

---

<sup>10</sup> Actividad relacionada con la producción de ganado.



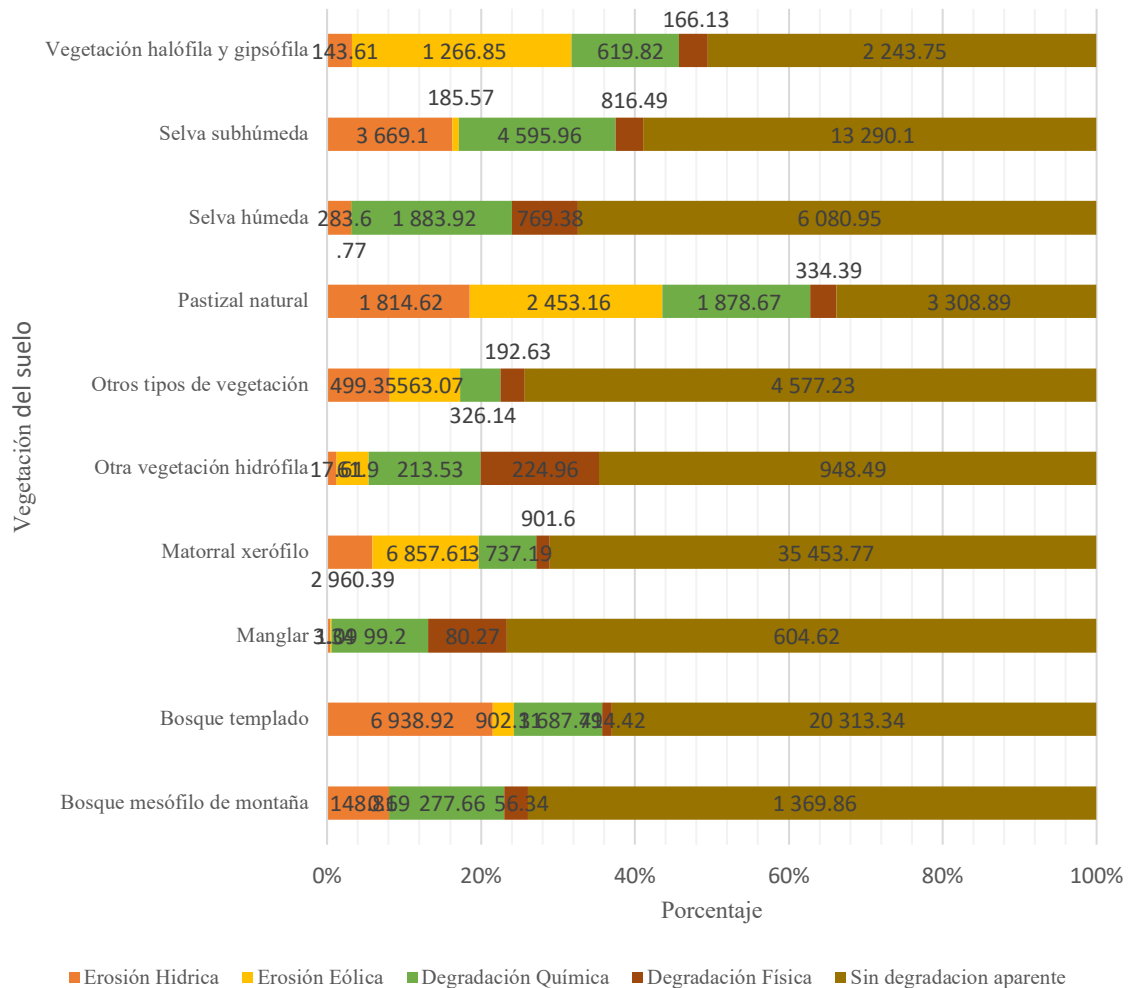


Mapa 2 Principales causas de la degradación del suelo en México, 2002. Fuente: SEMARNAT y CP. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana.

Los ecosistemas naturales más afectados por la degradación del suelo son el pastizal natural y la vegetación halófila<sup>11</sup> y gipsófila<sup>12</sup> (6.48 y 2.2 millones de hectáreas afectadas), mientras que los menos afectados fueron los manglares (23.3%; 184 mil hectáreas) y el bosque mesófilo de montaña (26%; 483.5 miles de hectáreas) (SEMARNAT, 2003) ver Gráfica 6.

<sup>11</sup> Vegetación que crece de manera natural en suelos salinos continentales o litorales.

<sup>12</sup> Vegetación que crece en suelos yesosos.



Gráfica 6 Procesos de degradación del suelo en diferentes usos del suelo y vegetación en México INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V (2011), SEMARNAT y CP. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana.

El uso de suelo con mayor degradación es el pastizal natural debido a la actividad agrícola y la urbanización, es decir: demanda de alimentos y vivienda.

La degradación es un proceso lento e imperceptible, muchas personas que viven de la tierra no son conscientes de que su tierra se está degradando. Existen muchas razones por las que los usuarios de la tierra permiten que estas se degraden, algunas están relacionadas con la percepción de la sociedad sobre la tierra y los valores que ponen en la tierra, aunque los motivos aun no son claros.

La implementación de tecnología apropiada para la mitigación de este problema es solo una respuesta parcial, la solución principal radica en el comportamiento del agricultor que está sujeto a las presiones económicas y sociales donde vive (SEMARNAT, 2003).

La seguridad alimentaria, el equilibrio ambiental y la degradación de la tierra están estrechamente interrelacionados y cada uno debe abordarse en el contexto del otro para tener un impacto medible (NRCS, 2001).

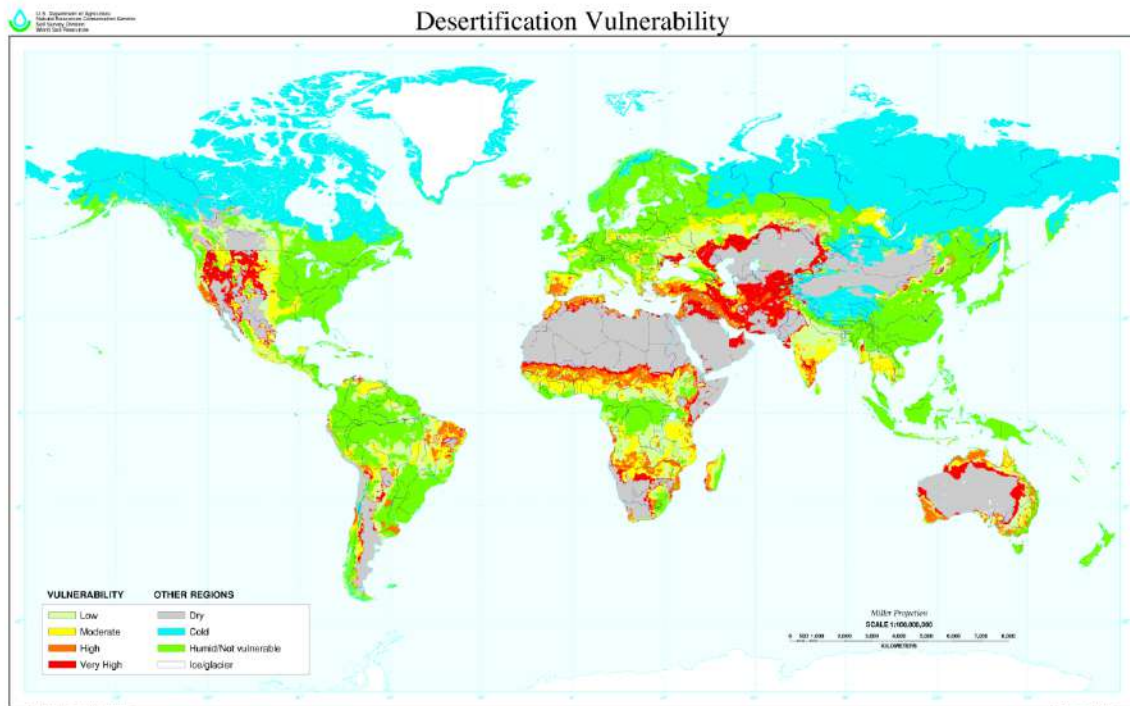
La **desertificación** es otro tema que es necesario profundizar en este capítulo por ser una forma de degradación de la tierra que ocurre en áreas semiáridas.

La desertificación se debe a la vulnerabilidad de los ecosistemas de zonas secas, que cubren un tercio de la superficie del planeta, a sobrexplotación y el uso inadecuado de la tierra, la pobreza, la inestabilidad política, la deforestación, el sobrepastoreo y las malas prácticas de riego afectan negativamente a la productividad del suelo (ONU, 2017).

La desertificación reduce la resistencia de la tierra a las variaciones climáticas naturales, perturba el ciclo natural del agua y los nutrientes, intensifica la fuerza del viento y de los incendios, y hace que los efectos de las tormentas de polvo y la sedimentación de las masas de agua se hagan más intensos (Millennium Ecosystem Assessment, 2005, p. 8).

El costo de la desertificación es elevado, y no solo en términos económicos. La desertificación es una amenaza para la diversidad biológica. Puede causar episodios de hambruna prolongados en países ya empobrecidos que no pueden soportar un nivel elevado de pérdidas agrícolas (FAO, 2010).

De los ecosistemas de las zonas secas depende la subsistencia de unos 2000 millones de personas, 90 por ciento de las cuales viven en países en desarrollo. La sobrepoblación de muchos de estos países crea la necesidad de explotar ganadera y agrícolamente las tierras de zonas secas, esto provoca el agotamiento de los nutrientes del suelo y los acuíferos subterráneos. (FAO, 2010)



Mapa 3 Mapa de Vulnerabilidad de Desertificación Global. fuente: Mapa de suelos y mapa del clima del suelo, USDA-NRCS, División de prospección de suelos Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

La desertificación, junto con el cambio climático y la pérdida de la biodiversidad, se catalogó como uno de los mayores retos a los que se enfrenta el desarrollo sostenible (ONU, 1992).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible sugiere que es necesario a proteger el planeta contra la degradación, mediante el consumo y la producción sostenibles, la gestión sostenible de sus recursos naturales y tomar medidas urgentes para hacer frente al cambio climático. Específicamente, el Objetivo 15 habla sobre detener y revertir la degradación de la tierra (ONU, 2015).

Los países signatarios de la Convención para Combatir la Desertificación, aprobada en 1994, colaboran para mantener y restaurar la productividad de las tierras y los suelos, así como para mitigar los efectos de las sequías en las zonas secas, habitadas por las personas y los ecosistemas más vulnerables del planeta (ONU, 2017). Algunas medidas que podemos hacer para mitigar el problema son:

- Reforestar y regenerar las especies arbóreas.

- Mejorar la gestión del agua, mediante el ahorro, la reutilización de las aguas depuradas, almacenamiento del agua de lluvia, desalinización o, en su caso, el riego con agua de mar de las plantas halófilas.
- Mantener el suelo mediante el uso de vallas para frenar el avance de las dunas, barreras arbóreas para proteger frente a la erosión eólica, etc.
- Enriquecer y fertilizar el suelo a través de la regeneración de la cubierta vegetal.
- Posibilitar el desarrollo de los brotes de especies arbóreas nativas mediante la poda selectiva. Los residuos de la poda se pueden emplear para abonar los campos, y así aumentar la capacidad de retención de agua del suelo y reducir la evapotranspiración<sup>13</sup>.

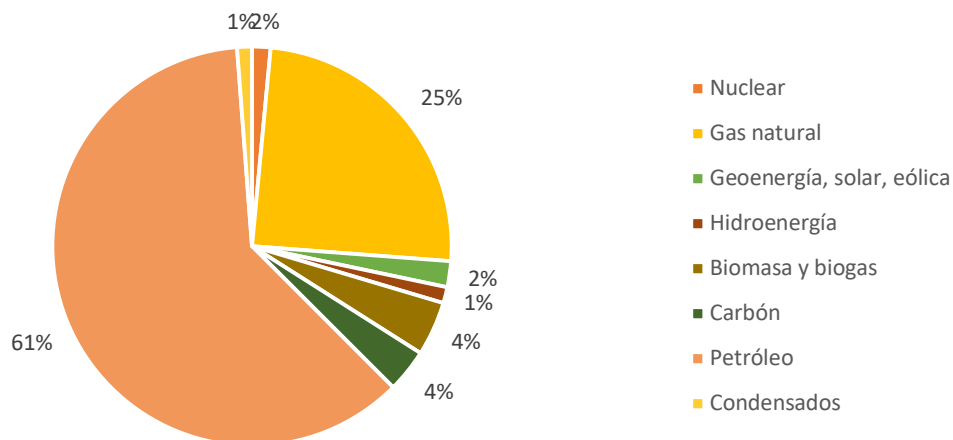
## 1.4 Consumo Energético

El consumo energético es un tema importante con relación al cambio climático, primer tema de este capítulo. Esta conexión está dada por la quema de combustibles fósiles el principal causante del efecto invernadero por la emisión de GEI, para la producción de energía. A continuación, se revisará la producción energética generada en México, los tipos de combustible que se generan y consumen por sector.

En producción energética, los combustibles fósiles (gas natural, carbón y petróleo) son los que más se producen en México (SENER, 2016), ver Gráfica 7.

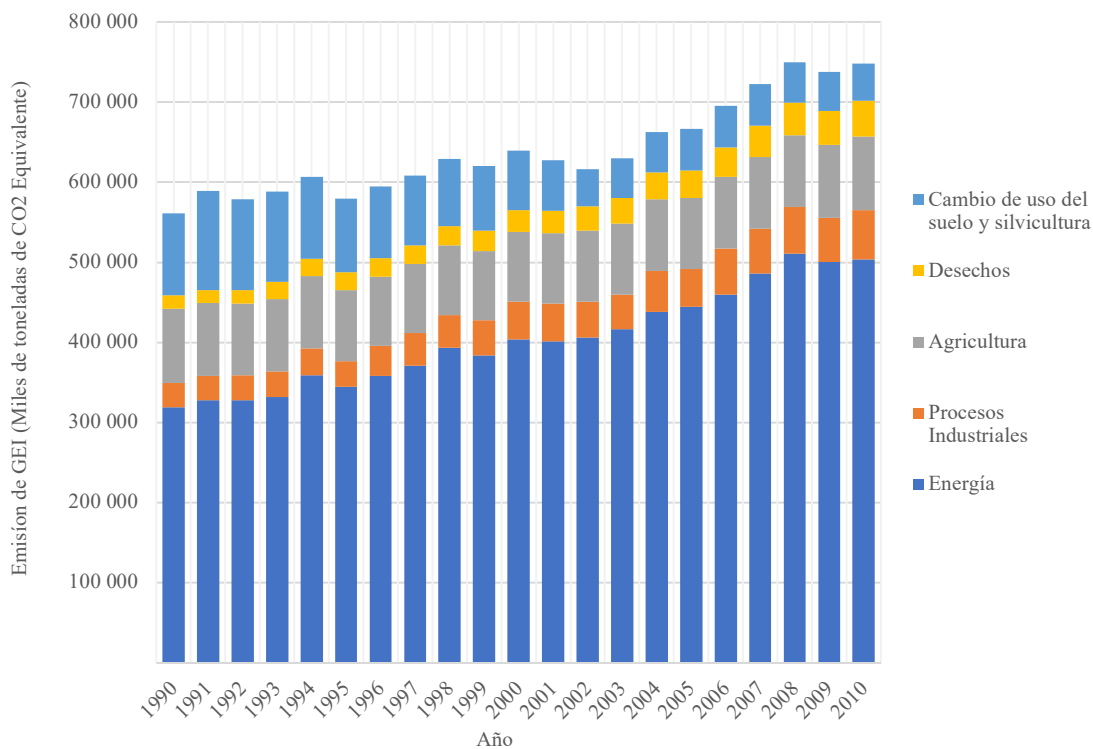
---

<sup>13</sup> Cantidad de agua del suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas.



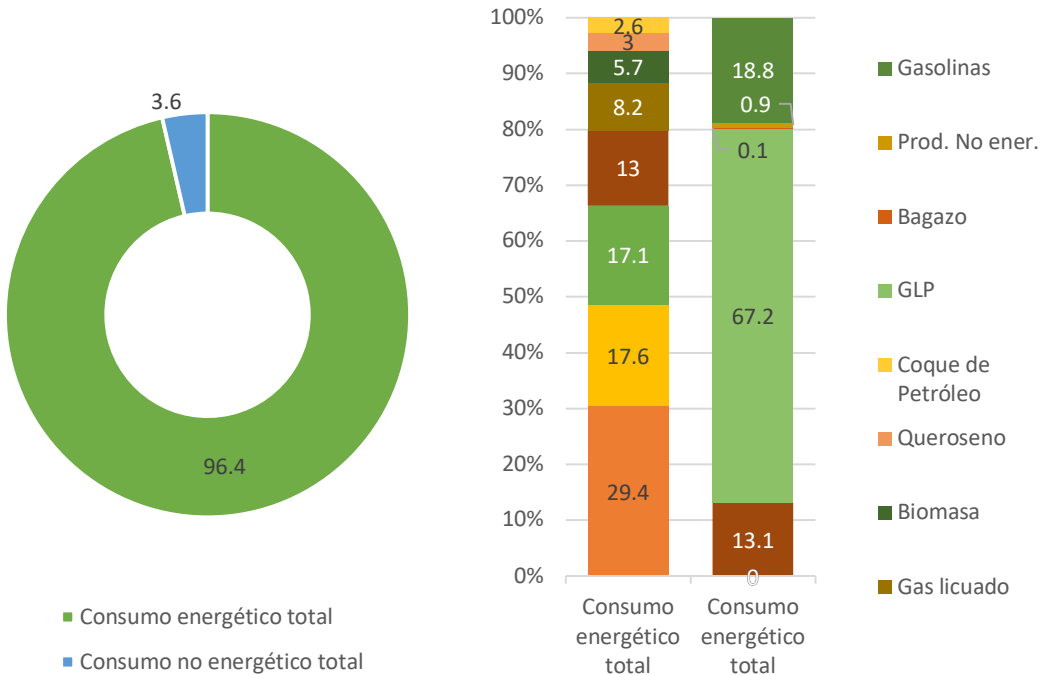
Gráfica 7 Producción de energía primaria en México, año 2015. Fuente: Sistema de Información Energética, SENER.

El sector energético es el que más genera GEI en México. En 2010 poco más del 67% fue generado de este sector (Semarnat, 2016), ver Gráfica 8.



Gráfica 8 Emisión nacional de gases de efecto invernadero, por sector, 1990-2010 Fuente: Coordinación del Programa de Cambio Climático. INECC. SEMARNAT. México. 2012.

El principal energético primario es el petróleo, y su producción apenas disminuyó 9.5% en 2015 comparado con 2014. El gas natural disminuyó 3.0% en el mismo periodo. Por lo tanto, los hidrocarburos aportaron el 87.2% a la producción de energía primaria mientras la producción de fuentes no fósiles de energía primaria aumento de 8.7% a 9.3% de 2014 a 2015. El consumo interno total de energía<sup>14</sup> mostró un incremento de 3.0% en 2015 respecto al año 2014 y el consumo no energético total<sup>15</sup> representó el 3.6% de toda la producción nacional (SENER, 2016), ver Gráfica 9.

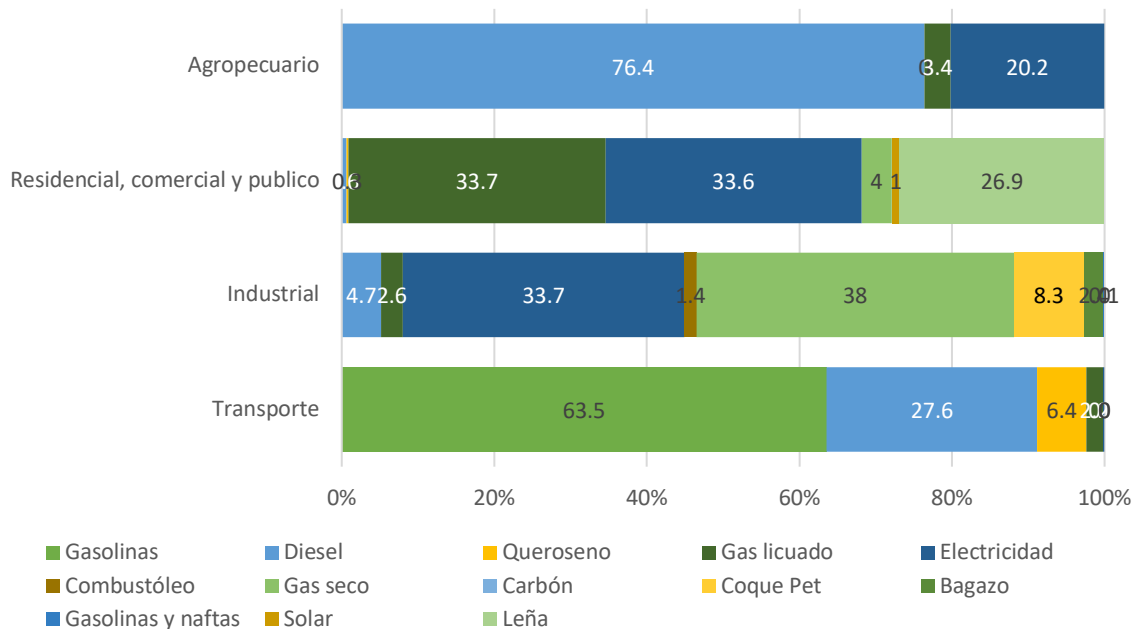


Gráfica 9 Estructura del consumo final por tipo de energético año 2015. Fuente: Sistema de información energética.

En 2015 el consumo final total por sectores es 46.4% para transporte, 31.4% para el industrial, el residencial, comercial y público con 18.7% y el agropecuario con 3.5% (SENER, 2016), ver Gráfica 10.

<sup>14</sup> Se refiere a la energía destinada a la combustión en procesos y actividades económicas, así como a satisfacer las necesidades económicas de la sociedad

<sup>15</sup> Se refiere a aquellos productos energéticos y no energéticos derivados del petróleo que se utilizan como insumos para la producción de diferentes bienes.



Gráfica 10 Consumo de energéticos por sector año 2015. Fuente: sistema de información Energética.

Es necesario destacar que el sector industrial es el segundo mayor consumidor de energía en el país, y es este sector donde se encuentra la industria de la construcción.

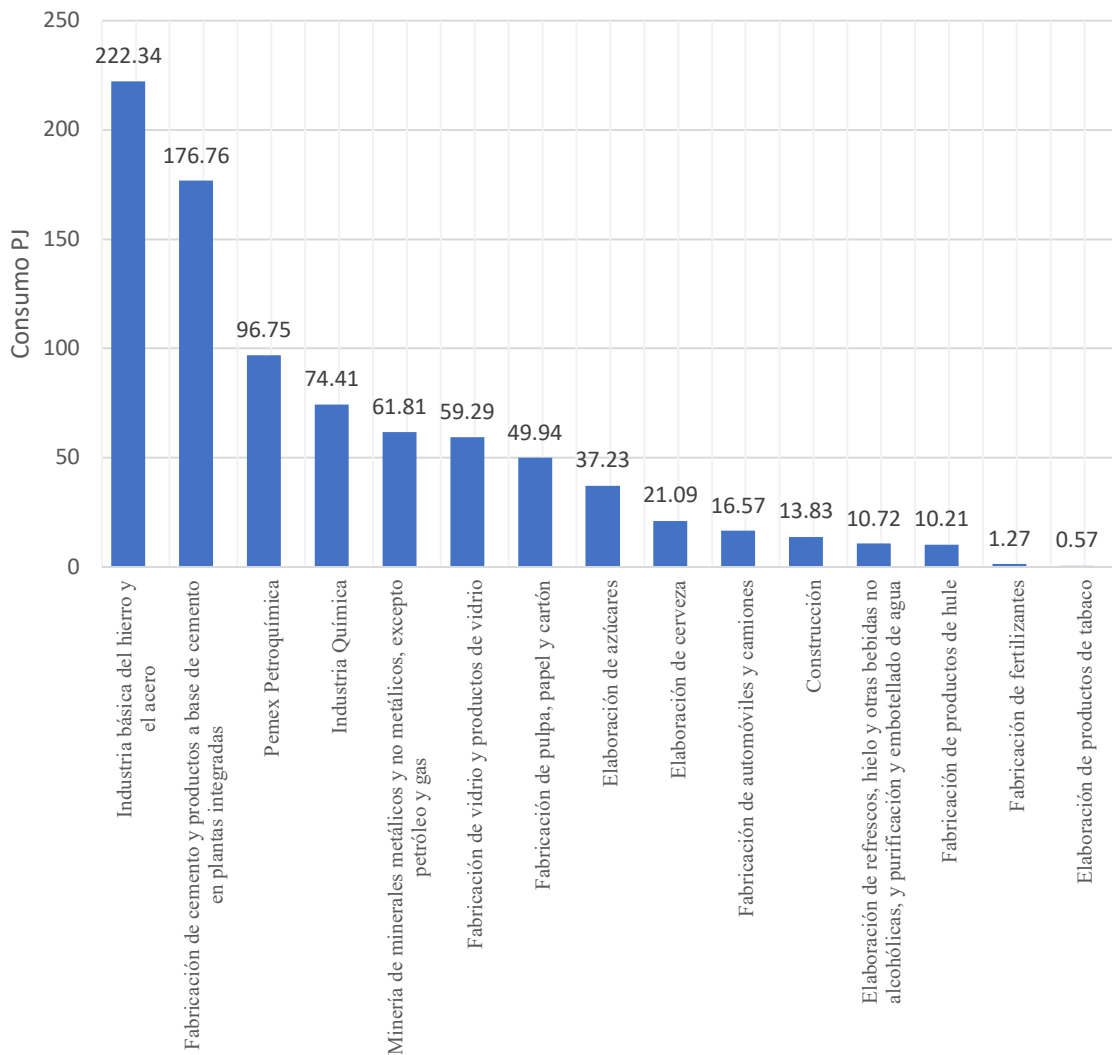
Las industrias que se identifican como las mayores consumidoras de energía en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SENER, 2016) son, las industrias subrayadas están directamente relacionadas con la industria de la construcción:

- Básica del hierro y del acero,
- Fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas
- PEMEX Petroquímica
- Química
- Fabricación de vidrio y productos de vidrio
- Fabricación de pulpa, papel y cartón
- Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas
- Elaboración de azúcares
- Elaboración de cerveza
- Elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, y purificación y embotellado de agua
- Construcción

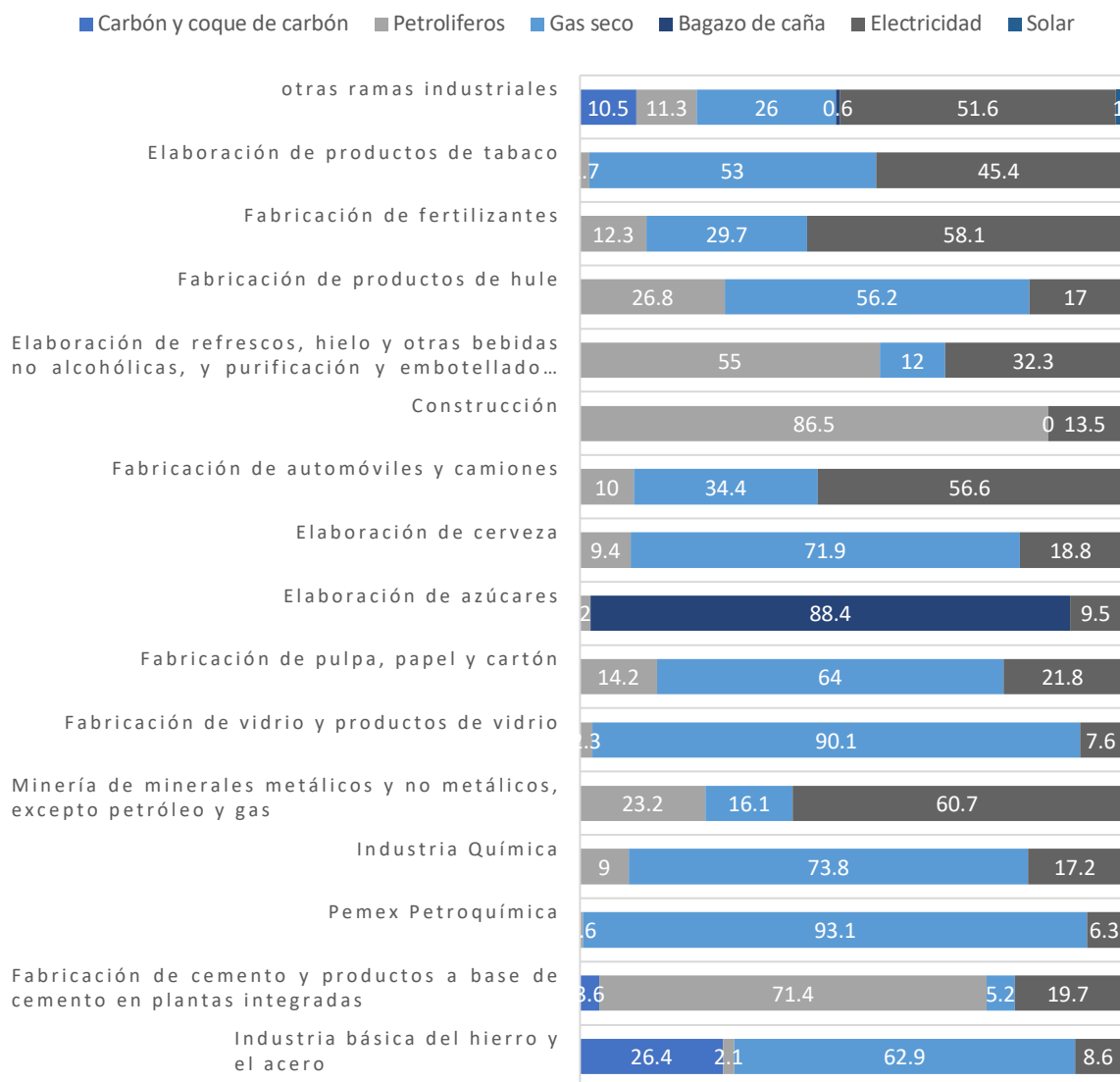


- Fabricación de automóviles y camiones
- Fabricación de productos de hule;
- Fabricación de fertilizantes
- Elaboración de productos de tabaco.

La rama más intensiva en el uso de energía fue la industria básica del hierro y del acero, representando el 13.9% del consumo industrial en 2015 seguido por la industria de fabricación de cemento y productos a base de cemento con una participación del 11.04%, ver Gráfica 11. En estas industrias predominan el uso de combustibles productores de GEI (SENER, 2016), ver grafica 12.



Gráfica 11 Consumo energético de las principales ramas industriales, año 2015 Fuente: Sistema de Información Energética, con cálculos de SENER.



Gráfica 12 Estructura del consumo energético de las principales ramas industriales por tipo de energético, año 2015.  
Fuente: Sistema de Información Energética.

El sector energético en México espera generar el 35% de energía limpia en el 2024 y 43% al 2030. Esto incluye el uso de fuentes renovables de energía, la cogeneración<sup>16</sup> con gas natural y termoeléctricas con captura de CO<sub>2</sub>, además de sustituir los combustibles pesados por gas natural, energías limpias y biomasa. Simultáneamente se espera reducir en 25% las fugas, el venteo<sup>17</sup> y las quemas controladas de metano.

<sup>16</sup> Es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria).

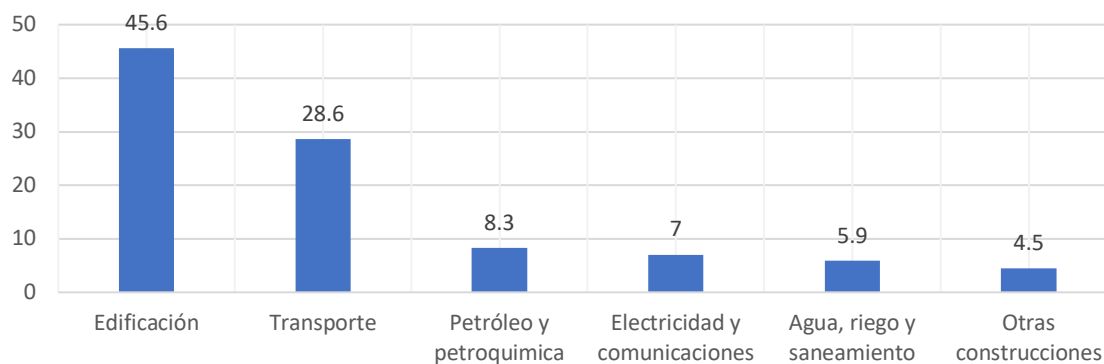
<sup>17</sup> Consiste en el no aprovechamiento del gas surgente de un pozo de producción de petróleo, que se quema (tipo antorcha) por motivos de seguridad.

A pesar de la contribución relativamente baja de sus emisiones de GEI a las emisiones Globales México también ha tomado acciones de mitigación que tengan como resultado la reducción del 22% de sus emisiones de GEI para el año 2030 (SEGOB, 2014).

## 1.5 Sector de la construcción

El sector de la construcción utiliza insumos provenientes de otras industrias como el acero, hierro, cemento, arena, cal, madera, aluminio, entre otros. Por este motivo es uno de los principales motores de la economía del país ya que beneficia a 66 ramas de actividad a nivel nacional (INEGI, 2008).

La obra<sup>18</sup> de edificación y la relacionada con el transporte, son las más importantes seguidas por la obra de petróleo y petroquímica, electricidad y comunicaciones, agua riego y saneamiento, entre otros, ver Gráfica 13.



Gráfica 13 Valor de la obra construida, según tipo, durante enero-noviembre de 2011 Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Empresas Constructoras.

Del total de la obra construida por las empresas del sector, la edificación incluye a la construcción de tipo residencial y la no residencial, naves y plantas industriales, edificación de inmuebles comerciales y de servicios.

La obra en transporte refiere a vías de comunicación como son: carreteras y puentes, principalmente (INEGI, 2012).

<sup>18</sup> Se refiere a cosa perdurable que resulta de la aplicación del trabajo o del conocimiento humano a un material o a un conjunto de ideas. / Edificio, puente, canal, carretera, etc., que está en proceso de construcción.

La extracción de materiales para la construcción constituye un daño ambiental mayor que la simple quema de combustibles fósiles para el procesamiento de los minerales extraídos. Todos los métodos de extracción minera producen algún grado de alteración de la superficie y los estratos subyacentes, así como los acuíferos. Por ejemplo; durante el proceso de extracción superficial, el removimiento y almacenamiento de la sobre capa (ver Foto 1), y de construcción de las instalaciones auxiliares, provocan la eliminación de la cubierta vegetal o sepultura de estas, la alteración o represamiento los ríos, drenajes, humedales o áreas costaneras.



*Foto 1 La mina de cobre a cielo abierto Chino, ubicada justo a la salida de Silver City, Nuevo México. Autor Eric Guinther*

Por otro lado, la extracción subterránea requiere terreno para la eliminación de los desechos de piedra, almacenamiento de los minerales y materiales pobres, y la construcción de las instalaciones auxiliares. Además, la extracción puede causar la pérdida o modificación de los suelos vegetales y fauna nativa, pérdida total o parcial de tierra cultivable y contaminación de suelo por minerales o sustancias tóxicas (Cardomone, 1984).

Actualmente en México hay dos leyes que regulan la extracción minera referentes al tema:

- a) Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.
- b) Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos.

## 1.6 Consumo y recursos energéticos en la vivienda

En México el sector de las edificaciones consume el 19.7% de la energía del país del cual el 83.8% es consumido por el sector residencial(vivienda) (CONAFOVI, 2006, pág. 14). En el año 2003, el consumo eléctrico de las viviendas se estimó en 39,863 GWh<sup>19</sup> del consumo

---

<sup>19</sup> Abreviación de gigawatt-hora.

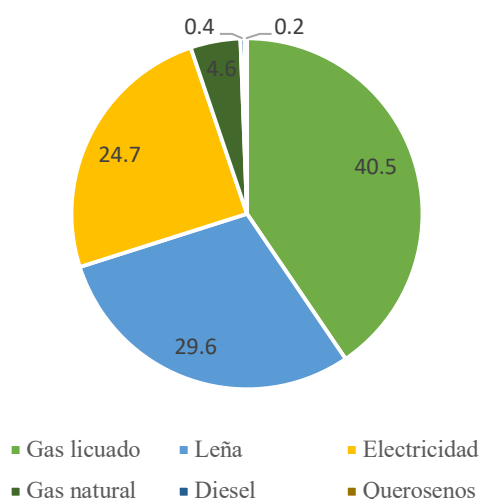
nacional de 160,384 GWh en un total de 26,954,000 de usuarios. Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la vivienda fueron de 22.580 tg<sup>20</sup> en el año 1998, (CONAVI, 2006, pág. 15).

Los energéticos más utilizados en la vivienda son la leña, el gas licuado de petróleo (LP), gas natural diésel y el queroseno (obtenido de la destilación del petróleo natural)

El gas LP y la leña son utilizados principalmente para el calentamiento de agua y cocción de alimentos, la electricidad es utilizada para el uso de electrodomésticos y sistemas de climatización.

En las zonas rurales, la leña representa cerca de 70% del consumo de las viviendas y es la principal fuente de energía para aproximadamente 19 millones de mexicanos. El creciente agotamiento de los bosques implica que, de no tomarse acciones para el uso más eficiente de la leña o facilitar su sustitución, este consumo contribuirá a una mayor degradación de los recursos forestales.

La vivienda se relaciona principalmente con las emisiones de GIE derivadas del consumo de energía eléctrica, junto con las emisiones relacionadas a la cocción de alimentos y el calentamiento de agua en igual medida.



Gráfica 14 Energéticos utilizados en el sector residencial (vivienda), comercial y público Fuente: Balance nacional de energía 2004

En 2004, en el sector de vivienda, el gas LP comprendió el 40.5% del consumo total de energía; la leña, 29.6%; la electricidad, 24.7 %; el gas natural, 4.6 %, el diésel con 0.4% y los querosenos en conjunto, 0.2%. ver Gráfica 14. El sector de vivienda es uno de los de mayor crecimiento en nuestro país, tanto en expansión urbana, consumo energético, y número de usuarios (Diario Oficial de la Federación, 2014).

Cabe aclarar que las viviendas del norte de México, cuyo clima es cálido-seco, y las de las costas, con clima cálido-húmedo, demandan mayor energía para la climatización y, por lo tanto, en estas zonas el uso de energía para climatización ocupa el segundo lugar de consumo (CONAFOVI, 2006).

20 Teragramo (1012 g)

En México se tomaron medidas para el fomento de la eficiencia energética a finales de 1980, estas se enfocan en programas de ahorro de energía, para esto se creó de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) y del Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Posteriormente se creó el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) y finalmente en 1996 se inició el Programa de Horario de Verano. También se pueden considerar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de eficiencia energética para hacer eficiente el consumo energético de los sistemas de climatización electromecánicos.

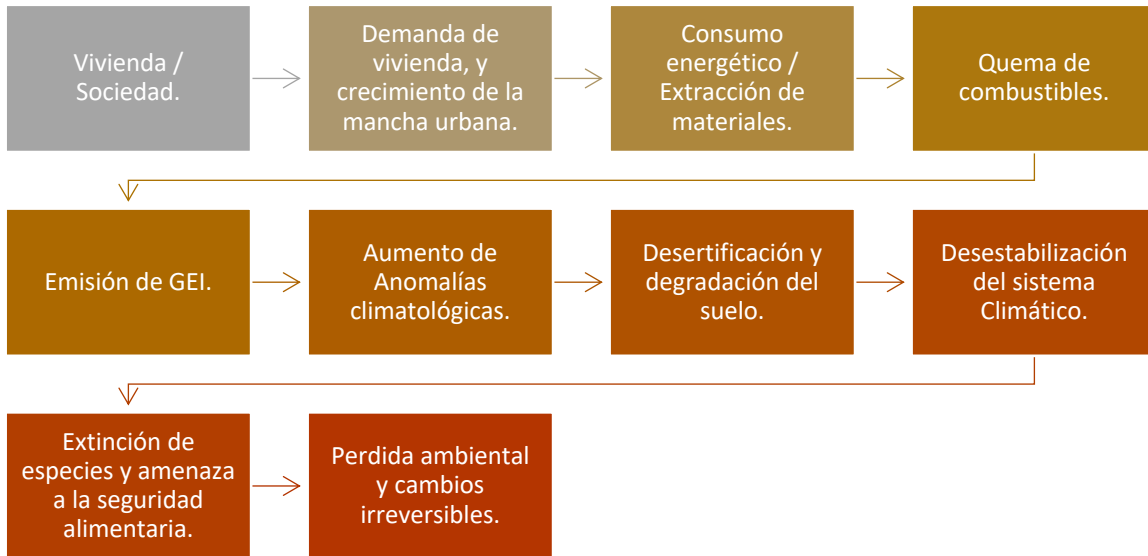
## 1.7 Síntesis de la problemática y diagnóstico

El crecimiento del sector de la construcción el aumento de la demanda de vivienda en áreas urbanas por el acceso a servicios y fuentes de trabajo, a su vez generando ciudades dormitorio en la periferia aumentando la demanda de servicios de transporte, además de la generación de obras de infraestructura para el abastecimiento de estas.

El consumo energético de los sectores industriales, en particular del sector de la construcción está basado en la quema de combustibles fósiles principales causantes de los GEI, que a su vez han causado el calentamiento global.

La degradación del suelo y la desertificación son otros problemas graves al que se enfrenta la humanidad, puesto que se depende en gran medida del suelo para la seguridad alimentaria de millones de personas, la estabilidad política y social de muchos países en vías de desarrollo.

La degradación del suelo y la desertificación han sido causados en gran medida por la poca consideración que se tiene del suelo. Por su parte el sector de la construcción ha afectado debido las malas prácticas en los desarrollos urbanos, la extracción de recursos y transformación de materiales, ver Esquema 1.



*Esquema 1 Cadena de problemáticas referentes al sector constructivo a consecuencias -ambientales (elaboración propia).*

El confort de los seres humanos y el consumo sustentable de los recursos naturales en las viviendas, requieren de la incorporación de nuevas metodologías de diseño y de la modificación de costumbres de desarrolladores inmobiliarios y usuarios.

Así mismo, se debe realizar un mayor esfuerzo a la hora de planificar el ahorro energético, como la reducción de las emisiones de GEI, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Incorporar al clima como eje de diseño.
- Diseñar viviendas con un uso eficiente de la energía.
- Incorporar el uso de energías renovables.
- Construir con materiales de sitio, sin dañar los factores ambientales de este.

## CAPITULO II: TERRAFORMACIÓN Y CONCEPTOS GENERALES

En este capítulo se presentarán los conceptos de diseño en los que se basa el proyecto, arquitectónico.

### 2.1 ¿Qué es la terraformación?

Es un concepto que procede de la ciencia ficción, compuesto de las palabras *Terra* y *formar* (dar forma de tierra). La terraformación es el proceso mediante el cual un ambiente extremo (es decir, un planeta que es demasiado frío, demasiado caliente, y / o tiene una atmósfera irrespirable) se altera para ser adecuado para la vida humana, implica la modificación de la temperatura, la atmósfera, la topografía de la superficie, la ecología para hacer un planeta o cuerpo celeste más "terrestre" es decir, que tenga las mismas cualidades que el planeta tierra para sustentar vida como la conocemos (Levine, 1992). Mientras que a procesos y técnicas para lograr lo anterior se les conoce como "Ingeniería Planetaria".

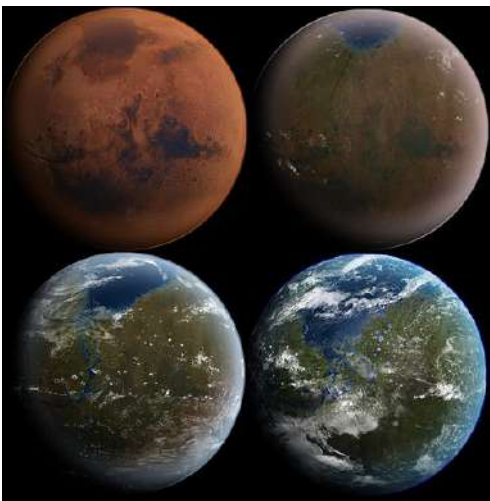


Imagen 3 Imagen 4 Terraformación de marte por Daein Ballard

La terraformación "clásica" se lleva a cabo de forma general en todo el cuerpo celeste, consiste en varias fases de desarrollo que pueden variar de acuerdo al cuerpo celeste y su situación actual. Su base de desarrollo es la Ecopoiesis<sup>21</sup> o generación de ecosistemas sostenibles (McKay, 2007).

Dentro de la terraformación encontramos otro término llamado la "Geoingeniería" que se refiere al cambio intencional de los sistemas climáticos (Scott, 2012).

En la actualidad, la terraformación es considerada un campo de estudio, con una aplicación práctica muy cercana en llevarse a cabo. Un ejemplo

---

<sup>21</sup> Ecopoiesis es un tipo de ingeniería planetaria y es una de las primeras etapas de terraformación. Esta etapa primaria de la creación de un ecosistema está restringida usualmente a la siembra inicial de vida microbiana.



claro es el esfuerzo que los científicos hacen para que Marte pueda ser el primer cuerpo celeste de nuestro sistema solar en terraformarse (Fogg, 2011), ver imagen 3.

## 2.2 Paraterraformación.

También conocido como el concepto "casa mundo", consiste en la construcción de un recinto o instalación habitable en un planeta que eventualmente crece para abarcar la mayor parte de la superficie útil del planeta, es decir, se crea una "burbuja" con las capacidades que tiene la tierra para sustentar vida sin alterar los atributos globales del planeta (Taylor, 1992).

La visión conceptual de estos recintos consiste en un techo o domo geodésico translucido por encima de la superficie que abarca la instalación para poder recibir iluminación solar y proveer una presión atmosférica respirable además de protección contra posibles riesgos exteriores, ver Imagen 5.



*Imagen 5 Domo en cráter de Marte, diseño conceptual de hábitat espacial Bryan Versteeg fuente: spacehabs*

Paraterraformación tiene varias ventajas sobre la terraformación. Por ejemplo, son más económicas, requieren menor área para su implementación y proporciona inmediatamente espacio habitable, también es más rápido su desarrollo además las casa mundo pueden ser construidas con la tecnología conocida desde la década de los años sesenta (Macauley, 2017).

Además, es menos probable que cause daño a cualquier forma de vida nativa que puedan habitar hipotéticamente el planeta, ya que las partes del planeta fuera del recinto, no podrán ser afectados a diferencia de terraformación que afecta a todo el planeta.

La paraterraformación tiene el inconveniente de requerir grandes cantidades de la actividad de construcción y mantenimiento. Además, sería improbable que tenga un ciclo de agua completamente independiente, ya que las precipitaciones pueden ser capaces de desarrollarse con un techo elevado, probablemente no sería lo suficientemente eficiente para la agricultura o para el ciclo de agua.

Una casa mundo también podría ser más susceptible a fallas catastróficas si se produjera un incidente no previsto, una mala práctica o alguna medida negligente. Aunque este riesgo se puede reducir mediante la compartimentación y otras precauciones de seguridad activas. Otro riesgo latente son los impactos de meteoritos, ya que no habría una atmósfera exterior para contribuir a la desintegración del meteorito (Alenia, 2005).

## 2.3 Sistemas físicos

Sistema físico es el conjunto delimitado de elementos que interactúan entre si, con entradas y salidas (dependiendo si existe interacción con su entorno) (Definitions, 2018).

Existen 3 tipos de sistemas en relación al entorno, abiertos, cerrados y aislados. Los sistemas abiertos son aquellos que interactúan constantemente con el entorno (intercambio de información, energía o material), lo influyen y son influidos por él. Los sistemas cerrados no son influenciados características del entorno, porque actúan independientemente de los cambios que se produzcan en el exterior, sólo intercambia energía con su entorno. Los sistemas aislados no tienen ningún intercambio con el entorno (material o energético) (Wald, 1984).

En las ciencias ambientales principalmente se manejan solo 2 tipos, Cerrados (autónomos) y Abiertos (dependientes).

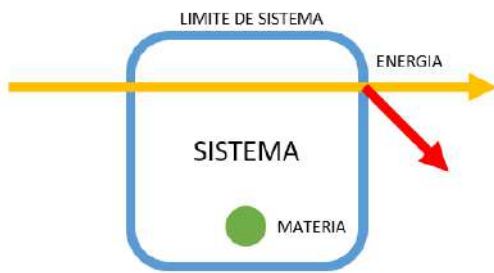


Figura 1 Ejemplo de sistema de entorno materialmente cerrado, energéticamente abierto(Autónomo)

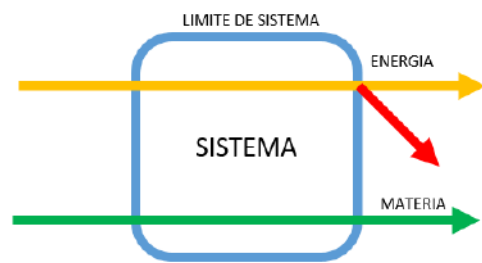


Figura 2 Ejemplo de sistema de entorno materialmente Abierto, energéticamente abierto.

Por ejemplo, tomemos la figura 1 para explicar lo anterior. La materia representada por el círculo verde permanece estática o en conservación, mientras que la energía atraviesa el sistema (procede del exterior, interactúa dentro del sistema y sale de este). Aquí es donde se determina que el sistema es materialmente cerrado y energéticamente abierto.

Ahora tomemos como ejemplo la figura 2, que a diferencia de la figura 1, la materia ya no es conservada por el sistema, debido a que está basado en una vivienda donde los recursos proceden del exterior son consumidos y después desechados (Bozeman Science, 2015).

## 2.4 Sistemas Ecológicos Cerrados (CES)

Los CES<sup>22</sup> son ecosistemas artificiales, con las características de los sistemas físicos cerrados. Este término se utiliza a menudo para describir ecosistemas artificiales pequeños y herméticos. Los CES son de interés en la investigación espacial y pueden servir potencialmente como sistema de soporte vital durante vuelos espaciales y en la investigación de estaciones espaciales autosustentables, laboratorios y en colonización en ambientes estériles que no reúnen las condiciones básicas para el desarrollo de la vida.

En un sistema ecológico, cualquier residuo producido por una especie debe ser utilizado por lo menos por otra especie.

<sup>22</sup> Siglas en inglés de Closed ecological systems.

Si el propósito es mantener una forma de vida más alta, por ejemplo, un ratón o un ser humano, residuos tales como dióxido de carbono, las heces y la orina se deben convertir en oxígeno, alimento y agua (Armentrout & Koppes, 2003).

## 2.5 Ecoesferas Materialmente cerradas (MCE)

Las MCE<sup>23</sup> son sistemas físicos materialmente cerrados similares a los mesocosmos<sup>24</sup> utilizados en estudios ecológicos por tener un aislamiento material superior y por tener una tasa de fuga mínima, lo que permite el estudio en laboratorio de ecosistemas generados, o de ecosistemas que imitan.



*Imagen 6 ecoesfera cerrada actualmente como producto  
Fuente EcoSphere.*

Las ecoesferas nos permiten comprender como funcionan ecosistemas complejos de nuestro planeta desde sus componentes mas sencillos. Estos se caracterizan por ser completamente autónomos, no necesitan de cuidados como alimentación o higiene y su relevancia en este capitulo es que son posibles hacerlos desde 1986 en escalas pequeñas y a partir de entonces permiten el desarrollo de sistemas mas complejos a mayor escala, esto condujo a la posibilidad de que estos estudios sobre MCE permitieran utilizar la vida animal y vegetal para sustentar a los humanos en la

exploración espacial.

Los proyectos MCE empezaron con Vladimir Vernadsky en 1926 y posterior mente Clair Folsom en 1986 quien se le conoce como la pionera en el estudio de las ecoesferas (EcoShere, 2018).

---

<sup>23</sup> Siglas en ingles de Materially-Closed Ecospheres

<sup>24</sup> Los mesocosmos son recintos físicos de confinamiento dentro de ecosistemas y son usados en experimentos que permiten llevar a cabo múltiples repeticiones, proporcionando resultados cercanos a las condiciones reales de los ecosistemas naturales.

## 2.6 Sistemas de soporte vital cerrado (CLSS) y control ambiental de soporte vital (CELSS)

Los CLSS<sup>25</sup> son sistemas cuya finalidad es mantener la reutilización de recursos internos dentro una instalación cerrada manteniendo un ciclo continuo de elementos como el agua, el aire, alimentos, desechos etc, para mantener a sus ocupantes en condiciones óptimas para sobrevivir.

Los CELSS<sup>26</sup> son sistemas cuya finalidad es mantener un ambiente controlado, sano y estable para los usuarios dentro de una instalación cerrada, como lo son temperatura, humedad, iluminación, ventilación etc.. Estos principalmente se encargan del bombeo de aire y agua y el procesamiento de aire, ver Figura 3.

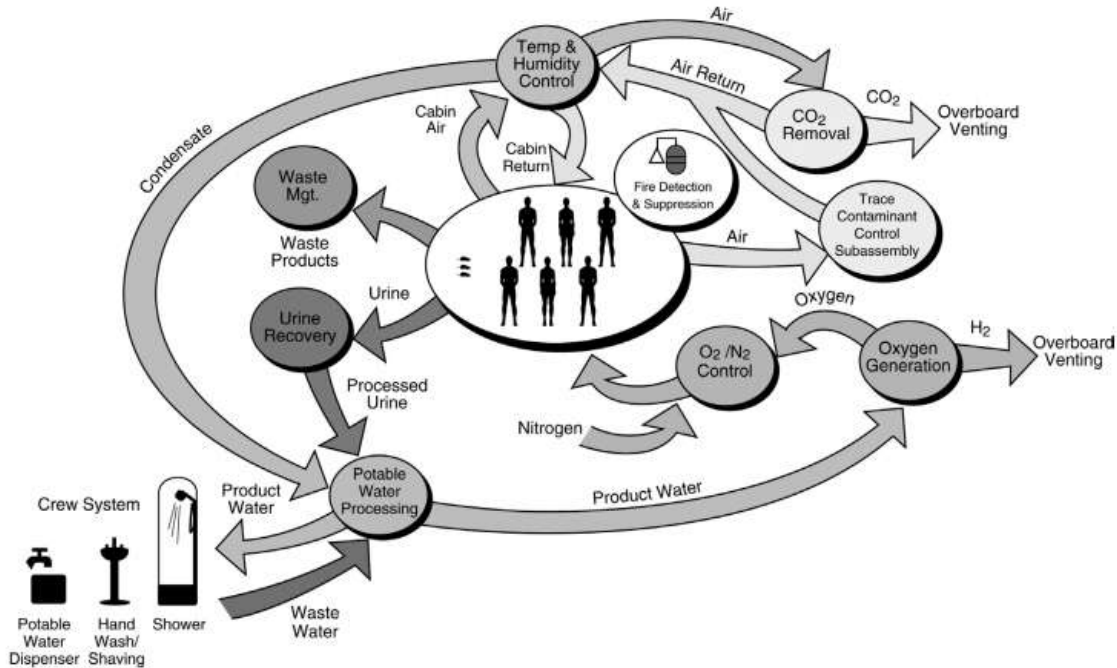


Figura 3 Sistema regenerativo de control de soporte vital cerrado. utilizado en la estación espacial internacional. Fuente: NASA.gov

<sup>25</sup> Siglas en inglés de Closed Systems for Life Support.

<sup>26</sup> Siglas en inglés de Controlled Environmental Life Support Systems.

En su denominación se les considera materialmente cerrados (letra C) y energéticamente abiertos debido a la entropía<sup>27</sup>. Esto quiere decir que no requiere la producción de energía dentro del límite del sistema, por lo tanto, la fuente de abastecimiento debe ser exterior.

Los componentes de los sistemas de soporte vital y de control ambiental son principalmente mecánicos, aunque pueden tener una tecnología biorregenerativa que los complemente.

Algunos de los componentes de este sistema podrían ser: removedor de CO<sub>2</sub>, generador de oxígeno, purificador de agua y productor de alimentos (Nelson, Pechurikin, Allen, Somova, & Gitelson, 2009).

## 2.7 Sistemas Biosféricos (BS)

Los BS<sup>28</sup> son sistemas de entorno basados en ecosistemas completos. Estos a diferencia de los sistemas de soporte vital donde únicamente se implementan un método de producción agropecuario se componen de ecosistemas diversos y complejos y suelen requerir instalaciones de mayor tamaño.



Foto 2 Vista de Biosphere 2, Hábitat y Pulmón. Fuente: DrStarbuck en Flickr

Los BS son esencialmente materialmente cerrados con energía abierta como un sistema de soporte de vida ecológico cerrado, y su complejidad interna proporciona capacidad de amortiguación adicional para la presión del aire y la regeneración del agua, y aumenta las perspectivas a largo plazo de un sistema resistente a la caída catastrófica, ya mejorar la "capacidad de vivir" para sus usuarios (Nelson, Pechurikin, Allen, Somova, &

Gitelson, 2009).

A diferencia de los sistemas de soporte vital, los componentes que integran un BS son biológicos, como plantas, animales, insectos y vida microbiana.

<sup>27</sup> Es una magnitud física para un sistema termodinámico en equilibrio también se puede decir que mide el grado de organización del sistema, o que es la razón de un incremento entre energía interna frente a un incremento de temperatura del sistema.

<sup>28</sup> Siglas en inglés de Biospheric Systems

Estos sistemas también ofrecen nuevas oportunidades para la investigación sobre la complejidad de los mecanismos ecológicos que operan en la biosfera de la Tierra como en el caso de la BIOSFERA 2 ver foto 2 ya que están enfocados a sistemas más grandes como lo vimos con las Ecoesferas.

## 2.8 Tecnología Biorregenerativa (BT)

Son las tecnologías capaces de proporcionar recursos de soporte a la vital (alimentos, aire, agua) mediante la utilización de mecanismos biológicos y tecnológicos (en algunos casos). Algunos ejemplos de ello son las cámaras de crecimiento de plantas en el que un determinado cultivo generar parte de su atmósfera, ver Foto 3, purifica una cierta cantidad de agua por transpiración y produce alimentos.



*Foto 3 Invernadero espacial, capaz de proveer los nutrientes y el oxígeno necesarios para una persona durante un año desarrollado en las instalaciones de biosfera 2 en Arizona. Fuente The Good Stuff- Inside Biosphere 2: The World's Largest Earth Science Experiment.*

También puede ser una unidad de procesamiento de aguas residuales en el que las plantas y microbios acuáticos digieren aguas residuales o aguas grises (Nelson, Pechurikin, Allen, Somova, & Gitelson, 2009).

En resumen, las Bs son tecnologías que generan y regeneran recursos para consumo y soporte vital, pero principalmente son la base de elementos biológicos que no están dentro de un ecosistema.



## CAPITULO III: CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE ENTORNO CERRADO.

En este capítulo se analizarán los requerimientos necesarios para mantener una vivienda tipo CES funcional.

### 3.1 Entorno y riesgos potenciales para los usuarios.

En una instalación tipo CES se toman en cuenta los riesgos que se pueden generar debido al clima del lugar. A los ambientes con estos climas se les conoce como extremos por que presentan condiciones que son un reto para la mayoría de las formas de vida. Estos pueden ser rangos extremadamente altos o bajos de temperatura, radiación, presión, acidez, alcalinidad, aire, agua, sal, azúcar, dióxido de carbono, azufre, petróleo y muchos otros (Rothschild & Mancinelli, 2001).

En resumen, un ambiente extremo es un lugar donde los seres humanos por lo general no viven o podrían morir allí.

De acuerdo al tipo de Ambiente tendremos diferentes tipos de riesgos potenciales para los usuarios.

A continuación, se propone una serie de riesgos que sería necesario tomar en cuenta para diseñar una instalación tipo CES, ver Tabla 1.

*Tabla 1 Simbología de posibles riesgos. (Elaboración propia)*

<b>Riesgo</b>	<b>Descripción</b>
Frio extremo	Zonas con temperatura menor de -30°C.
Riesgo físico	probabilidad de sufrir un daño corporal.
Riesgo atmosférico	Peligro de impacto por objetos generados en la atmosfera o externos de ella (granizo, ceniza, rayos cósmicos).
Calor extremo	Zonas con temperatura mayor a 40°C.
Riesgo químico	Envenenamiento o daño producido por una exposición no controlada a agentes químicos.
Aislamiento	Posibilidad de no tener comunicación con posibles fuentes de ayuda en caso de emergencia.
Viento extremo	Velocidad del viento igual o mayor de 50-90km/h
Riesgo biológico	Organismo o la sustancia derivada de, que presenta una amenaza a la salud
Riesgo radioactivo	Radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia
Sequia	Periodo prolongado sin lluvia o humedad relativa

Sismos	Sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre.
Inundaciones	Ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta
Conflicto humano	Situación de guerra o inestabilidad socio política

Con posibles riesgos detectados, se realizan estimaciones del impacto de estos en escenarios reales, en algunas partes del planeta donde se marcan las posibles aplicaciones de una CES en zonas extremas, ver Tabla 2.

**Tabla 2 Análisis y posibles aplicaciones en sitios con problemáticas varias (elaboración propia).**

Sitio	Peligros	Tipo de estación	Tipo de aislamiento	Tecnologías	Actividades de desarrollo
Meath Valley, California, USA	Calor extremo Viento extremo sequia	Centro de investigación, observatorio	Material Térmico	Producción energética	investigación
Linden, china	Riesgo químico	Vivienda	Material	Producción energética Bioregenerativas (limpieza de aire, soporte vital)	Habitabilidad Trabajo
Dzerzhinsk, Rusia	Radiactividad Riesgo químico	Centro de investigación Restauración	Material Radiológico	Producción energética Bioregenerativas(prod ucción de alimentos, soporte vital)	Investigación
La Oroya, en Perú	Riesgo químico Riesgo físico	Centro de investigación restauración vivienda	Material	Producción energética Bioregenerativas (limpieza de aire, soporte vital)	Habitabilidad Trabajo Investigación
Kabwe, Zambia	Riesgo químico Riesgo físico	Centro de investigación restauración vivienda	Material	Producción energética Bioregenerativas (limpieza de aire, soporte vital)	Habitabilidad Trabajo Investigación
Desierto de Atacama, Chile.	Calor extremo Aislamiento Sequia sismo	Centro de investigación Vivienda	material	Producción energética Bioregenerativas	Habitabilidad
Península de Kamchatka, Rusia	Aislamiento Frio extremo sismo	Centro de investigación vivienda	Material Térmico	Producción energética Bioregenerativas	Habitabilidad Investigación
Valles Secos de McMurdo, Antártida	Aislamiento Frio extremo Vientos fuertes Sequia	Centro de investigación vivienda	Material Térmico	Producción energética Bioregenerativas	Habitabilidad Investigación
archipiélago Svalbard Noruega	Aislamiento Frio extremo vientos fuertes	Centro de investigación vivienda	Material Térmico	Producción energética Bioregenerativas	Habitabilidad Investigación

Tianying, China	Riesgo químico Riesgo biológico	Centro de investigación Producción alimentaria Vivienda	Material	Producción energética Bioregenerativas (limpieza de aire/agua, soporte vital)	Investigación Restauración Habitabilidad
Desierto de Sonora, México, USA	Riesgo biológico Sequia Frio extremo Calor extremo	Centro de investigación Vivienda	Material Térmico	Producción energética Bioregenerativas	Habitabilidad Investigación
Pico de Orizaba, Mexico	Vientos fuertes Riesgo físico	Centro de investigación Vivienda	Material Térmico	Producción energética Bioregenerativas	Habitabilidad Investigación
Galcaio, Somalia	Sequia Calor extremo Conflicto Humano Riesgo físico	Centro de refugiados Alberge Producción alimentaria	Material Térmico Balístico	Producción energética Bioregenerativas (limpieza de aire/agua, soporte vital)	Habitabilidad Producción

Con lo anterior se proponen rangos de implementación de las CES de acuerdo a su dificultad, ver Tabla 3.

**Tabla 3 Rangos de CES y posibles aplicaciones. (elaboración propia).**

<b>RANGO 1</b>	Estaciones para habitación y vivienda, estaciones de investigación de difícil acceso. auto sustentables y ambientalmente amigables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Climas en extremo cálidos</li> <li>- Climas en extremo fríos</li> <li>- Zonas con elevaciones superiores a los 2000m</li> <li>- Zonas deforestadas o de deterioro ecológico</li> <li>- Zonas aisladas</li> </ul>
<b>RANGO 2</b>	Estaciones de trabajo, refugios temporales auto sustentables. para zonas en conflicto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas de conflicto</li> <li>- Zonas expuestas a elementos peligrosos</li> <li>- Climas áridos</li> </ul>
<b>RANGO 3</b>	Estaciones de estudio o trabajo de restauración de zonas dañadas por desastres ecológicos graves.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas de pruebas nucleares</li> <li>- Zonas de accidentes o derrames químicos</li> <li>- Zonas de peligro de desastre humano o natural.</li> </ul>
<b>RANGO 4</b>	Estaciones extra terrestres (a futuro), experimentales, implementación de nuevas tecnologías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas montañosas</li> <li>- Zonas de deslaves o sismos</li> <li>- Climas árticos</li> <li>- Zonas con protección atmosférica baja o ninguna</li> </ul>

De acuerdo a las tablas presentadas se debe considerar en el diseño de una CES lo siguiente:

1. La instalación partiendo de las problemáticas del entorno donde se piensa implementar.
2. La seguridad de los usuarios dependiendo de las problemáticas del entorno.
3. El confort de los usuarios a pesar del clima del entorno.

### 3.2 Insumos necesarios

Para la realización del prototipo de vivienda se tiene que seguir una serie de consideraciones, la primera de estas son los insumos necesarios para los usuarios que harán uso de la instalación.

El cálculo de la cantidad de insumos (aire, agua, alimentos) necesarios para sostener la vida humana, es esencial para el análisis de costes y beneficios, los estudios de trade-off<sup>29</sup> y la determinación de cuando los sistemas bioregenerativos para estaciones aisladas son ventajosos en comparación con el enfoque utilizado hasta la fecha en instalaciones o sistemas similares.

Los Requisitos para la alimentación variará dependiendo del peso y el metabolismo de los diferentes individuos. Para el uso de agua también depende de muchos factores. Algunos estudios han llegado a la conclusión de que "en el curso de un año, la persona promedio consume tres veces su peso corporal en oxígeno, y ocho veces su peso corporal, y bebiendo agua ocho veces su peso. A lo largo de toda la vida, estos materiales equivaldrían a exceder 1.000 veces el peso de un adulto " (NASA, 2003).

Los factores más importantes en estos cálculos son la extensión, y la presencia humana permanente, que hace necesario crear un ciclo en la regeneración del aire, los alimentos y el agua involucrados para el sustento de la vida dentro de una instalación CES. (Nelson, Pechurikin, Allen, Somova, & Gitelson, 2009), ver Tabla 4.

**Tabla 4 Insumos necesarios para mantener a una persona en el espacio.**

insumos	1 día (kg/Persona)	1 año (kg/Persona)	Ciclo de vida (kg/persa)
Comida(seca)	0.6	219	15,300
Oxígeno	0.9	329	23,000
Agua potable	1.8	657	46,000
Agua sanitaria	2.3	740	58,800
Subtotal	5.6	2,045	143,100
Agua domestica	16.8	5,840 (L)	462,200(L)

<sup>29</sup> Es un anglicismo que describe una situación en la cual se debe perder cierta cualidad a cambio de otra cualidad.

Con lo anterior expuesto las consideraciones primarias a tomar en cuenta son las siguientes:

1. El Número de usuarios que harán uso de la instalación, su edad peso y raza debido las diferencias metabólicas que estos parámetros representan.
2. Realizar un análisis de las dietas necesarias para aportar los nutrientes necesarios a los usuarios para que puedan desarrollar sus actividades sin sufrir inanición.
3. Generar un sistema de soporte vital capaz de mantener un flujo constante de agua para consumo humano.
4. Generar un sistema de soporte vital capaz de mantener una constante generación de los alimentos necesarios para la dieta de los usuarios (de acuerdo a análisis previo).
5. Generar un sistema de soporte vital capaz de regenerar el aire respirable de la instalación, además de remover los contaminantes de este.

### 3.3 Sistemas de soporte vital.

Los sistemas de soporte vital son definidos como un equipo o estructura artificial que proporciona todos o algunos de los elementos (como oxígeno, alimentos, agua, control de temperatura y presión, y eliminación desechos corporales) necesarios para mantener la vida o la salud (Cambridge Dictionary, s.f.).

Los sistemas de soporte vital están conformados por 6 subsistemas; aire, biomasa, comida, térmico, desperdicio y agua (Hanford, 2004).

Para lograr un sistema de entorno cerrado es obligatorio diseñar un sistema de soporte vital conformado por los 6 subsistemas, ya que de este dependerá la supervivencia y/o periodo de estancia de los usuarios que hagan uso de la instalación.

El diseño de los sistemas de soporte vital debe tener los siguientes objetivos:

1. Cerrar completamente del aire y el agua dentro del sistema, de manera que elimine los consumibles exteriores.
2. Desarrollar el reciclado y procesamiento de recursos y contaminantes para que aumente el nivel de autosuficiencia.

3. Optimizar el ciclo de cierre de los alimentos, con revitalización de los concomitantes del aire y del agua, Basado en el crecimiento de plantas de cultivo u otros organismos fotosintéticos.
4. Proporcionar un control térmico activo eficiente y fiable (adquisición de calor, transmisión y Aislamiento).
5. Tomar en consideración los componentes tecnológicos existentes, así como componentes biológicos que ayuden a la realización de los objetivos anteriores, (ALSP, 2003).

### 3.4 Necesidades de Usuario

Los proyectos arquitectónicos buscan satisfacer las necesidades que requieren los usuarios que harán uso de la instalación. En un CES, las necesidades que presentan los usuarios van más allá que el confort y las necesidades básicas encontradas en proyectos de vivienda ordinarios, estas son necesidades específicas para garantizar la salud y mantener el ambiente apropiado para desarrollar las actividades necesarias dentro de la instalación a esto se refiere la “Salud ambiental” La cual involucra mantener una atmosfera respirable, agua potable, limpieza en las superficies de contacto, iluminación apropiada, el ruido y la vibración por debajo de los límites permitidos (ALSP, 2003, pág. 25).

Para el agua potable se debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos actualmente, incluyendo aquellos para el control microbiano y el sistema de agua propuesto se debe poder descontaminar en cualquier momento y tener un porcentaje en almacenamiento (ALSP, 2003, pág. 27).

En el caso del aire o cualquier atmósfera interna destinada a la respiración de los usuarios debe cumplir con la atmósfera respirable actual y los requisitos de calidad del aire. Además, atmósfera interna para la respiración también debe cumplir con los requisitos actuales para el control microbiano y los contaminantes de rastro. Además, todos los materiales y herrajes capaces de contribuir a la contaminación del aire respirable en la instalación deben ser sometidos a prueba de gas y certificados como seguros de acuerdo con los procedimientos actuales aplicables, y Se debe evaluar todo potencial de peligro tóxico de la carga útil<sup>30</sup> y los

---

<sup>30</sup> En la aviación y exploración espaciales la mercancía, útiles o incluso personas que transporta la nave.

productos químicos de uso general, que podrían contaminar la atmósfera respirable, inclusive los usuarios deberán disponer de información sobre peligros potenciales sobre contaminantes atmosféricos para apoyar las operaciones de descontaminación en caso de ser necesario (ALSP, 2003, págs. 27-28).

El diseño de la instalación y la planificación de las actividades deberán considerar cuestiones de habitabilidad de acuerdo con las normas vigentes abonado a esto el diseño debe tener en cuenta los problemas de habitabilidad que requieren mayor atención: factores humanos, ergonomía, trabajo adecuado y volúmenes de vida<sup>31</sup>, control de olores y partículas, disposiciones sociales, recreativas y recreativas, espacio para dormir y privacidad, control de temperatura, control de ruido, color e iluminación (ALSP, 2003, pág. 73).

De enfocarse un proyecto similar al presentado en este documento para otro ambiente con clima extremo, o con propiedades específicas que requiere contemplar necesidades adicionales tales como la identificación y caracterización de enfermedades infecciosas presentes en el sitio y mantener la radiación ionizante tan bajo como sea razonablemente posible y sin exceder las normas vigentes NCRP No. 132.<sup>32</sup> En Sv<sup>33</sup> ver Tabla 6 (ALSP, 2003, pág. 28).

**Tabla 5 Límites de exposición profesional Informe  
NCRP No. 132 (Sv)**

Edad (años)	Hombre	Mujer
25	0.7	0.4
35	1	0.6
45	1.5	0.9
55	3	1.7

Abonado a esto la exposición a radiaciones no ionizantes, incluyendo radiofrecuencia, campos electromagnéticos, radiación láser óptica y radiación óptica ultravioleta, no excederá las normas vigentes (NOM-013-STPS-1993)<sup>34</sup> (ALSP, 2003). Esto en casos de trabajo y actividades al interior de la instalación, y en el uso de equipos y los componentes de los sistemas de soporte vital.

<sup>31</sup> Se refiere al espacio volumétrico que ocupan las formas de vida por sus dimensiones corporales.

<sup>32</sup> Consejo Nacional de Protección y Mediciones Radiológicas por sus siglas en inglés (NCRP).

<sup>33</sup> El sievert (símbolo Sv) es una unidad derivada del SI que mide la dosis de radiación absorbida por la materia viva,

<sup>34</sup> NORMA Oficial Mexicana: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

## CAPITULO IV: SISTEMAS DE AUTOPRODUCCIÓN Y REGENERACIÓN.

En este capítulo se presentarán algunas propuestas de tecnologías y sistemas de producción y regeneración de recursos, para completar el requerimiento del ciclo regenerativo dentro de la instalación propuesta, el cual es de vital importancia para el funcionamiento de un CES.

### 4.1 Tecnologías Biorregenerativas

Las tecnologías biorregenerativas son las que hacen uso de componentes biológicos para obtener un producto sin que el componente productor se pierda, es decir son el conjunto de plantas, microorganismos o animales para controlar el ambiente, producir alimentos y eliminar desechos.

Este concepto ha sido estudiado desde 1950 y algunas tecnologías están siendo objeto de estudio por sus posibles beneficios y explotación comercial. Por ejemplo, los tanques de cultivo de microalgas (*Chlorella*) o Biorreactores, que desde 1960 se ha estudiado su uso para la generación atmosfera al interior de la instalación cerrada mediante un proceso fotosintético además para la elaboración de productos varios (Wheeler P. R., 1997). Otro ejemplo son las cabinas de cultivo para plantas sobre suelo o por métodos de cultivo por hidroponía o aeroponía para la producción de alimentos, y las plantas de tratamiento de aguas negras y grises para la descomposición de desechos a base de microorganismos.

Algunas de estas tecnologías son comerciales y están disponibles actualmente, otras no son comerciales pero sus componentes si lo son y su implementación requerirá de un diseño específico para la adecuación de estas a los requerimientos necesarios.

El desarrollo de sistemas biorregenerativos<sup>35</sup> (en el caso de una instalación de sistemas de soporte vital) las tecnologías biorregenerativas son una opción necesaria para reducir el consumo energético para la conservación de alimentos o el transporte de los mismos, eliminar el uso de químicos para el tratamiento de aguas, y el uso de aparatos mecánicos para eliminar compuestos tóxicos de la atmosfera de la instalación (ALSP, 2003, pág. 41).

---

<sup>35</sup> Sistemas en los cuales todos sus componentes son elementos biológicos regenerativos.



## 4.2 Producción de alimentos.

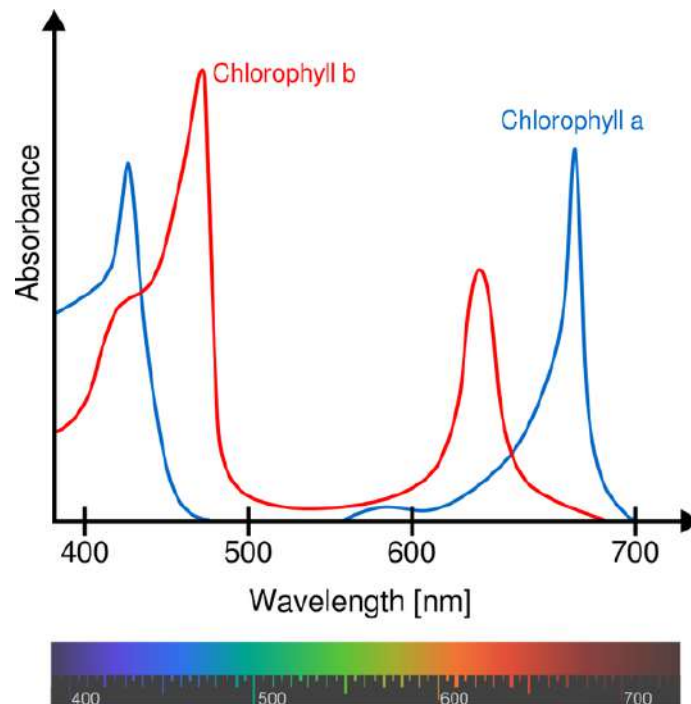
La producción de alimentos es uno de los subsistemas de un sistema de soporte vital que se encargará de la producción de biomasa para el consumo humano y debe de garantizar una producción estable de comida para mantener a los usuarios sanos. Algunos de los métodos o sistemas de producción de alimentos ideales para el tipo de proyecto son, el método de hidroponía, que consiste en cultivar plantas usando disoluciones minerales en vez de suelo agrícola donde las raíces reciben una solución nutritiva y equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos esenciales el desarrollo de las plantas, que pueden crecer en una solución mineral únicamente, o bien en un medio inerte, como arena lavada, grava o perlita, entre muchas otras (IICA, 2010).

Otro método es la aeroponía, en el cual se cultivan plantas en un entorno aéreo o de niebla sin hacer uso de suelo. Los cultivos aeropónicos básicamente difieren de los convencionales cultivos hidropónicos y crecimiento in vitro por que se exponen las raíces de las plantas al ambiente siendo los nutrientes pulverizados sobre estas. El principio básico de la aeroponía es hacer crecer las plantas en un entorno cerrado o semicerrado, pulverizando las raíces colgantes y el bajo tallo con una disolución acuosa rica en nutrientes. Las hojas y corona, a menudo llamadas dosel, se extienden hacia arriba (AlShrouf, 2013).

Para tener mejores resultados en el diseño del sistema de producción de alimentos vegetales se tiene que considerar lo siguiente:

1. La selección de cultivos,
2. La gestión y la horticultura ambiental (incluyendo preocupaciones de luz / energía y nutrientes) y
3. La recuperación de recursos biológicos (Hanford, 2004).

Cada especie de cultivo tiene condiciones ambientales óptimas para la producción de altos rendimientos en la producción de alimentos. Las plantas no utilizan eficazmente el espectro de la luz. De hecho, las estructuras internas que absorben la luz dentro de las plantas como una de clorofila y caroteno absorben la luz en el rango de dos longitudes de onda particular ver Gráfica 15. La mayoría de las luces LED permiten entregar la energía que las plantas necesitan en los espectros exactos que son más efectivos para inducir el crecimiento de plantas sanas.



Gráfica 15 La absorción óptima de luz ocurre en diferentes longitudes de onda para distintos pigmentos.

Fuente: OpenStax College

Las luces de crecimiento utilizan alrededor de un 75% menos energía que sus contrapartes con aditivos metálicos o focos de descarga. Cada planta necesita distintos tipos de iluminación, pero las que mejor reaccionan a la luz led son tomate, pimienta, albahaca, lechuga, entre otras (Hjort & Sandberg, 2013). Este método es más recomendado para zonas donde hay poca luz o se requiere luz suplementaria además de mantener niveles controlados de producción de alimentos (Hanford, 2004).

Otro método de producción de alimentos estables es la Entomofagia<sup>36</sup> ya que los insectos son una de las fuentes más ligeras de proteína animal de alta calidad disponible, se pueden usar en el reciclaje de desechos su producción es más económica y la producción de GEI es mucho menor relacionado a otros animales de crianza (FAO, 2013, pág. 59).

En promedio los insectos pueden convertir 2 kg de alimento en 1 kg de masa de insecto, mientras que el ganado requiere 8 kg de alimento para producir 1 kg aumento de peso corporal, por ejemplo, el porcentaje consumible de un grillo es del 80% a comparación del cerdo que solo es consumible el 55% (Dufour, 1981).

<sup>36</sup> Es el consumo de insectos por los seres humanos.

Los gases de efecto invernadero producidos por la mayoría de los insectos son inferiores a los del ganado convencional. Los cerdos, por ejemplo, producen entre 10 y 100 veces más gases de efecto invernadero por kilogramo de peso que los insectos (FAO, 2013, pág. 60).

Los insectos pueden alimentarse de residuos biológicos como residuos alimentarios o de origen humano, abono y estiércol, y pueden transformar estos residuos en proteínas de alta calidad, que a su vez pueden utilizarse como piensos además los insectos utilizan menos agua que el ganado y dependen de menos tierra que la actividad ganadera (FAO, 2013, pág. 125).

Hoy día se han contabilizado 504 especies de insectos comestibles en la parte de los estados del centro, sur y sureste de en la República Mexicana, algunos de estos son: Chinchas, pulgones, libélulas, gusanos de maguey, escarabajos, hormigas, abejas, chapulines, jumiles. entre otros (Elorduy, 2006)

### 4.3 Limpieza y calidad del aire

En gestión ambiental, la purificación del aire se puede realizar mediante equipos para la purificación de aire los cuales son dispositivos que eliminan los elementos contaminantes, tóxicos, humos, partículas, presentes en el aire. En el caso de purificadores de aire existen 3 tipos de procesos, por irradiación los que utilizan lámparas UV como agente germicida cuando el aire pasa por los ventiladores, por filtración donde el aire es forzado a través de un filtro y partículas son físicamente capturadas por el filtro, y los de carbón activado que utilizan carbón activado para absorber sustancias químicas volátiles sobre una base molecular, pero no elimina partículas más grandes (Zhang, 2004).

Otra opción de descontaminación del aire son las plantas ya que por medio de sus hojas absorben algunos contaminantes perjudiciales para la salud. Desde 1950 se han investigado los contaminantes al interior de una casa y en el ciclo ecológico necesario contar con la utilización de plantas para la desintoxicación del aire ver tabla 8. (B.C. , Anne , & Keith, 1989).

**Tabla 6 Productos químicos eliminados por las plantas del hogar de una Cámara cerrada experimental Durante 24h**

Planta	Formaldehído (H-HC=O)			Benceno (C6H6)			Tricloroetileno (C2HCl3)		
	Inicio (p/m)	Final (p/m)	Porcentaje removido	Inicio (p/m)	Final (p/m)	Porcentaje removido	Inicio (p/m)	Final (p/m)	Porcentaje removido
Dracaena fragrans (Tronco del Brasil.)	20	6	70	14	11	21.4	16	14	12.5
Chrysanthemum (crisantemos)	18	7	61	58	27	63	17	10	41.2
Gerbera (Margarita)	16	8	50	65	21	67.7	20	13	35
Dracaena deremensis	8	4	50	27	13	52	20	18	10
Ficus benjamina (Laurel)	19	10	47.4	20	14	30	19	17	10.5
Control de fugas	18	17.5	2.8	20	19	5	20	18	10

Existe otro método conocido como método por fotobiorreactores que consiste en utilizar dispositivos destinados al cultivo masivo de microalgas para la purificación del aire. Para ello se tienen que mantener un medio estable (temperatura, pH, baja concentración de O<sub>2</sub>) y proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento donde se incluye una intensidad constante de la luz.

Las principales ventajas de las microalgas como fuente para la producción de biocombustible son: tasas de crecimiento altas y cortos tiempos de generación; requisitos mínimos de tierra (en comparación con otros sistemas de cultivo para producción de biocombustibles); alto contenido de lípidos y ácidos grasos; el uso de agua residual como fuente de nutrientes y/o captura de CO<sub>2</sub> desde fuentes contaminante (AST Ingeniería, 2014). Las microalgas poseen una capacidad ficorremediadora que consiste en la eliminación o biotransformación de contaminantes de un medio líquido o gaseoso. Estos compuestos contaminantes son captados por la biomasa y pueden ser recuperados mediante su cosecha además, los fotobiorreactores como el visto en la Foto 4 presentan una intensa fotosíntesis realizada durante el día en

sistemas de cultivo de algas puede aumentar los niveles de oxígeno disuelto a saturación > 200% (Pérez & Labbé, 2014).



*Foto 4 fotobiorreactor cerrado tubular horizontal fuente: algaenergy*

En 1964 se comenzó a experimentar en el proyecto BIOS-1 con un tanque de algas de *Chlorella* que produjo tanto oxígeno que 17 litros del cultivo se extendieron en una capa delgada en el reactor con una superficie de recepción de luz de 8 m<sup>2</sup> que fue suficiente para el intercambio de gases de un sujeto cuya masa corporal ascendía a 70 kg.

Posteriormente se realizó un experimento donde, en una cabina sellada con un individuo se conectó al reactor de *Chlorella* del Bios-1 y el individuo permaneció allí durante días, debido al intercambio de gases con las algas, que tomaron el dióxido de carbono que lanzó (Gitelson & Lisovsky, 2008).

Es posible que un fotobiorreactor genere la cantidad necesaria de oxígeno y la absorción de bióxido de carbono para generar un bucle regenerativo.

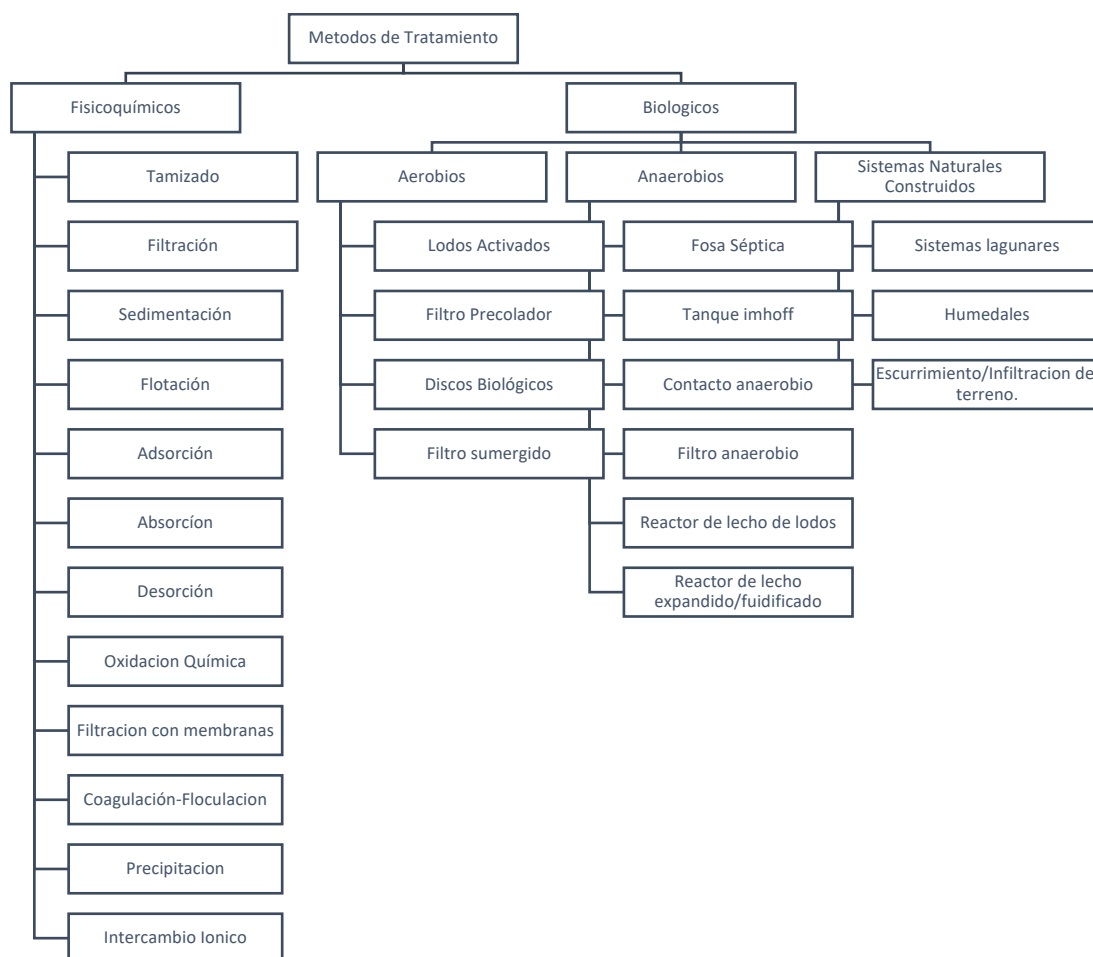
Además de lo anterior, los fotobiorreactores pueden servir para generar biocombustible, alimento para animales, fertilizante, absorción de metales pesados y remoción de patógenos (Pérez & Labbé, 2014).

## 4.4 Reutilización del agua

El subsistema de reutilización de agua comprende desde la recolección de las aguas residuales, tratamiento y hasta la potabilización para su posterior consumo así en un ciclo continuo.

El propósito principal del tratamiento del agua residual es remover el material contaminante, orgánico e inorgánico, el cual puede estar en forma de partículas en suspensión y/o disueltas, con objeto de alcanzar una calidad de agua requerida por la normativa de descarga o por el tipo de reutilización a la que se destinará (Noyola, Morgan-Sagastume, & Güereca, 2013).

Actualmente los métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales son dos Físicoquímicos y Biológicos.



Los sistemas de tratamiento de agua residual generan lodos que hay que tratar para poder disponer de ellos adecuadamente, para esto los sistemas de tratamiento de lodos deben estar integrados con los sistemas de tratamiento de agua residual dentro de lo que se denomina el tren integral de tratamiento de aguas residuales (tratamiento de agua y lodos) (Noyola, Morgan-Sagastume, & Güereca, 2013). Posteriormente se pueden utilizar los lodos para fertilizar cultivos convirtiendo los desechos humanos en biosólidos, siempre y cuando hayan sido tratados correctamente y todo agente patógeno haya sido eliminado (Shamsian, 2015).

Para el tipo de instalación se recomienda un sistema de UASB<sup>37</sup> + Filtros percoladores ver Figura 4.

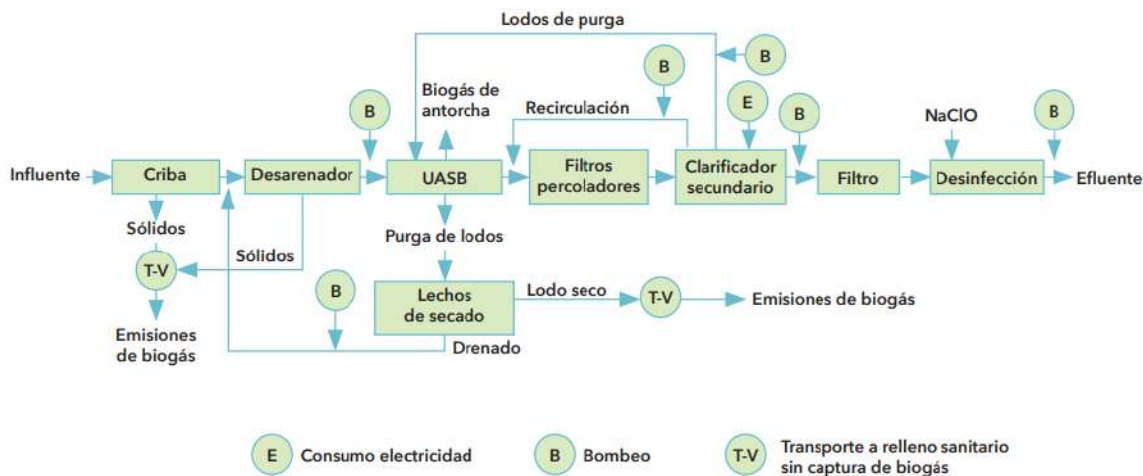


Figura 4 UASB + Filtros percoladores fuente: Instituto de Ingeniería UNAM

Otro sistema de recuperación de agua existente pero no comercial es el WRS<sup>38</sup> en ISS<sup>39</sup> consta de un conjunto de procesador de orina (UPA<sup>40</sup>) y un conjunto de proceso de agua (WPA<sup>41</sup>). La UPA elimina componentes volátiles (vaporización a bajas temperaturas) en la orina usando destilación, un proceso en el cual la desinfección por

<sup>37</sup> El reactor anaerobio de lecho de lodos por sus siglas en ingles upflow anaerobic sludge blanket, es un reactor de segunda generación que no requiere material de empaque para retener los microorganismos.

<sup>38</sup> Siglas de Water Recovery System (Sistema de recuperación de agua).

<sup>39</sup> Siglas de International Space Station (estación espacial internacional).

<sup>40</sup> Siglas de Urine Processor Assembly.

<sup>41</sup> Siglas de Water Processor Assembly.

calor se usa para prevenir el crecimiento microbiano. La urea se estabiliza primero químicamente para que no se convierta en amoníaco y volatilice con el agua.



*Foto 5 Sistema de Recuperación de Agua (WRS) Este sistema está alojado en 3 bastidores de Estacion espacial internacional. Fuente: NASA*

Los componentes menos deseables y volátiles permanecen como salmuera líquida, que se devuelve a la Tierra y se desecha.

El WPA incluye un separador de gas, un filtro de partículas, camas multifiltración y un conjunto de extracción volátil (VRA) que trabajan para hacer el agua potable (potable). El multifiltro elimina especies iónicas y moléculas orgánicas grandes. El conjunto de eliminación volátil elimina las pequeñas

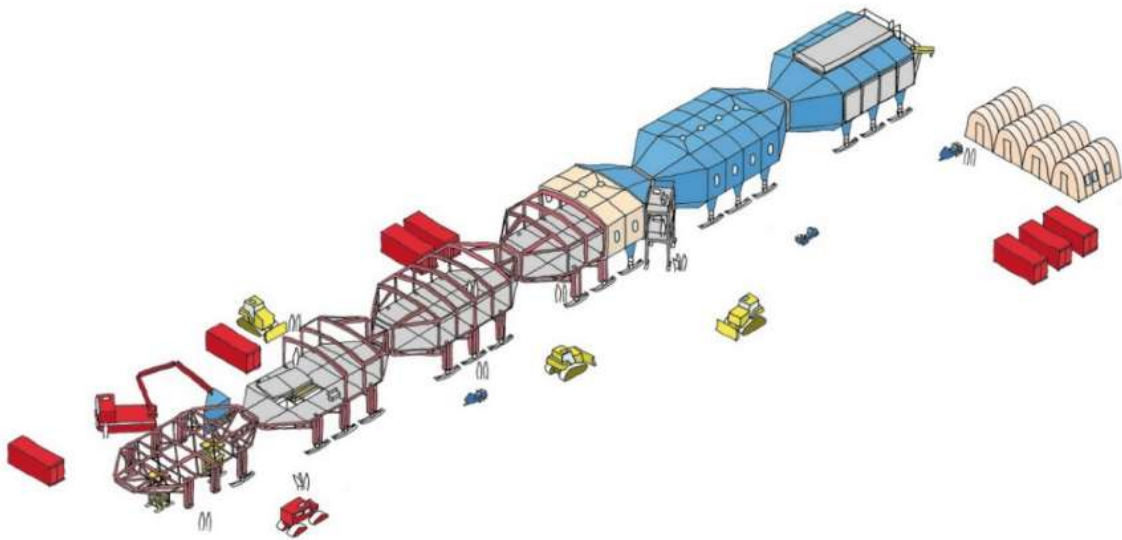
moléculas orgánicas volátiles tales como metanol, etanol y alcohol isopropílico (NASA, 2005).

## 4.5 Sistemas de construcción.

Para la construcción de la instalación es necesario utilizar un sistema automatizado puesto que no se puede exponer vidas humanas a potenciales riesgos en la construcción de una instalación en ambientes extremos. Esto contribuye a permitir la utilización de materiales de sitio, y reducir los tiempos de construcción (Bannova & Nystrom, 2016).

Un enfoque modular en la construcción en climas extremos, proporciona un aislamiento completo del hábitat del entorno, el modularidad es un enfoque esperado para la construcción en ubicaciones remotas y en climas extremos, aunque la escala de los elementos y los módulos prefabricados dependen de los medios de transporte disponibles, mano de obra y maquinaria. El aislamiento completo del medio ambiente también es un enfoque común para construir en el Ártico o en otros ambientes extremos, especialmente instalaciones para operaciones militares debido a los requisitos de seguridad (Bannova, 2016), estos construidos por métodos modulares ver Ilustración 1.



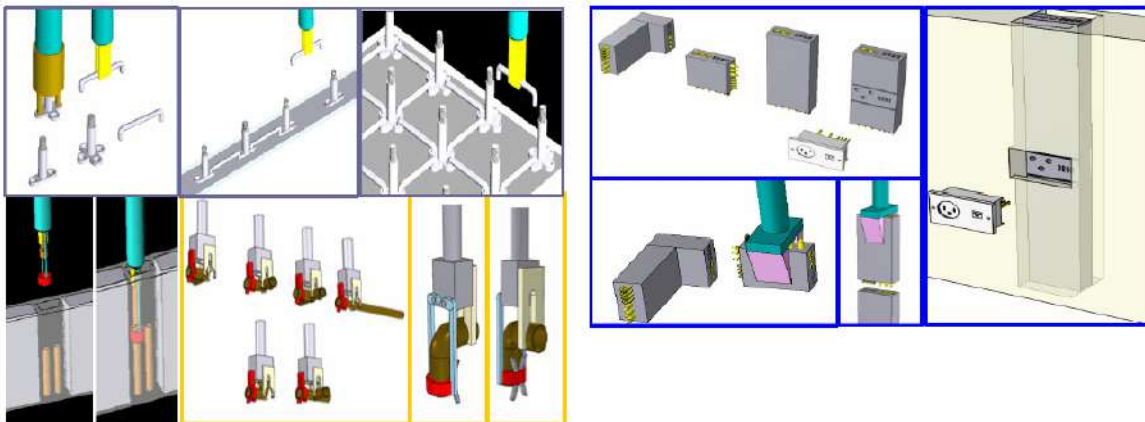


*Ilustración 1 Construcción de una instalación Halley VI Fuente: Hugh Broughton Architects*

El Countour Crafting (CC) es un proceso de construcción concebido para la fabricación de piezas a gran escala utilizando extrusión controlada por computadora utilizado principalmente para la impresión de construcciones, este proceso forma superficies externas lisas de un objeto mediante el flujo de material extruido sobre una superficie de lana para formar un sólido. Así, independientemente de la geometría de la superficie, la superficie fabricada es siempre será gobernada por un solo lado. La característica clave del CC es el uso de paletas en conjunto con un sistema de extrusión robótico. Similares a las herramientas simples que artistas y artesanos de la escultura. A pesar de los avances en la mecanización de procesos con control numérico computacional y la robótica, las herramientas tradicionales se siguen utilizando en la construcción de modelos y en trabajos de yeso (Khoshnevis, 2003). La elaboración de la tecnología de CC tiene un gran potencial para la automatización de la construcción de estructuras enteras, así como subcomponentes. Utilizando este proceso, una casa o una colonia de casas, cada una con un diseño diferente, posiblemente, puede estar construido de forma automática en una única prueba, incorporado en cada casa de todos los conductos para instalaciones eléctricas, hidráulicas y de aire acondicionado. Las aplicaciones potenciales de esta tecnología están alcanzando ahora incluyendo, pero no limitado a aplicaciones en situaciones de emergencia, de bajos ingresos, y la vivienda comercial (Mansour Rahimi, 2009).

El sistema de CC convencional funciona con una serie de rieles que se colocan en el perímetro de la construcción donde un sistema de grúa lleva una boquilla se mueve en dos carriles paralelos. Las estructuras convencionales se pueden construir integrando la máquina CC con un brazo de recogida y posicionamiento de viga de soporte, y las estructuras de adobe pueden ser construidas sin elementos de soporte externos usando características de forma tales como cúpulas y bóvedas. Los techos convencionales se pueden construir utilizando vigas estándar con un panel delgado para sujetar el material de construcción del techo extruido por la boquilla del sistema CC.

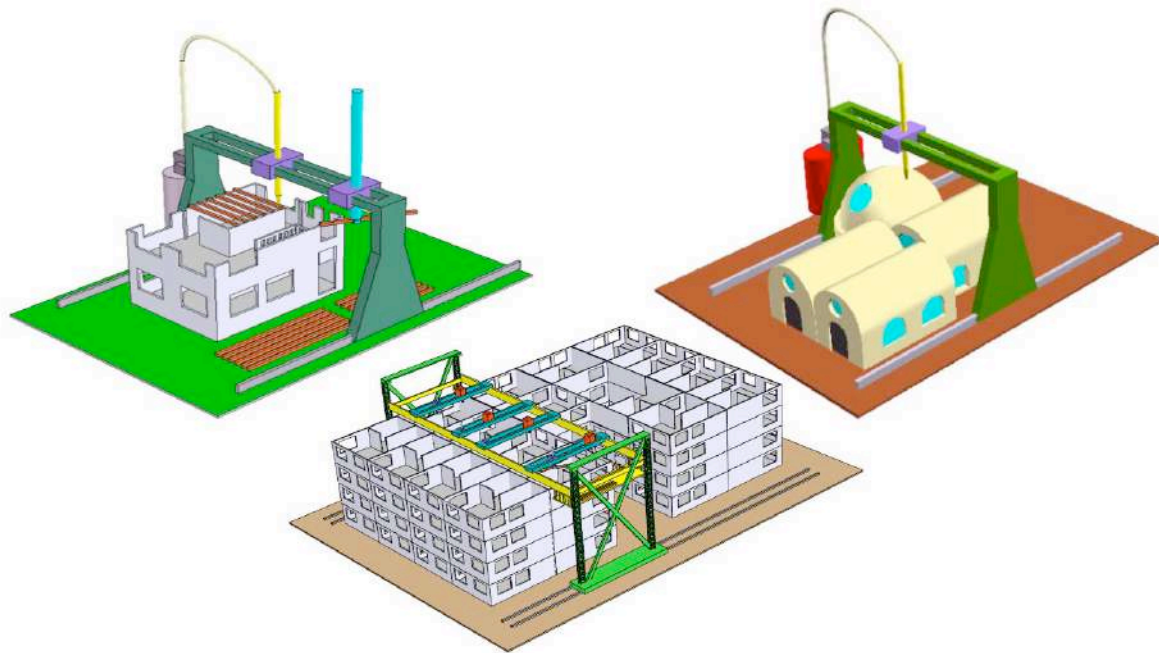
El sistema de construcción integrado con un CC también incluye métodos automáticos para refuerzo estructural, instalaciones de fontanería, cableado de redes eléctricas y de comunicaciones, e incorporación de sensores (Khoshnevis, 2004), ver Ilustración 2.



*Ilustración 2 Reforzamiento automatizado, fontanería y redes de electricidad Fuente: NIST*

El CC puede reducir significativamente el costo de la construcción comercial, según proyecciones los costos serán alrededor de una quinta parte de la construcción convencional ver Ilustración 3. El CC promete eliminar el desperdicio de materiales de construcción

además que proyectos de construcción de CC serán extremadamente acelerados; por ejemplo, una casa de 185 metros cuadrados puede construirse en menos de 24 horas.



*Ilustración 3 Construcción de residencias unifamiliares convencionales de adobe y edificio grande utilizando CC fuente: CalEarth*

## CAPITULO V: CONJUNCION Y JUSTIFICACION.

En este capítulo, se dará un resumen de los conceptos de los capítulos previos para plantear la justificación de la utilización de técnicas de terraformación en el diseño de viviendas en climas extremos en México.

### 5.1 Resumen de conceptos

La terraformación es el proceso por el cual se alteran las cualidades de un cuerpo celeste para que tenga condiciones similares a la tierra para sustentar la vida como la conocemos (Levine, 1992) , la terraformación depende de la ingeniería planetaria ya que es el conjunto de técnicas para lograr dicho fin (Scott, 2012).

La paraterraformación consiste en generar un habitat resguardado que proporcione las condiciones y elementos necesarios para sustentar la vida en su interior (Taylor, 1992). La paraterraformación difiere de la terraformación clásica puesto que no trata de cambiar el entorno donde se implementa, sino construir una instalación dentro de este que sea capaz de generar un refugio habitable, lo que hace de esta una técnica más rápida y económica, además de ser más probable de ser elaborado con tecnología actual (Macauley, 2017).

La paraterraformación o “casa mundo” consiste en un sistema de entorno cerrado (CES por sus siglas en ingles), es decir que el sistema (o hábitat) conservara sus elementos materiales, y no saldrá o entrara materia fuera de este (Bozeman Science, 2015) un ejemplo de esto son las ecoesferas materialmente cerradas (EcoShere, 2018) que a pequeña escala logar conservar toda su materia dentro del sistema.

Para crear una instalación tipo CES se ha experimentado con dos métodos, los cuales son; sistemas de soporte vital y sistemas Biosféricos. Hasta el momento los se sigue experimentando con los sistemas biosféricos, pues estos tratan de imitar los complejos sistemas de la tierra, cosa muy difícil y que aún no es posible lograr, además que sigue dependiendo de los sistemas de control ambiental por cuestiones de escala (Nelson, Pechurikin, Allen, Somova, & Gitelson, 2009). Los sistemas de soporte vital, al estar basados en tecnologías existentes e incluso comerciales, por eso es el método adecuado para implementar en este tipo de instalaciones (Bannova, 2016).

Los sistemas de soporte vital, al depender de la energía exterior del sistema es necesario recurrir a las tecnologías biorregenerativas para reducir la demanda energética del exterior que este tipo de instalaciones requieren.

Para diseñar una instalación CES se requiere saber las condiciones del entorno en donde se implementará, los insumos que requieren los usuarios para mantenerse sanos y confortables. Posteriormente proponer las tecnologías que se requerirán para lograr los bucles regenerativos dentro de la instalación, para reducir o suprimir la necesidad de recursos exteriores para reponer las pérdidas.

Finalmente, la construcción de la instalación dependerá de muchos factores, desde los recursos materiales, monetarios, humanos, la logística y las tecnologías disponibles.

## 5.2 Justificación del proyecto

El sector de la construcción al ser uno de los sectores económicos que más colabora con las problemáticas expuestas en el capítulo I, esto urge la necesidad de generar prácticas o proyectos para mitigar o adaptarse a los desafíos que se presentan en nuestro mundo. Un proyecto que contrarreste las problemáticas medio ambientales o que no contribuya al empeoramiento de estas es una solución factible y necesaria, utilizando las tecnologías y conocimientos desarrollados desde la década de los años 70 hasta la actualidad, así como el cambio de la visión de la vivienda a una instalación compleja que sea autosustentable e incluso beneficiosa para el ambiente.

El proyecto adicionalmente puede ser una opción de resiliencia ante la desertificación y la pérdida de ecosistemas a largo plazo, inclusive generar refugios seguros para poblaciones vulnerables a desastres naturales, conflictos humanos, o fenómenos meteorológicos, zonas con climas extremos, o ambientes donde el entorno es peligroso para los seres humanos por toxicidad o elementos nocivos para la salud.

El comportamiento autosustentable del proyecto ayudar a amortiguar los efectos del cambio climático y ser una solución a diversas problemáticas como la pérdida de suelos, el crecimiento de áreas urbanas y demanda de servicios e infraestructura, además de ser una solución para instalaciones específicas como centros de investigación y refugios.

Este proyecto se plantea implementar sistemas de soporte vital, que además de ser probados a diferencia de los sistemas biosféricos, también puede fomentar su uso en proyectos ordinarios de vivienda, al solucionar problemáticas comunes (generación de alimentos en áreas urbanas, generación de energía limpia y tratamiento de residuos).

El proyecto usaría tecnologías disponibles comercialmente y otras de uso especial no comerciales (como el countour crafting, sistemas de tratamiento de aguas residuales y los fotobiorreactores), el problema de esto es el costo de implementación de dichas tecnologías, pero su eventual uso y estandarización reduciría los precios de estas.

El principal uso de este proyecto es el de ser un refugio autosuficiente capaz de satisfacer necesidades esenciales para la subsistencia del ser humano, sin necesidad de hacer uso de fuentes exteriores para abastecimiento, y satisfacción de las mismas, adicionalmente, mantener todos los recursos que integren el proyecto en un ciclo constante de regeneración y uso el mayor tiempo posible.

### 5.3 Proyección a futuro

Otro de los grandes beneficios que puede aportar este proyecto y otros similares es abrir una nueva rama en el desarrollo de la sustentabilidad, la planificación de hogares inteligentes y su posible ejecución en un futuro en proyectos de escala mayor (estados o municipios sustentables), inclusive su implementación en otros planetas.

El físico Stephen Hawking cree que se colonizará Marte en 40 años, en ese periodo de tiempo se tendrán que desarrollar nuevas tecnologías para la habitabilidad y nos competirán a nosotros como generación ser quizá los primeros arquitectos extraterrestres, los métodos tradicionales de construcción de edificaciones pesadas de piedra rígidas e inadaptables a cambios bruscos de ideologías y tecnologías nuevas.



Imagen 7 Portada del libro Terraformar la Tierra de Jack Willson donde se toma el concepto de reestablecer las capacidades sustentativas de la tierra tras un desastre apocalíptico

El escritor británico Alan Moore dice que la cantidad de conocimientos que se genera en la historia humana asciende exponencialmente cada año, muchos conocimientos dan muchos cambios, y una arquitectura que no se adapta, que no se puede descomponer y recomponer, que no sustenta vida, que destruye la naturaleza.

Finalmente es posible de generar una solución rápida a un escenario catastrófico en el futuro, en donde tengamos que actuar rápido para asegurar inclusive nuestra propia supervivencia como especie en el peor de los escenarios (guerra nuclear, pandemia, crisis ambiental global Ver Imagen 7).

## CAPÍTULO VI: NORMATIVIDAD

En este capítulo se enlistan las normas existentes y aplicables para el proyecto arquitectónico que se plantea en capítulos posteriores. Cabe aclarar que, en distintas cuestiones como el desarrollo de sistemas de soporte vital, aprovechamiento de recursos, y construcción en climas extremos no existe una normativa aplicable al momento de la elaboración de este documento, Sin embargo, se siguen una serie de documentos técnicos que marcan lineamientos a seguir para lograr un diseño óptimo de un CES, además de tomar en consideración normas cuya temática tiene afinidad.

### 6.1 Normativa aplicable

**Normas técnicas complementarias:** Para Cuestiones de diseño, cálculo y construcción de una vivienda.

**NOM-013-STPS-1993:** Para condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante.

**NOM-012-STPS-2012:** Para límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

**FEMA P-361:** Para diseño cuartos seguros y refugios de tormenta para protección de vidas durante huracanes.

**ICC 500-2014:** Para estándares y criterios técnicos de refugios de tornados u huracanes.

**NOM-020-ENER-2011:** Para eficiencia energética en edificaciones en la envolvente de edificios para uso habitacional.



## 6.2 Lineamientos técnicos.

**Advanced Life Support Baseline Values and Assumptions Document:** Para el diseño y cálculo de los sistemas de soporte vital.

**Advanced Life Support Requirements Document:** Para el cálculo de entradas y salidas de elementos en el diseño del sistema de soporte vital.

**Design Rules for Life Support Systems:** Para el desarrollo de sistemas de soporte vital, tanto su diseño como su cálculo.

**Mechanical stimulation controls canopy architecture and improves Volume 2 utilization efficiency in bioregenerative life-support candidate crops:** Para el diseño óptimo de cultivos dentro de la instalación tipo CES.

**REMSIM – Final Report:** Para las Soluciones de diseño y envolvente arquitectónica con base en la radiación ionizante del exterior.

**ICC 500-2008 (American National Standard):** Para el diseño de refugios y habitaciones seguras que proporcionen protección en respuesta a los peligros causados por el hombre.

# CAPITULO VII: METODOLOGIA ARQUITECTÓNICA PARA EL PROTOTIPO CES

En este capítulo se realizará la metodología para la elaboración del prototipo arquitectónico de la vivienda, tomando en cuenta las particularidades que involucra su desarrollo.

## 6.1 Proyectos Análogos.

En la cuestión de proyectos análogos actualmente, hay nueve instalaciones experimentales donde se llevan a cabo investigaciones de ecosistemas cerrados o auto sustentabilidad, de los cuales se repasarán los más destacables y/o similares al proyecto que se pretende desarrollar. El primero de estos es el BIOS-3 que es un complejo experimental en el instituto de biofísica de Siberia, fue diseñado para estudiar las características de los sistemas de soporte de vida incluyendo los humanos, basados en el reciclaje de residuos ambientales para sostener a 3 personas (Tikhomirov., 2013).



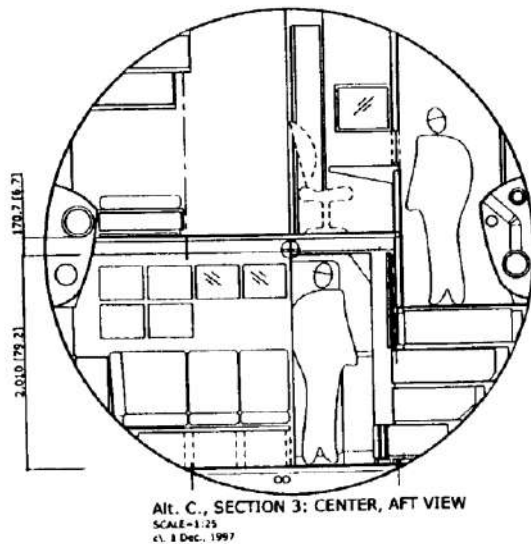
*Foto 6 Maqueta en planta de la BIOS-3 donde se observan 4 compartimentos de la instalación. Fuente: Biosmhars*

Las dimensiones internas son 17 x17 m<sup>2</sup>, con una altura de 6 m. El volumen de trabajo del pabellón es de 1700 metros cúbicos, este esta dividido en 4 compartimientos hechos de acero inoxidable junto con dos niveles de plataforma de servicio donde se

incluye personal técnico y médico, y los equipos que proporcionan el funcionamiento del complejo y el control de trabajo ver Foto 6. Todos los compartimentos del sistema se comunican entre sí y con el entorno exterior a través de puertas selladas, las cuales proporcionan una salida rápida de la instalación desde cualquier sección sin ayuda externa en caso de peligro.

El compartimiento para los usuarios se incluyen las habitaciones de repuesto del equipo, mobiliario y el equipo que además se usaba como sala pública, laboratorio, taller o salón. Los otros tres compartimientos estaban ocupados con fitotrones<sup>42</sup> para el crecimiento de las plantas y cultivo de microalgas (regular el oxígeno y el dióxido de carbono), a pesar que algunos alimentos se importaban desde el exterior el agua se recicla al 100% y las condiciones para el control de la temperatura se proporcionan con la ayuda de la ventilación de extracción (Tikhomirov., 2013).

El BIO-Plex es un complejo de pruebas tipo soporte vital bioregenerativo construido en el centro espacial Johnson (JSC) en Houston, Texas. Aquí se desarrolla investigación para el desarrollo de una base lunar y/o en otro cuerpo celeste además del desarrollo de un sistema alimentario de tránsito y de un sistema alimentario lunar o planetario.



*Dibujo 1 Sección transversal de un compartimiento del BIO-Plex. Fuente: NASA*

desplegable (Adams, 1999).

En las cámaras del BIO-Plex se miden los sistemas de soporte vital biorregenerativos que se podrían necesitar una estación espacial o una instalación planetaria y aquí se analizan cuestiones de la micro gravedad para la producción de alimentos. Además, tratan cuestiones de integración dentro de un sistema auto regenerado cerrado (por ejemplo, procesamiento

El complejo consta de varias cámaras de pruebas de 11.8 metros de largo por 1.8 metros de diámetro de sección con una estructura que consta de un núcleo compuesto de 11 x 13 pulgadas cubierto de un perfil de 25 pulgadas inflable ver Dibujo 1.

Los segmentos del núcleo son compuestos reconfigurados, el piso consta de puntales compuestos desplegados desde el carenado<sup>43</sup> central, el piso consta piso de un sándwich acústico, y la estructura matriz es de estiba

<sup>42</sup> Sistema de producción de alimentos similar al cultivo de hidroponía.

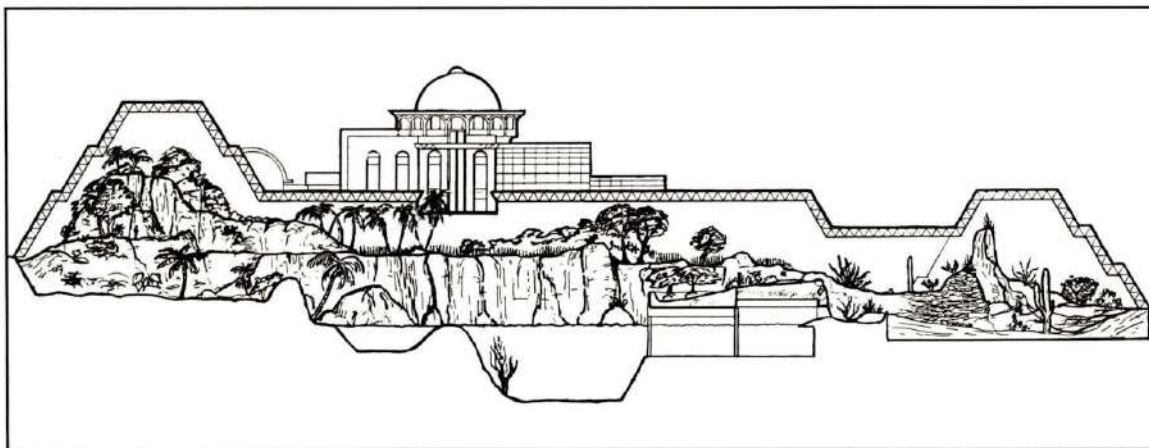
<sup>43</sup> Al revestimiento externo que se adapta al chasis con fines principalmente aerodinámicos.

seguro, producción de desechos, volúmenes, aire) además de contar con módulos cilíndricos propios para una tripulación (NASA, 2003).

La Biosfera 2, es un complejo enorme de 1.27 hectáreas ubicado en Oracle Arizona y es el CES más grande jamás construido. Fue diseñado para profundizar en cuestiones de autosuficiencia en viajes espaciales y estancias prolongadas en el espacio, recreando los sistemas ecológicos de la tierra dentro de un hábitat artificial, y es el complejo más grande en utilizar sistemas biosféricos, completamente aislado y el experimento biológico más grande realizado (Walter & Lambrecht, 2003).

La biosfera 2 consta de siete ecosistemas completos o biomas que imitan los de la Tierra. Estos son una selva de 1900 m<sup>2</sup>, un océano de 850 m<sup>2</sup> con un arrecife de coral, un manglar de 450 m<sup>2</sup>, 1300 m<sup>2</sup> de sabana, un desierto de 1400 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup> de tierras cultivables, un hábitat humano con alojamiento y oficinas, y ciertas instalaciones técnicas bajo tierra.

Esta construido con una estructura metálica espacial con paneles de vidrio, fabricada con tuberías de acero, cristal de alto rendimiento y armazón acerado. Su volumen es de doscientos mil metros cúbicos y se extiende hasta 25 metros en su punto más alto ver Ilustración 4 (Walter & Lambrecht, 2003, págs. 4-5).

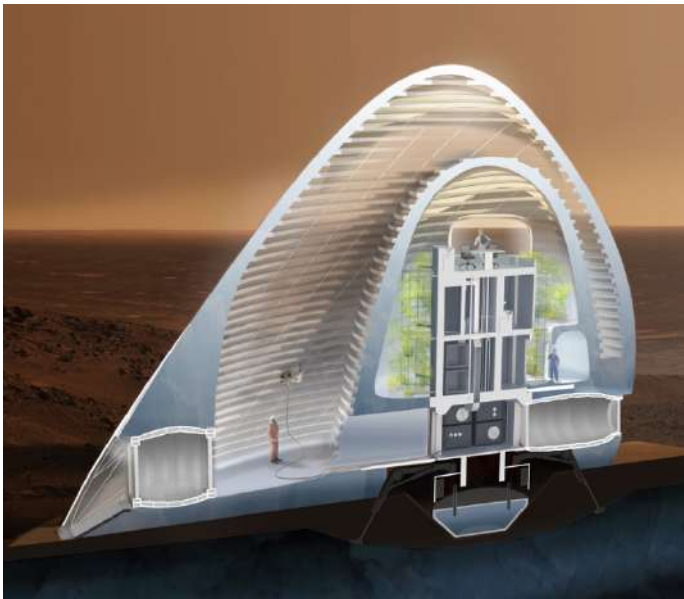


*Ilustración 4 corte de la biosfera 2, domos de: bosque lluvioso, transición y desierto. Fuente: Universidad de Arizona.*

Todos los ciclos de aire, agua y nutrientes están completamente cerrados y reciclados dentro del sistema, la Calefacción y agua fría circulaban por sistemas de tuberías independientes, y la energía eléctrica era proporcionada por una central de gas natural (Dempster, 1997).

En esta instalación se llevó a cabo un experimento con la finalidad de estudiar los sistemas de la tierra y su sustentabilidad, donde 8 personas se internaron dentro de la instalación sin contacto directo con el exterior. Sin embargo, el experimento fracasó por muchos factores, algunos que incluso se presentaron al inicio, como la pérdida de oxígeno al interior, la pérdida de especies vegetales y animales además que la producción de alimentos no era suficiente para alimentarse, además como la apertura de ventanas no era posible, la estructura también requirió enormes aparatos acondicionadores de aire para controlar la temperatura y evitar la muerte de las plantas del interior. Por cada unidad de energía solar que entraba en la estructura, los acondicionadores debían gastar tres veces más en enfriar el hábitat de nuevo (MacCallum, Poynter, & Bearden, 2004).

Finalmente pese al fracaso de la Biosfera 2 se convirtió en un complejo de experimentación, y se comprendió que se conoce muy poco sobre los complejos sistemas ecológicos de la tierra (The Good Stuff, 2015).



*Imagen 8 Sección transversal en 3D del ICE HOME. Fuente: Marsicehome.*

Finalmente, el ICE HOUSE pese a no ser una instalación realizada aun fue la ganadora del primer lugar en el NASA 3D-Printed Habitat Challenge.

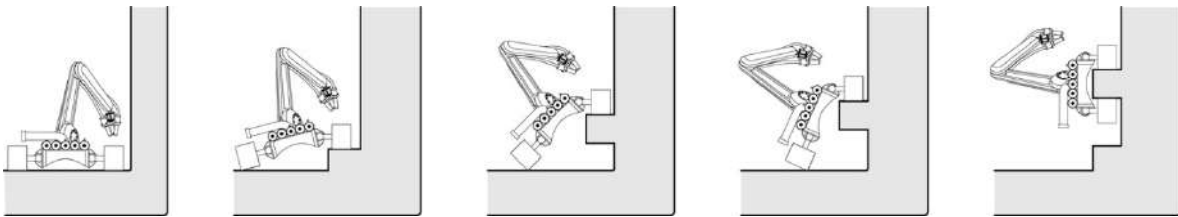
El ICE HOUSE es un prototipo de sistema de entorno cerrado diseñado para ser implementado en marte utilizando agua como material principal en su construcción mediante el uso de tecnologías de impresión 3D.

La instalación consta de un modelo vertical, con espacios donde se proporcionan zonas íntimas y comunes adecuadas para la adaptación de las personas con el entorno, además de tener espacio adecuado para los equipos de ECLSS, cuenta además con una zona intermedia para proporcionar una zona neutra segura entre el hábitat y el exterior que proporciona un escudo secundario para seguridad del hábitat

principal. También consta con jardines verticales para generación de comida y oxígeno además de proporcionar confort psicológico.

El elemento más destacable del ice home es su construcción por medio de la impresión 3D con hielo, el cual fue diseñado por un grupo interdisciplinario de científicos, astrofísicos, geólogos, ingenieros estructurales y reconocidos expertos en impresión 3D (SEArch & Clouds AO, 2015).

Para la impresión 3D se diseñó el “iBo”, robots que usan una boquilla triple para dispensar un compuesto de agua, fibra y aerogel a lo largo de anillos en capas, ver Dibujo 2, imprimiendo una forma lenticular<sup>44</sup> translúcida que es estructuralmente sólida, aislada y translúcida.



*Dibujo 2 Método de construcción vertical de iBo donde al crecer la estructura imprime un “riel” por el cual se desplaza.  
Fuente: Marsicehome*

Los robots Ibo tienen la ventaja de ser pequeños a diferencia del sistema tradicional de CC la facilidad de imprimir por medio de 3 cabezales y el construir un método de desplazamiento vertical sin necesidad de estructuras secundarias (SEArch & Clouds AO, 2015).

---

<sup>44</sup> Que tiene forma convexa por ambos lados, como la lenteja.

## 6.2 Usuarios posibles

Con lo presentado anteriormente y siguiendo los lineamientos técnicos los tipos de usuarios variaran de acuerdo al tipo de instalación que estemos manejando.

Para hacer la propuesta de los usuarios de la vivienda nos basaremos en la tabla de rangos de aplicación.

En el caso de una instalación de RANGO 3- 4 Se tiene contemplado de 4 a 6 usuarios donde:

- 1 es Personal médico
- 2 son Personal Técnico.
- 1 es Biólogo.
- 2 son Personal de Investigación

En el caso de una instalación de RANGO 2 Se tiene que analizar a la población que posiblemente atendería:

- Variable: Personal Médico
- Variable: Personal Técnico
- 1 biólogo.
- Variable: Personal de Seguridad
- Variable: personal de asistencia

En el caso de una instalación de RANGO 1 Se tiene contemplado los usuarios de una familia promedio donde y los encargados del mantenimiento de la instalación serán agentes externos. (ALSP, 2003)

Por lo tanto, se planteará la vivienda para 6 personas de 25-45 años. De acuerdo al rango de aplicación, y por ser un prototipo.

## 6.3 Programa de necesidades.

Una vez revisado los posibles usuarios debemos entender y determinar las necesidades que deberán ser atendidas dentro de la instalación a modo de garantizar la habitabilidad y el correcto funcionamiento de la misma:

*Tabla 7 Programa de necesidades.*

<b>Necesidad</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Local Propuesto</b>
<b>Restringir el paso a elementos exteriores</b> <b>Acceso al interior de la instalación</b> <b>Retirar elementos adquiridos en el exterior (tierra, mugre).</b>	Médico Técnico Investigación Usuarios generales	Exclusa
<b>Equipamiento de equipo.</b> <b>Toma de medidas precautivas para salir de la instalación.</b> <b>Quitar equipo.</b> <b>Descanso estacionario</b>	Médico Técnico Investigación Usuarios generales	Preparación
<b>Acceso a las distintas zonas de la instalación</b>	Médico Técnico Investigación Usuarios generales	Distribuidor
<b>Evitar que el aire se intercambie con facilidad dentro de la instalación</b>	Médico Técnico Investigación Usuarios generales	Transición de aire
<b>Guardar equipo portátil.</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	guarda equipo
<b>Guarda de materiales peligrosos, contención de gases expansivos.</b>	Técnico Usuarios generales	volátil
<b>Acceso a las instalaciones de la estación para dar mantenimiento y chequeos regulares.</b>	Técnico Usuarios generales	Mantenimiento
<b>Descanso, esparcimiento, socialización,</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Estancia
<b>Ingesta de alimentos</b> <b>Socialización</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Comedor
<b>Preparación de alimentos</b> <b>Cocción de alimentos</b> <b>Lavado de trastes y utensilios de cocina</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Cocina
<b>Dormir</b> <b>Descansar, lectura</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Dormitorio
<b>Esparcimiento. Ejercicio, quema de calorías control metabólico</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Gimnasio
<b>Envío y recibimiento de información del exterior, envío de unidades de reconocimiento, impresión de documentos, monitoreo.</b>	Técnico Investigación Usuarios generales	Comunicación
<b>Trabajo, labor de investigación, reparo de componentes biológicos de la instalación.</b> <b>Almacenamiento de algas o bacterias para el funcionamiento de la instalación</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación	laboratorio



<b>Guarda de conservas para consumo inmediato</b>	Usuarios generales	Alacena
<b>Higiene, limpieza de equipo, lavado de ropa</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Lavandería
<b>Funciones fisiológicas, higiene bucal, higiene</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Sanitario
<b>Higiene, descontaminación</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Duchas
<b>Chequeo de equipos de sistema de soporte vital, acceso a equipos para mantenimiento</b>	Técnico Usuarios generales	CELLS CESLS
<b>Conserva de alimentos cosechados. Conserva de alimentos externos</b>	Médico Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Refrigeración
<b>Almacenamiento de componentes para la instalación</b>	Usuarios generales	Bodega
<b>Concentración de luz para el foto biorreactor</b>	Técnico Biólogo	Foto Abierta
<b>Concentración de bombas y equipos mecánicos para el funcionamiento de la estación</b>	Técnico	Maquinas
<b>Concentración de plantas purificadoras de aire. Residuo de aire exhalado de las cabinas de habitad</b>	Médico Biólogo Investigación Usuarios generales	Botánica
<b>Contención de artrópodos para consumo</b>	Biólogo Investigación Usuarios generales	Peceras
<b>Evitar que los artrópodos salgan y consuman las plantas</b>	Técnico Biólogo Investigación Usuarios generales	Exclusa de botánica
<b>Concentración de las cabinas de niebla para plantas de consumo.</b>	Médico Técnico Biólogo	Cuarto de Cultivos

## 6.4 Programa Arquitectónico.

De acuerdo al programa de necesidades y posibles problemáticas dentro del entorno donde se plantea la instalación, se tienen contemplado el siguiente programa arquitectónico con los posibles locales que conformaran la instalación prototipo divididos por zonas ver Tabla 8.

**Tabla 8 Programa Arquitectónico**

Zona	Local	Tipo de espacio.
TRANSICIÓN	Exclusa	Publico
	Preparación	Publico
	Distribuidor	Publico
	Transición de aire	Publico
	Guarda equipo	Publico
	Volátil	Privado
	Mantenimiento	Privado
HÁBITAT	Estancia	Publico
	Comedor	Publico
	Cocina	Publico
	Dormitorio	Privado
	Gimnasio	Publico
	Comunicación	Privado
	Laboratorio	Privado/Exclusivo
	Alacena	Privado/Exclusivo
	Lavandería	Privado
	Sanitario	Publico
	Duchas	Privado
TECNOSFERA	CELSS y ECLSS	Privado/Exclusivo
	Refrigeración	Privado/Exclusivo
	Bodega	Privado/Exclusivo
	Foto abierta	Privado/Exclusivo
	Maquinas	Privado/Exclusivo
BIOSFERA	Botánica	Privado
	Peceras	Privado/Exclusivo
	Exclusa de botánica	Privado/Exclusivo
	Niebla	Privado/Exclusivo

En caso otra clase de escenarios (reales o ficticios) y dependiendo del uso que se le dé a la instalación, serán necesarios otros locales especiales acorde a las necesidades del proyecto en cuestión. A continuación, se presenta una tabla con algunos ejemplos dislumbrados:

**Tabla 9 Locales Especiales**

Zona	Locales	
VARIAS	Enfermería	Comunicaciones
	Vigilancia	Supervisión de ECLSS
	Sanitarios	Planta de tratamiento
	Bodega de material medico	Aeródromo-dron
	Cultivos	Planta gen. De emergencia
	Camas	Compartimiento de microalgas
	Curaciones	Observatorio
	Comedor comunitario	Arsenal
	Bodega de alimentos	Sala de situación de emergencia

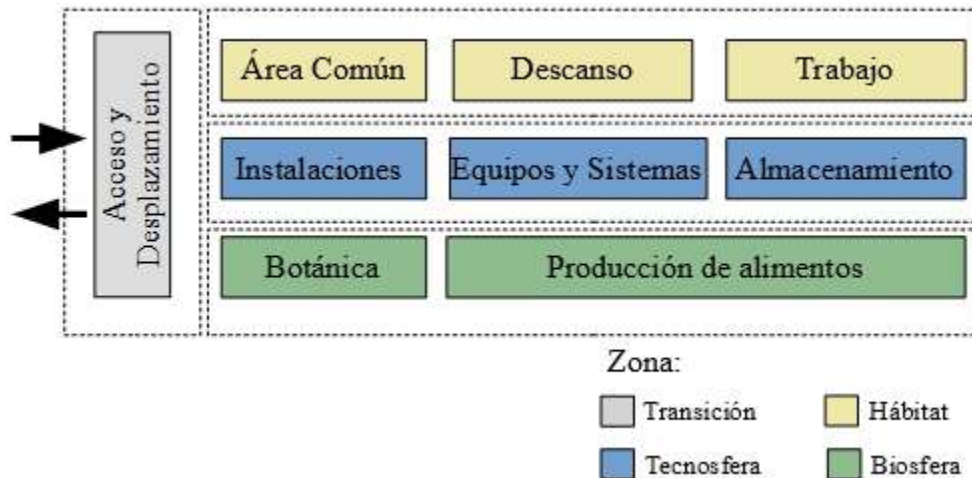
	Descontaminación	Granja
	Generador atmosférico	Quirófano
	Purificación de agua	Cuarto de Control interno
	Tratamiento de residuos	Cuarto descontaminación
	Captación de agua externa	Cámara de Aislamiento
	Laboratorio de análisis	Planta potabilizadora
	CCTV	Veterinaria
	Usos múltiples	Cuarto de manejo de materiales peligrosos
	Corredor de Ductos	Cuarto acorazado
	SITE	Cuarto de transición

## 6.5 Diagramas de funcionamiento

En base al programa arquitectónico, los locales requieren tener un acomodo espacial para dar un funcionamiento adecuando a la instalación para ello los siguientes diagramas dan los primeros lineamientos para la realización de la instalación.

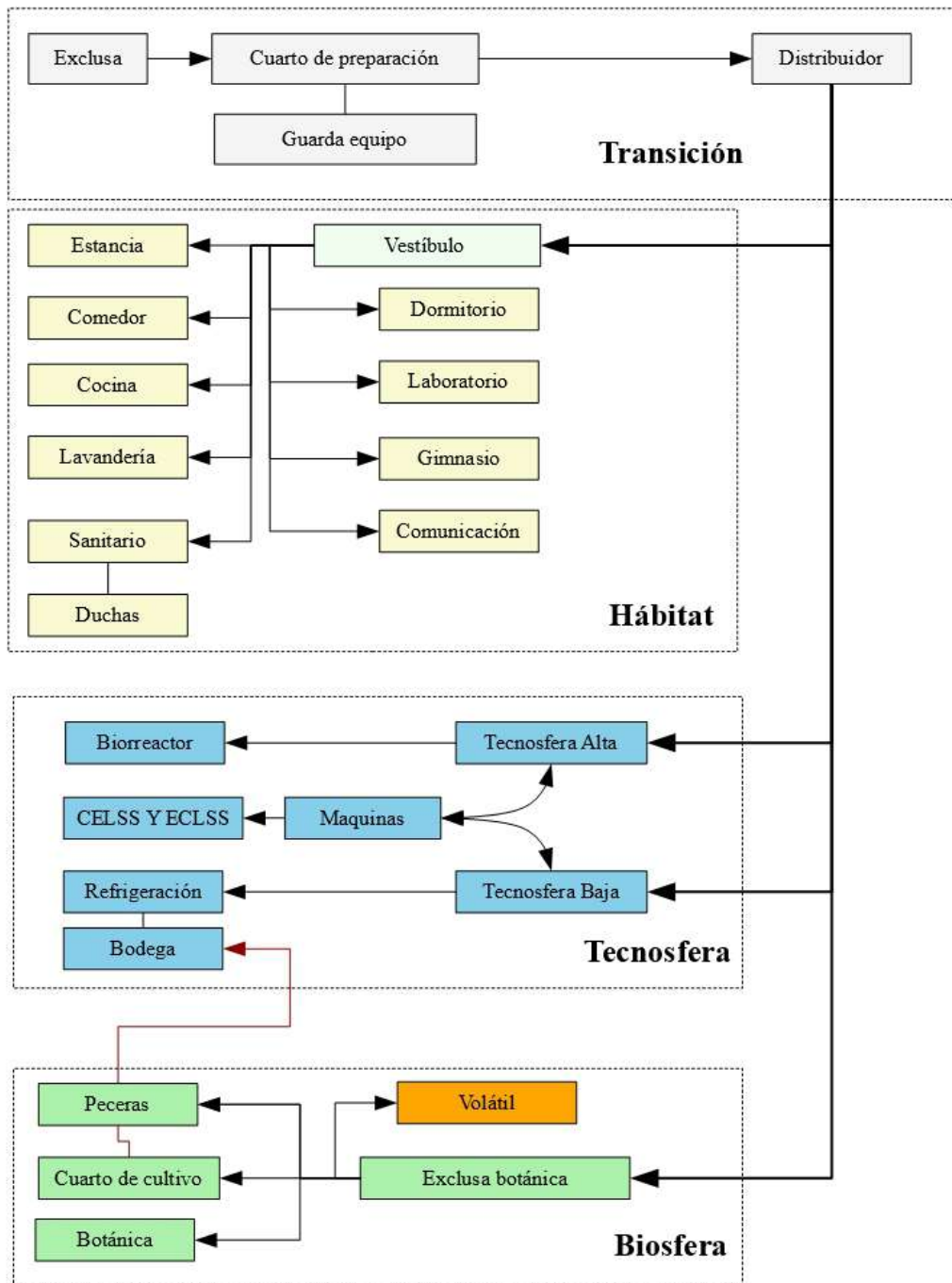
La zonificación general divide en 3 áreas (sin tomar en cuenta el área de transición) las zonas con relación común (Tecnosfera, Biosfera y hábitat), y por los procesos que se llevaran a cabo dentro de estas generando puntos de unión a lo largo de estas.

*Diagrama 2 Diagrama de zonificación general*



El diagrama de locales estará basado en el Diagrama 3, dividido en zonas (líneas punteadas) con líneas de conexión de como interactuaran los locales dentro de la instalación.

Diagrama 3 Funcionamiento Interno



## 6.5 Parámetros de diseño

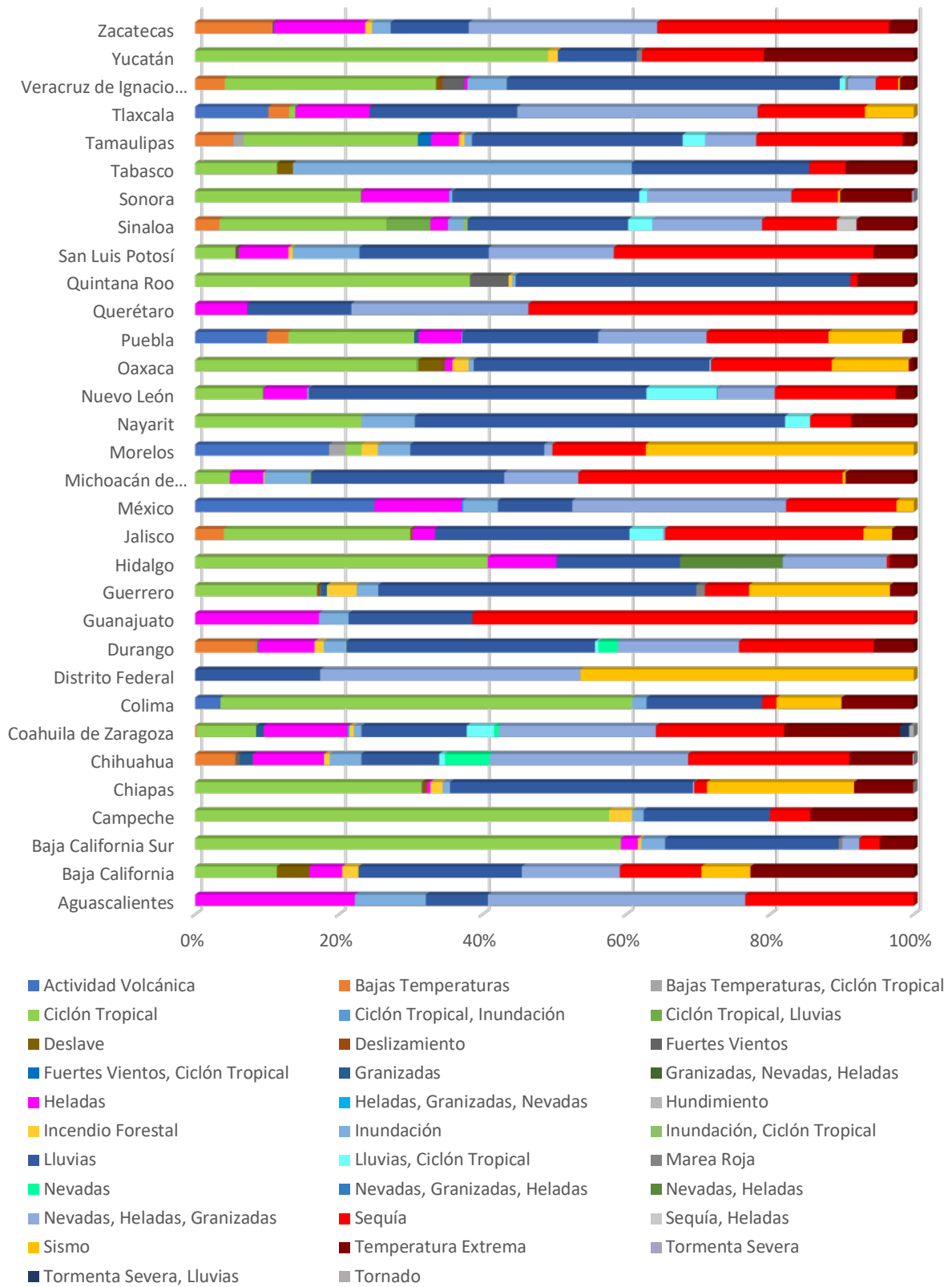
Para el desarrollo de un CES de acuerdo con lo visto en la tabla de implementación y riesgos, y para fin de este documento se realizará un prototipo tipo en una zona árida aislada desértica o en riesgo de desertificación.

Según el mapa de las zonas en riesgo de desertificación, es preciso que esta se ubique en zonas de peligro de desertificación (con un rango de 30 grados a partir del ecuador) ver Mapa 3 y dentro de la república mexicana, también es necesario conocer si hay algún otro tipo de riesgo en donde se tiene contemplado implementar el proyecto ver Mapa 4.



Mapa 4 mapa de desastres y emergencias en México por declaratoria. Fuente: Sistema de Consulta de Declaratorias 2000 – 2019 CENAPRED

Para este tipo de proyecto, las variables de diseño dependerán de factores ambientales, sociales, económicos, para proponer un diseño adecuado, para esto tenemos que implementar un diseño paramétrico basado en los datos con los que contamos, posteriormente se desarrollaran fórmulas que se utilizaran en programas de diseño paramétrico y para el cálculo de los sistemas de soporte vital y los sistemas de aislamiento y protección para la instalación ver Gráfica 16.



Gráfica 16 porcentaje de riesgo a partir de declaratorias por estado. Fuente: CENAPRED (CENAPRED, s.f.)

En cuestión de los factores de riesgo se debe dar prioridad a aquellos que representen un riesgo fuerte a la seguridad de los posibles usuarios (sismos, deslaves, incendios deslizamientos, hundimientos, etc.), posteriormente a los factores que influyan en la eficiencia y el diseño de los sistemas (vientos, heladas, lluvias, sequias, etc.) y finalmente en la comodidad de los usuarios, aunque no menos importante, si menos prioritario.

La instalación al ser considerado en un clima seco cálido (estados del norte del país) se llega a la elaboración de la siguiente tabla, incluyendo otros factores de riesgo ver Tabla 10.

**Tabla 10 Consideración de factores para el diseño del proyecto (elaboración propia)**

<b>Factor</b>	<b>Consideración en el proyecto</b>
Frio extremo	Si
Riesgo físico	No es necesario
Riesgo atmosférico	No es necesario
Calor extremo	Si
Riesgo químico	No es necesario
Aislamiento	Si, prioritario
Viento extremo	No prioritario
Sequia	No es necesario
Sismos	No prioritario
Riesgo biológico	No es necesario
Riesgo Radioactivo	No prioritario
Gran altitud	No prioritario
inundaciones	No es necesario
Conflicto humano	No es necesario

Por la naturaleza de la instalación al estar planeada en sistemas de soporte vital será necesario proveer de energía para su correcto y continuo funcionamiento, para esto se plantea el uso de energías renovables adicionalmente a el sistema eléctrico de CFE<sup>45</sup>.

Para esto de acuerdo a la prospectiva de energías renovables de México, se toman en cuenta 3 tipos;

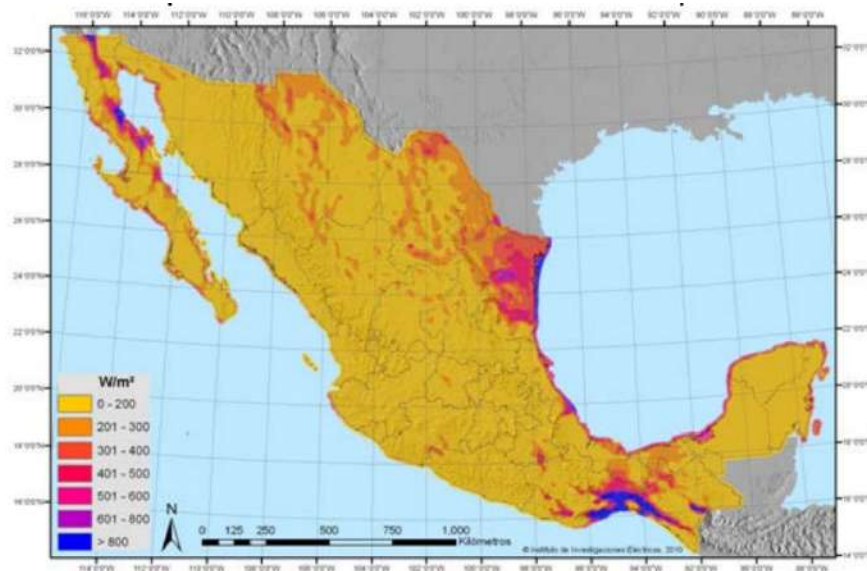
Geotérmica esta depende de las unidades de generación geotérmica y su mayor aprovechamiento está cerca de Mexicali, y su potencial de aprovechamiento a nivel nacional son de 10,644MWe (SENER, 2012, pág. 76).ver. Su gran inconveniente seria la dependencia de las centrales de generación y el uso del sistema de distribución eléctrica.

<sup>45</sup> Siglas de la Comisión Federal de Electricidad empresa productiva del estado mexicano



Mapa 5 Zonas con potencial geotérmico Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas

Eólica, el potencial de aprovechamiento en el territorio nacional tiene potencial energético estimado en el país es del orden de 71 mil MW, considerando factores de planta superiores a 20% (SENER, 2012, pág. 79) , la gran desventaja de este sistema es la baja densidad de vientos en el territorio nacional ver Mapa 6 .

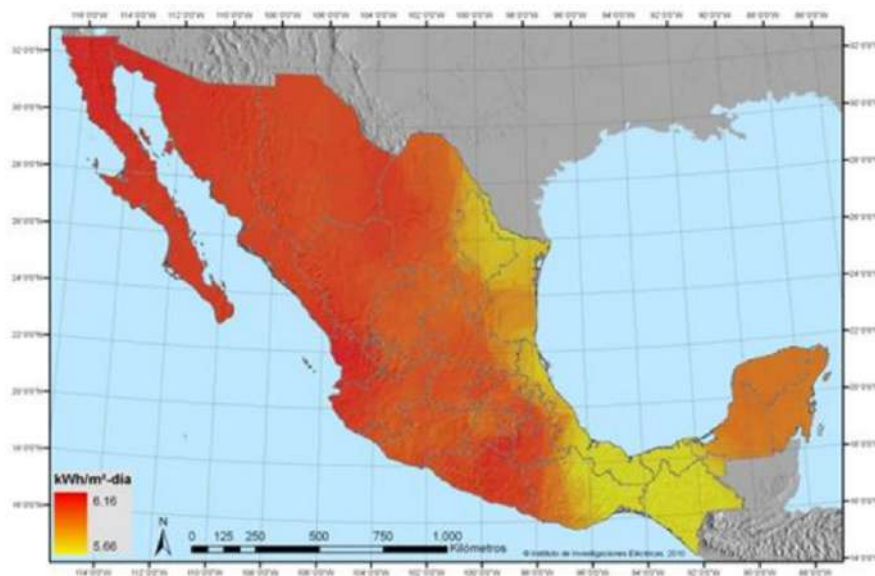


Mapa 6 Densidad de potencia del viento a 80 metros de altura en la República Mexicana.



La solar fotovoltaica es la mejor opción ya que partir de la publicación de los instrumentos regulatorios que facilitan la interconexión de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, la CFE registró una capacidad adicional instalada de estos por 3.48 MW sistemas en pequeña y mediana escala. (SENER, 2012, pág. 80).

México resulta ideal para el aprovechamiento de la energía solar, con una irradiación global media diaria en el territorio nacional, de alrededor de 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/d, ver Mapa 7, es decir México tiene un enorme potencial de aprovechamiento, y gracias a las tecnologías actuales puede implementarse en sistemas pequeños y medianos (adecuados para el tamaño del proyecto).



*Mapa 7 Irradiación solar global promedio anual en el territorio nacional (kWh/m<sup>2</sup>).*

El método alternativo para alimentar los sistemas de soporte vital más recomendable es por medio de un sistema solar fotovoltaico.

## 6.6 Sistemas de soporte vital para el proyecto

Para el funcionamiento interno y la reducción de la dependencia exterior se propone el siguiente esquema para el desarrollo del bucle regenerativo, para poder mantener a la instalación CES por el mayor tiempo posible sin intercambio de recursos del exterior.

Este sistema se compone de 2 entradas principales y constantes: agua y electricidad.

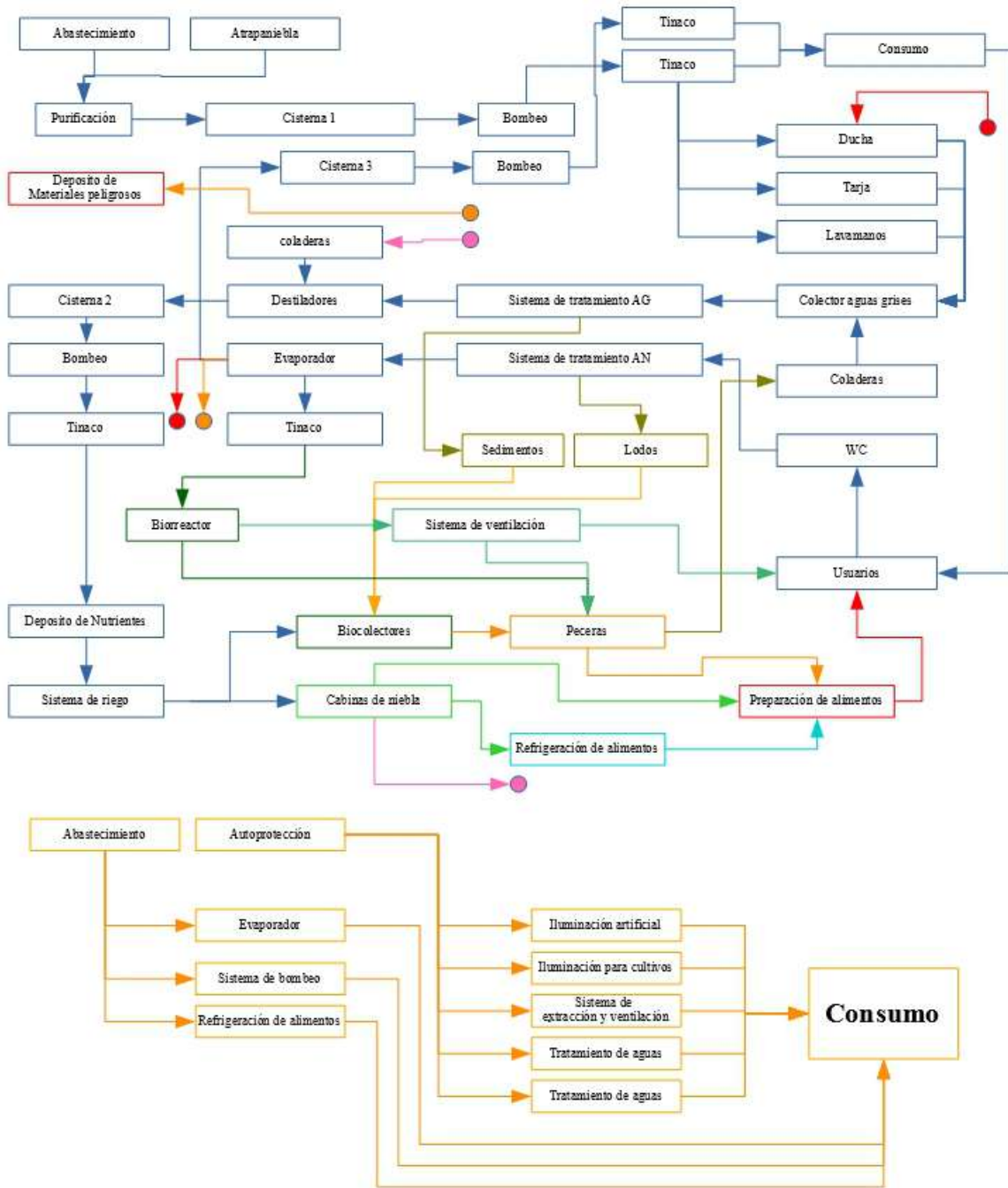
El agua tendrá un ciclo continuo dentro de la instalación, hasta que necesite ser reabastecido debido a las pérdidas y fugas dentro del sistema. Por otro lado, los elementos sólidos también tendrán un ciclo dentro de la instalación, dividiendo sus residuos para su reaprovechamiento en distintos elementos, separando el agua de los residuos biológicos y dando tratamiento a estos para reducir los agentes patógenos que contengan.

Alcanzado cierto punto en el consumo de la biomasa, esta deberá abandonar el sistema y permitir la entrada de nueva (cuando inicie y termine un ciclo de estadía preferentemente), esto será en forma de lodos cuando abandonen el sistema y en forma de comida (para reservas de alimentos para los usuarios) y nutrientes (para los sistemas de riego y potabilización del agua) cuando entren.

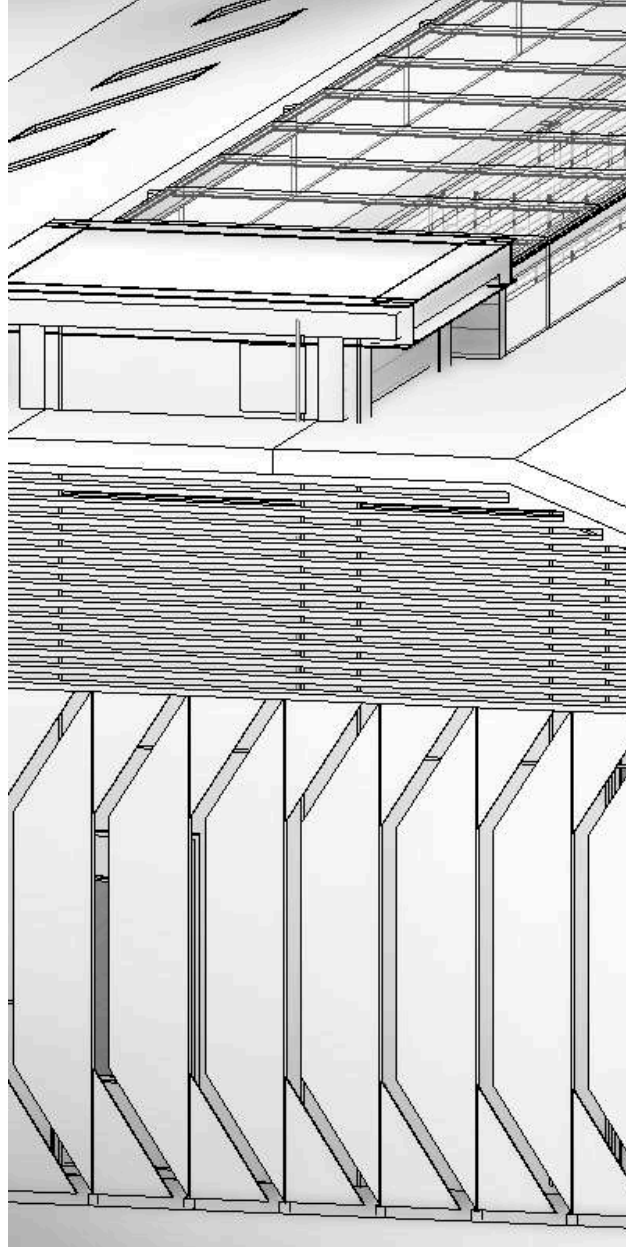
Por la naturaleza física del sistema, la energía eléctrica no puede reutilizarse y esta será consumida transformándose en calor, iluminación y potencia mecánica para la alimentación de los equipos mecánicos.

Pese a no ser un sistema completamente aislado y a la espera de fugas y pérdidas de elementos materiales, abonado a la falta de tecnologías que hagan posible el reaprovechamiento completo de los elementos orgánicos a pequeña escala el sistema está diseñado para estar cerrado un gran periodo de tiempo antes de tener que intercambiar elementos con el exterior, lo que le brindara un gran margen de auto sustentabilidad pese a no ser cerrado perfectamente.

*Diagrama 4 Propuesta del Sistema de Soporte Vital*



# CAPITULO VIII: PROTOTIPO- PROYECTO ARQUITECTÓNICO







**1 NV-PLANTA BAJA ZONIFICACION**  
ESC: 1:60

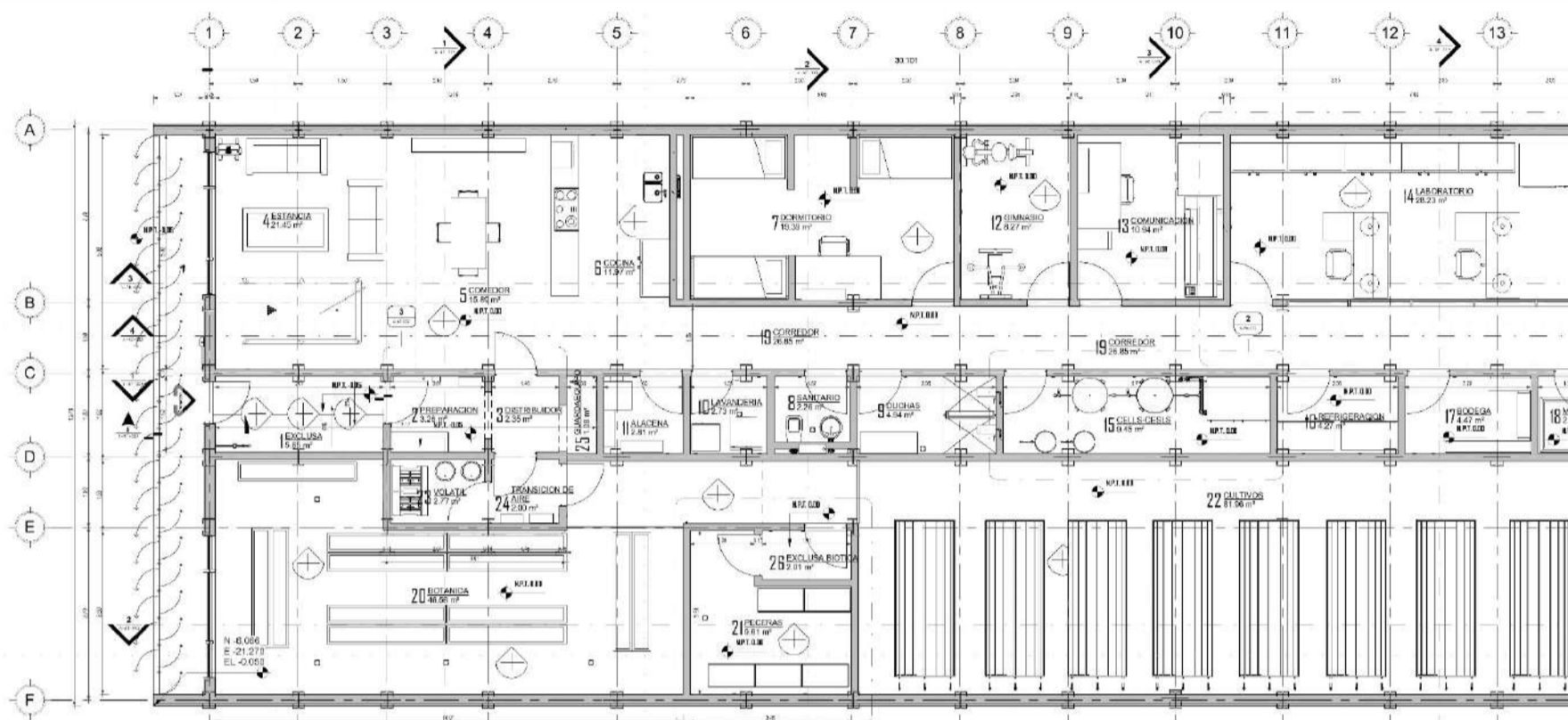


**2 NV-PLANTA BAJA- LOCALES**  
ESC: 1:60

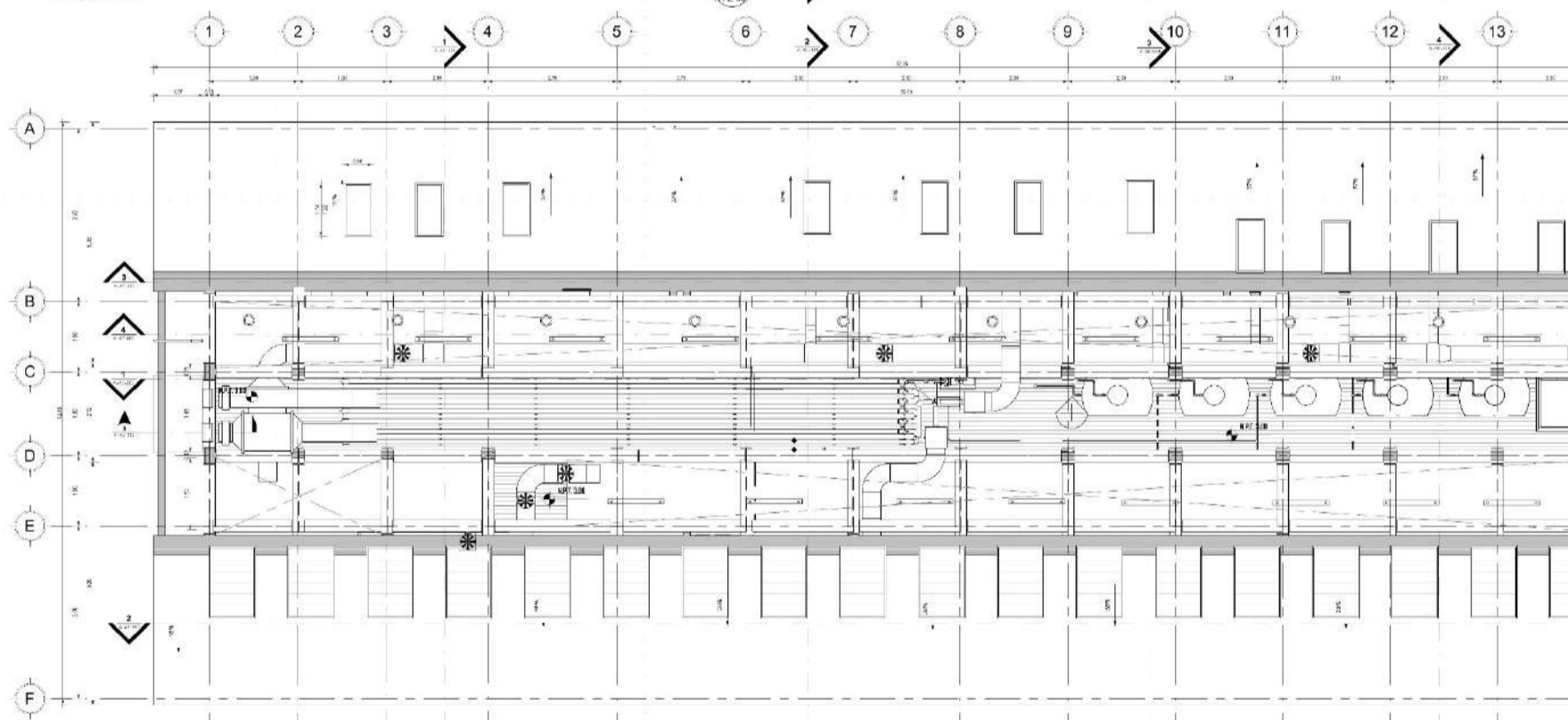
D:\RESUELANTE\PROTOTIPOS PROTOTIPO.MXD

V. ARQ-150

VERSION 2



**1 NV-PLANTA BAJA**  
ESC: 1:60

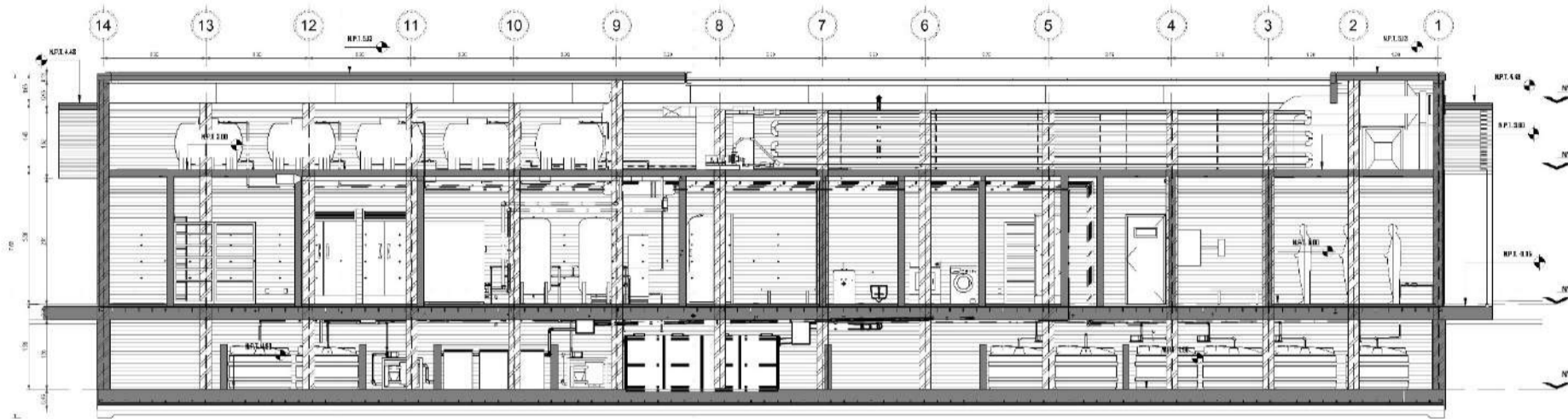


**2 NV-TECNOSFERA ALTA**  
ESC: 1:60

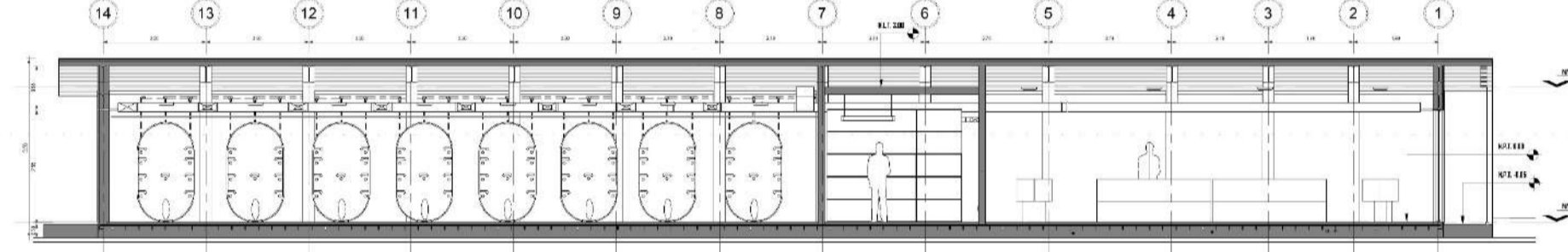
D:\ESQUELATES\PROTOTIPOS\PROTOTIPO.MF

V. ARQ-150

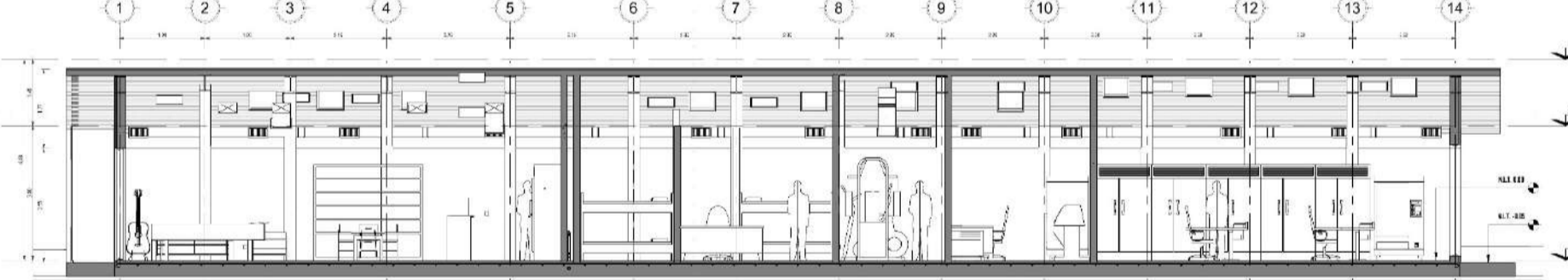
VERSION 2



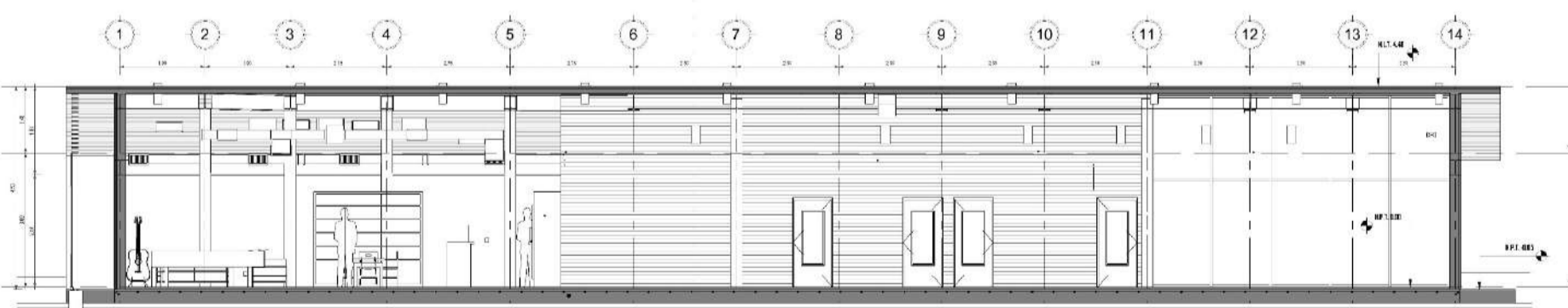
**1 Corte Long 1**  
ESC: 1:60



**2 Corte Long 2**  
ESC: 1:60



**3 Corte Long 3**  
ESC: 1:60



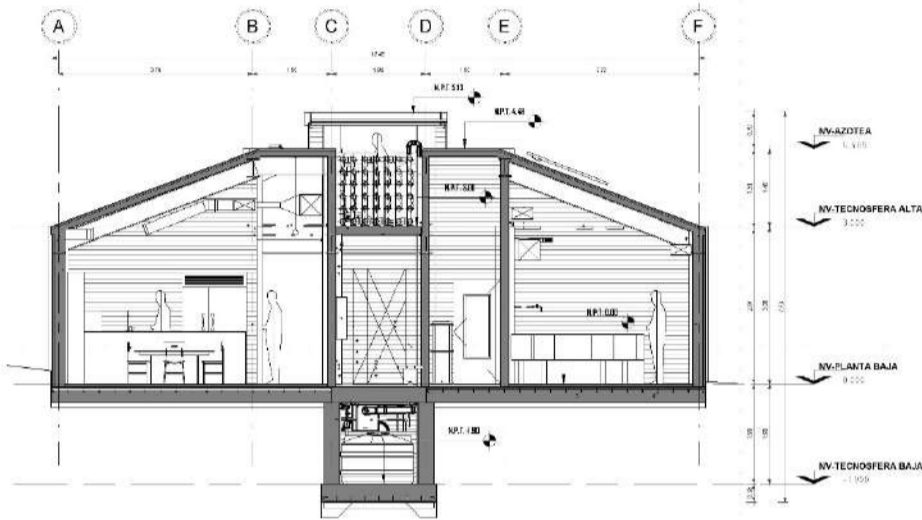
**4 Corte Long 4**  
ESC: 1:60

**5 CORTE**  
ESC: 1:25

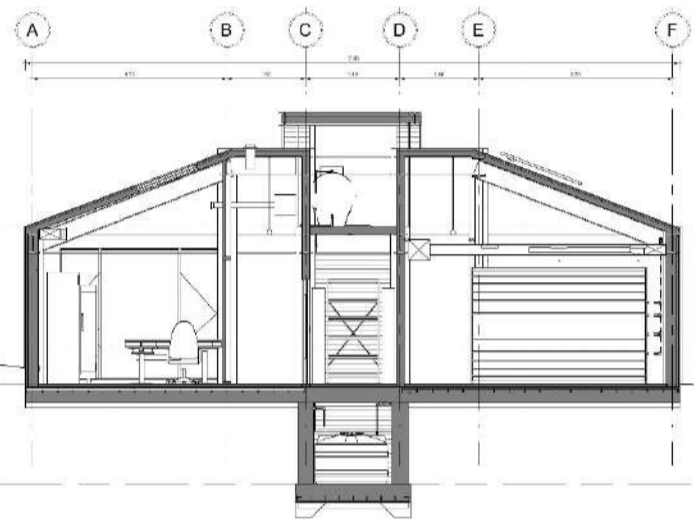
DISEÑOS DE PROTOTIPOS PROTOTIPO Nº

V. ARQ 1/10

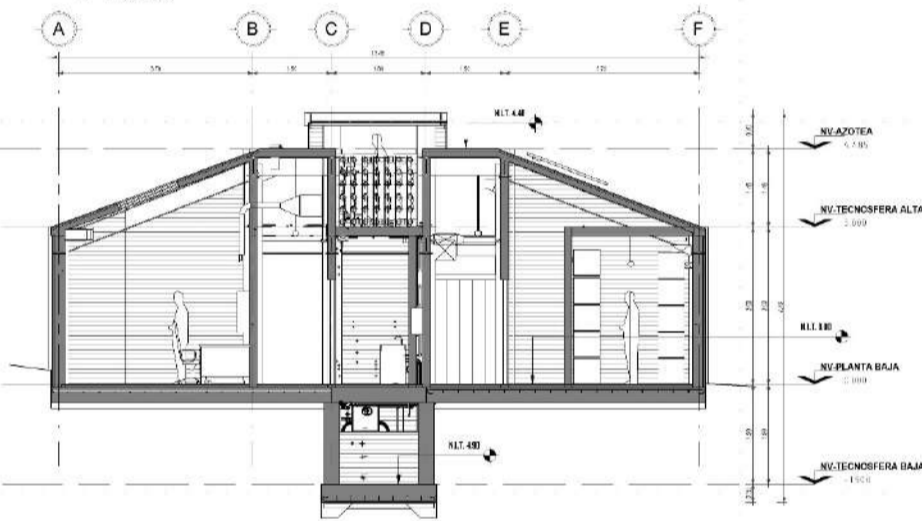




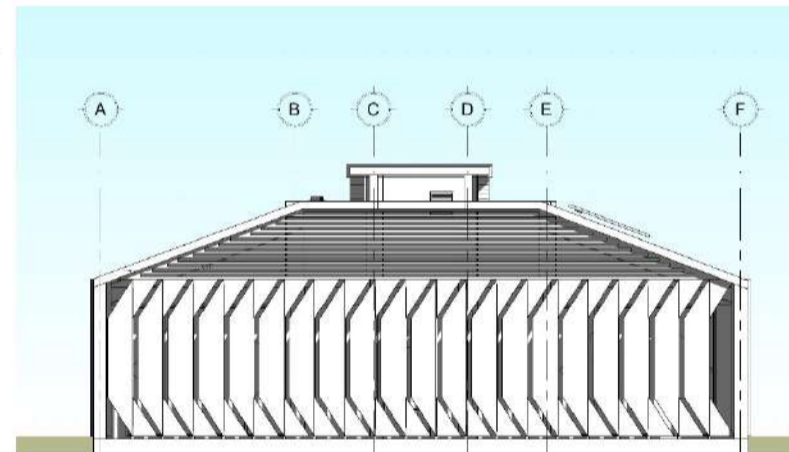
**1 Corte TRSV 1**  
ESC: 1:60



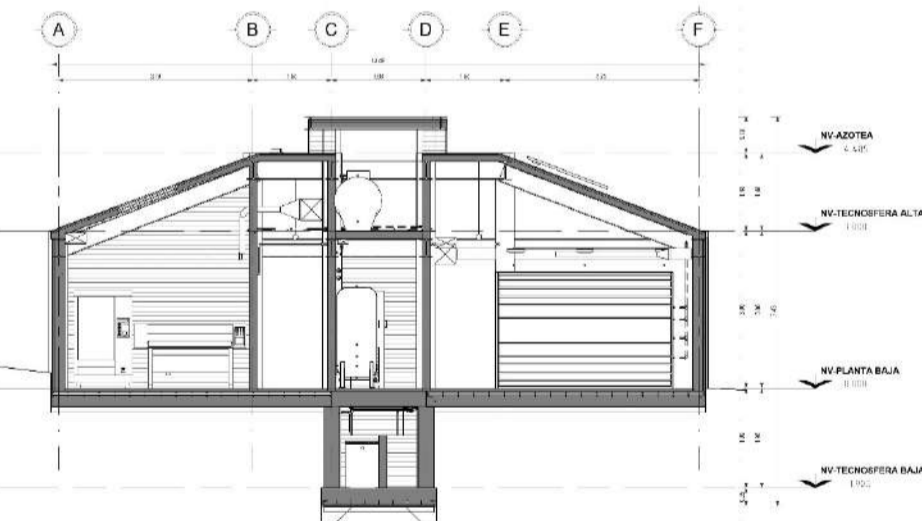
**4 Corte TRSV 4**  
ESC: 1:80



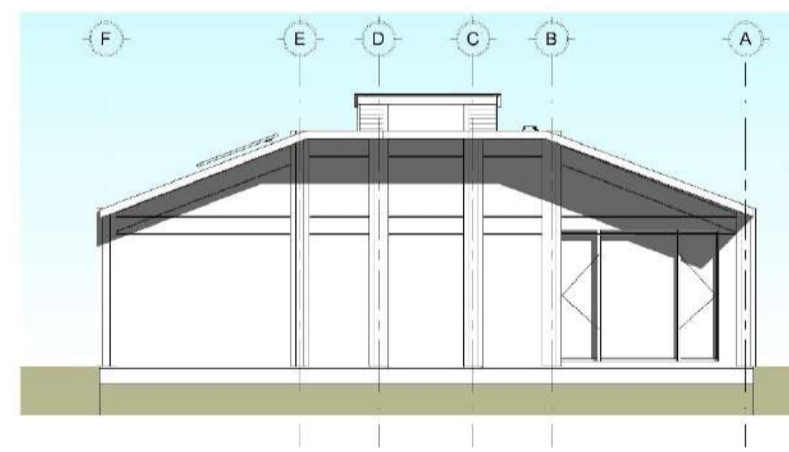
**2 Corte TRSV 2**  
ESC: 1:60



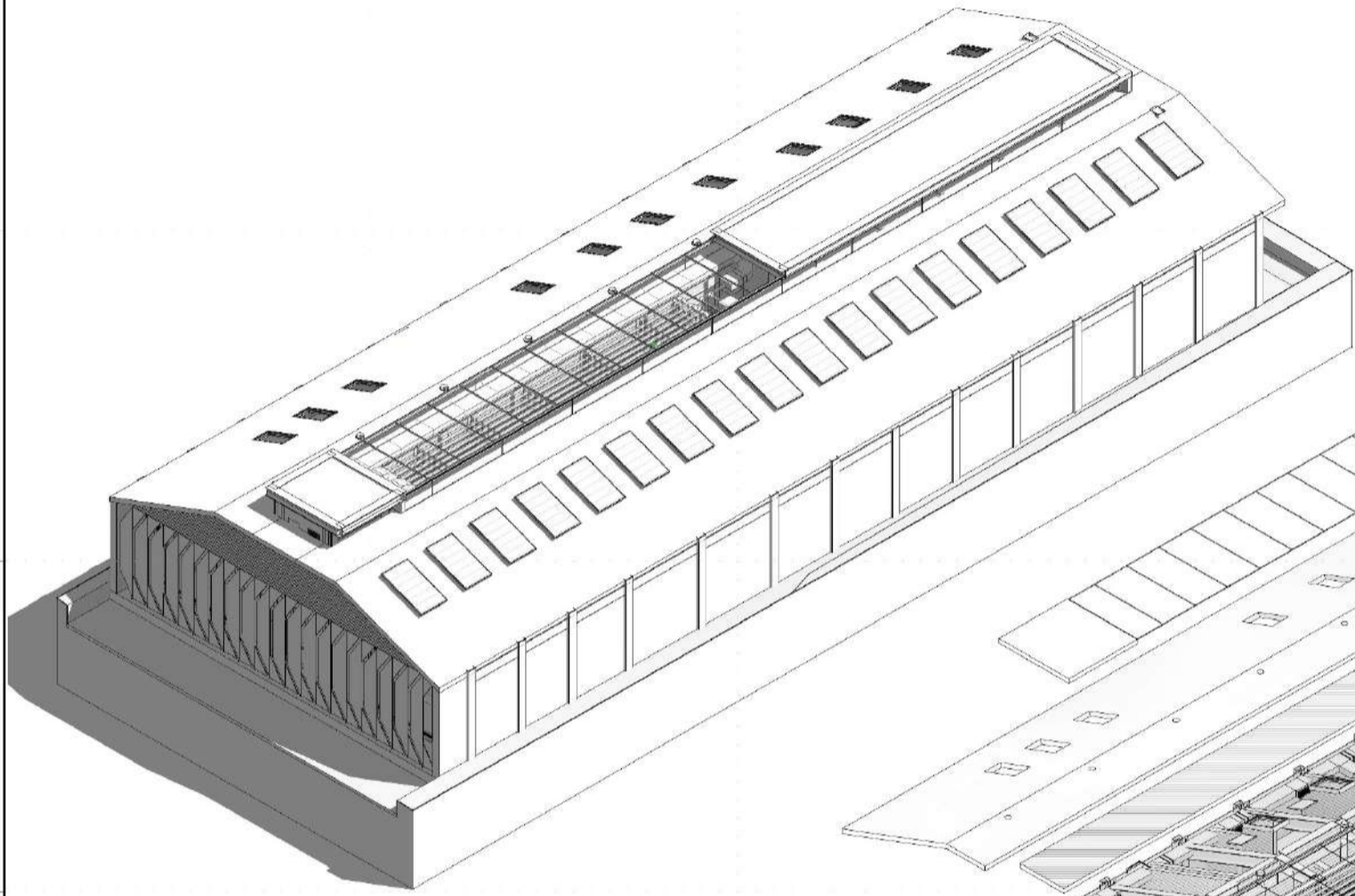
**5 Fachada Principal**  
ESC: 1:80



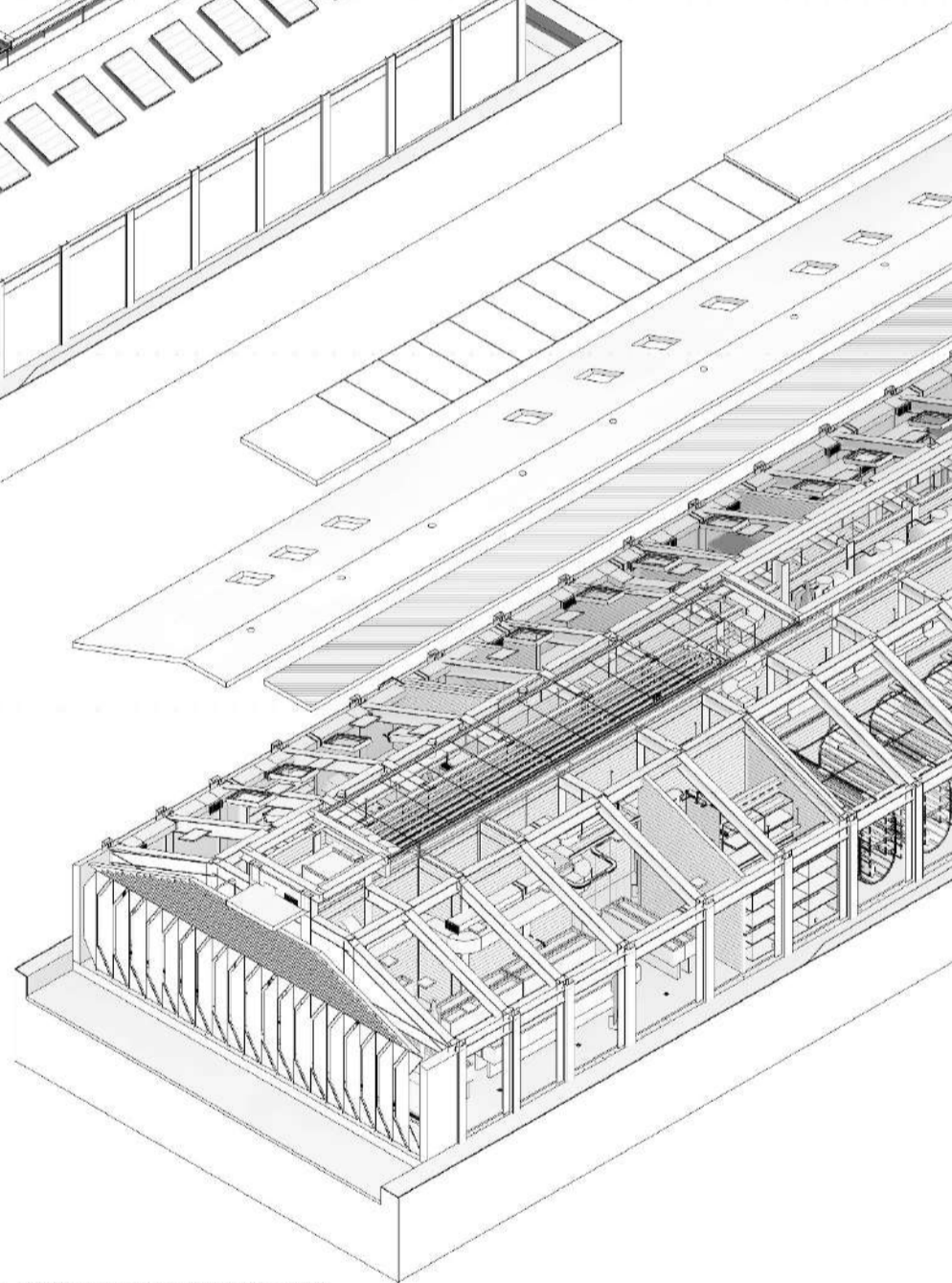
**3 Corte TRSV 3**  
ESC: 1:60



**5 Fachada Posterior**  
ESC: 1:80



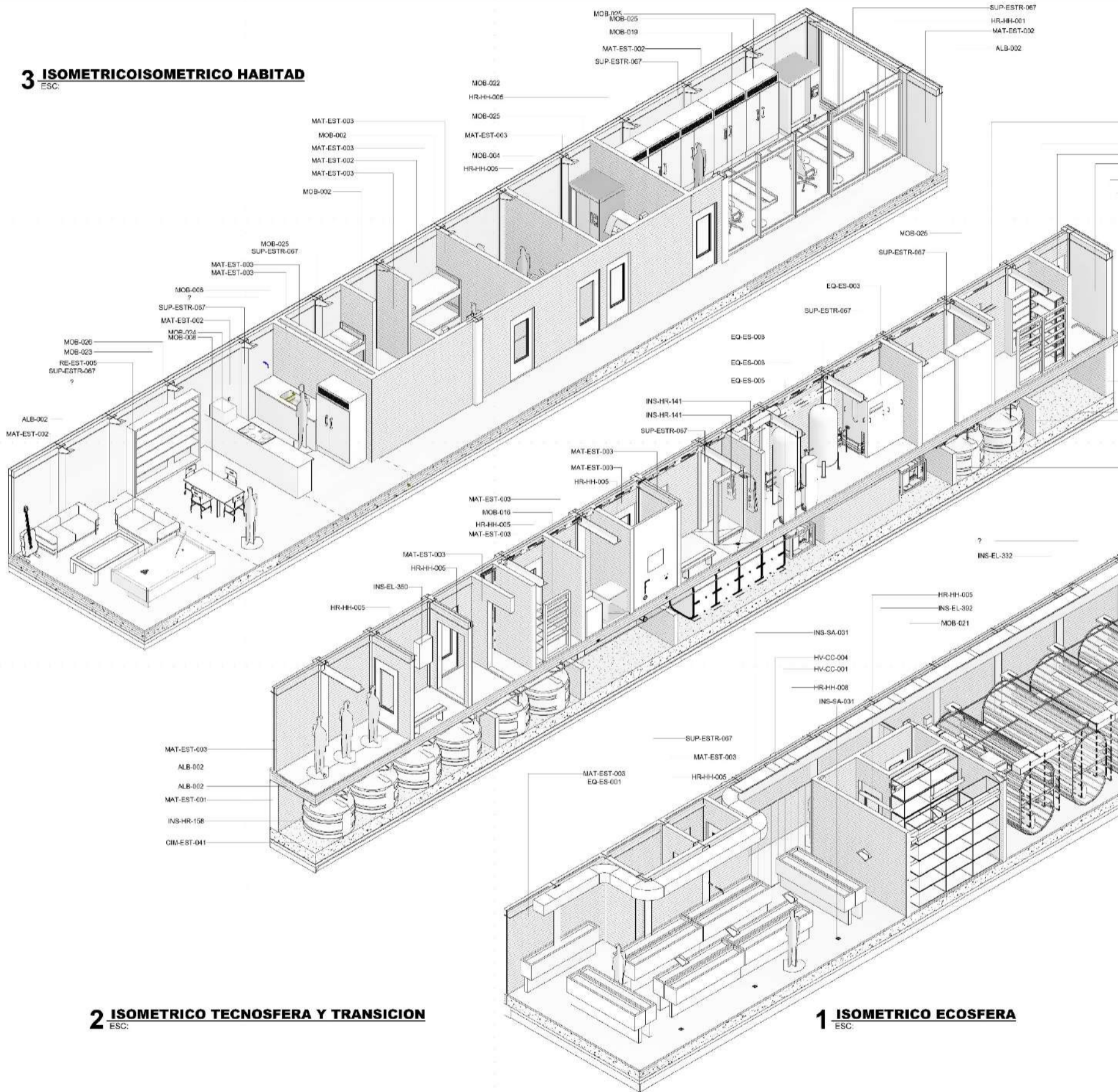
**2 ISOMETRICO**  
ESC.



**1 ISOMETRICO EXPLOTADO**  
ESC.

### 3 ISOMETRICO ISOMETRICO HABITAD

ESC:

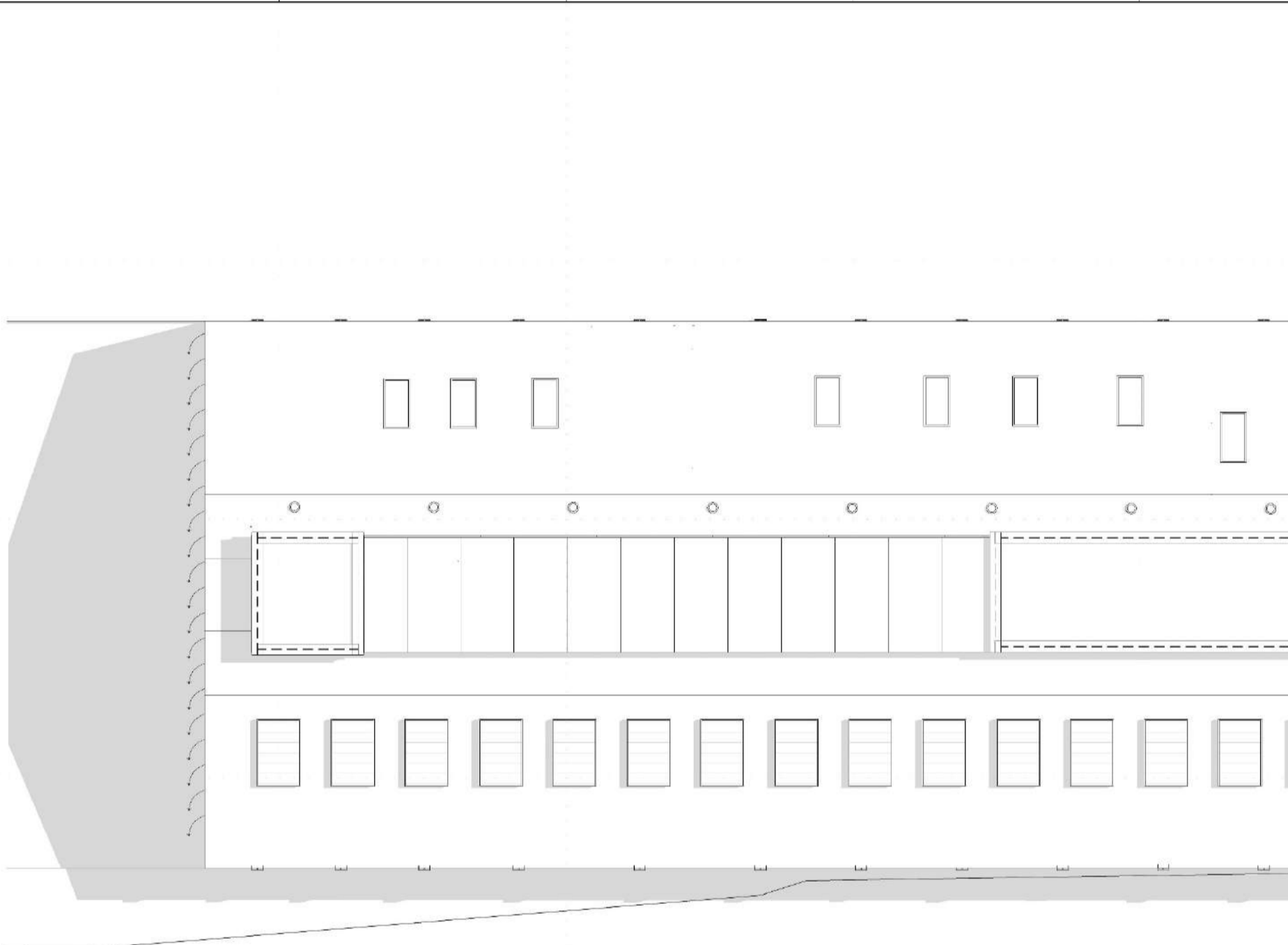


### 2 ISOMETRICO TECNOSFERA Y TRANSICION

ESC:

### 1 ISOMETRICO ECOSFERA

ESC:

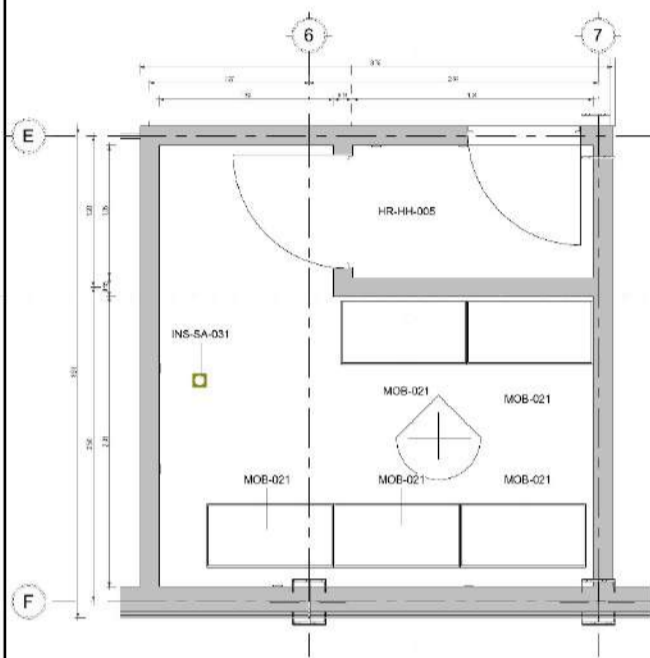


**1 NV-SITIO**  
ESC. 1:50

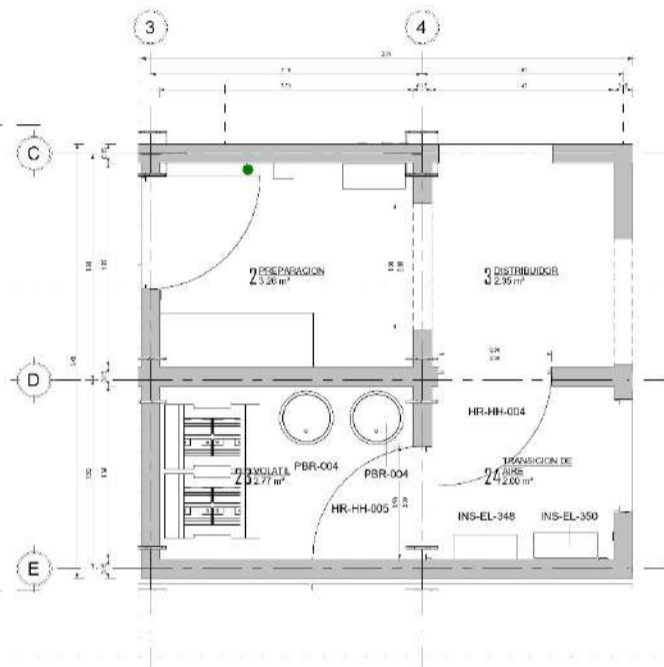
D:\ESQUELATES\PROTOTIPOS\PROTOTIPO.MXD

V. ARQ-150

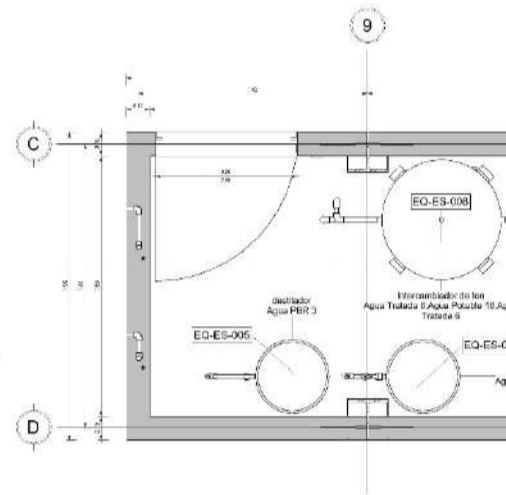
VERSION 2



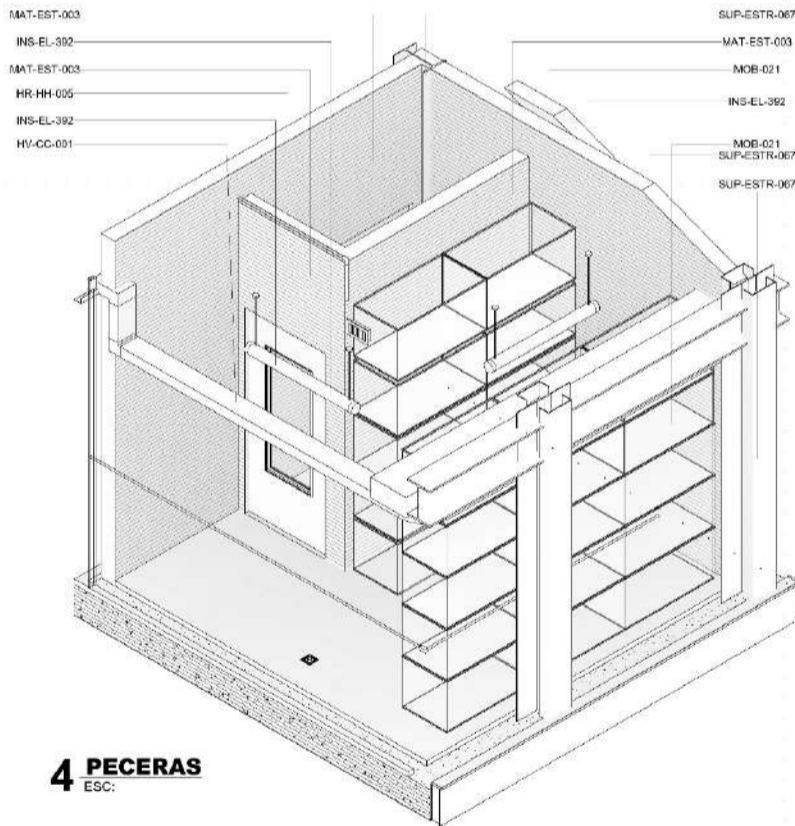
**1 NV-PLANTA BAJA - Cuarto de Peces**  
ESC: 1 : 25



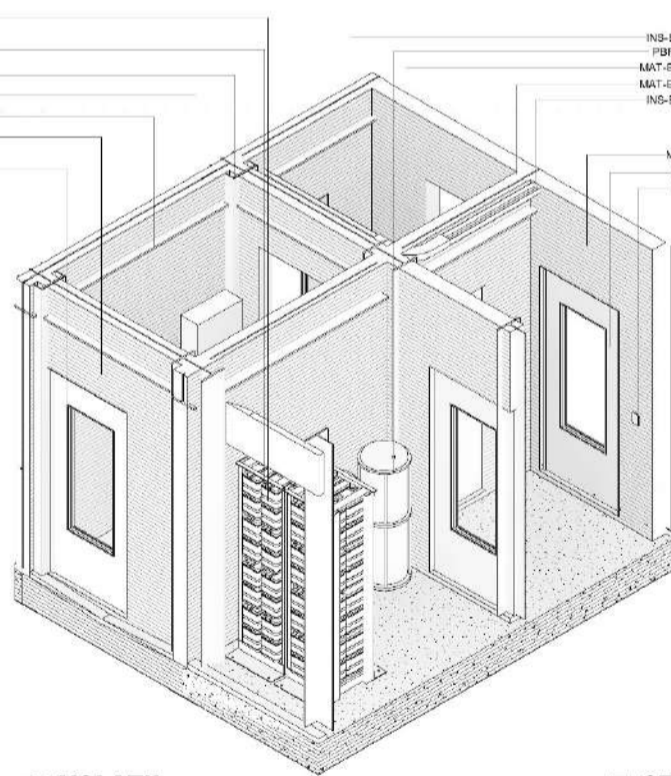
**3 NV-PLANTA BAJA - Volatil**  
ESC: 1 : 25



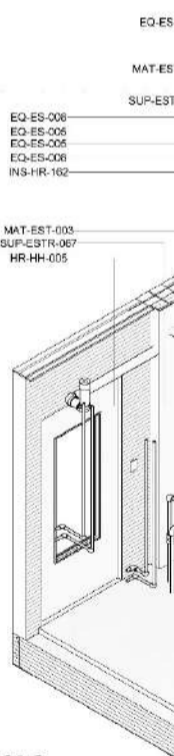
**2 NV-PLANTA BAJA - CELLS-CELS**  
ESC: 1 : 20



**4 PECERAS**  
ESC:



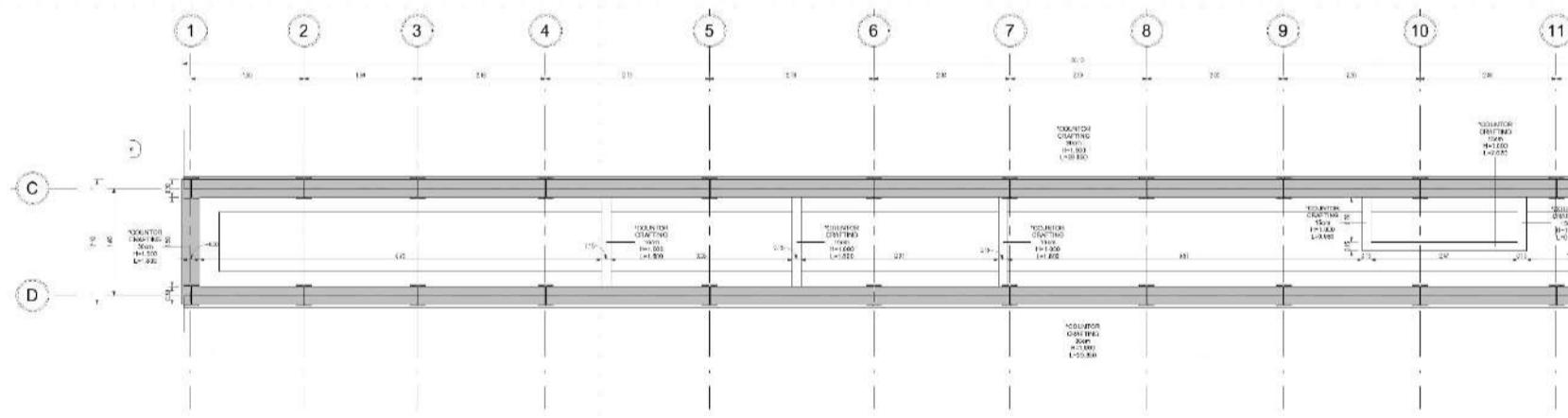
**6 VOLATIL**  
ESC:



**5 CELLS-CELS**  
ESC:



**2 NV-PLANTA BAJA ALBAÑILERIA**  
ESC: 1:50



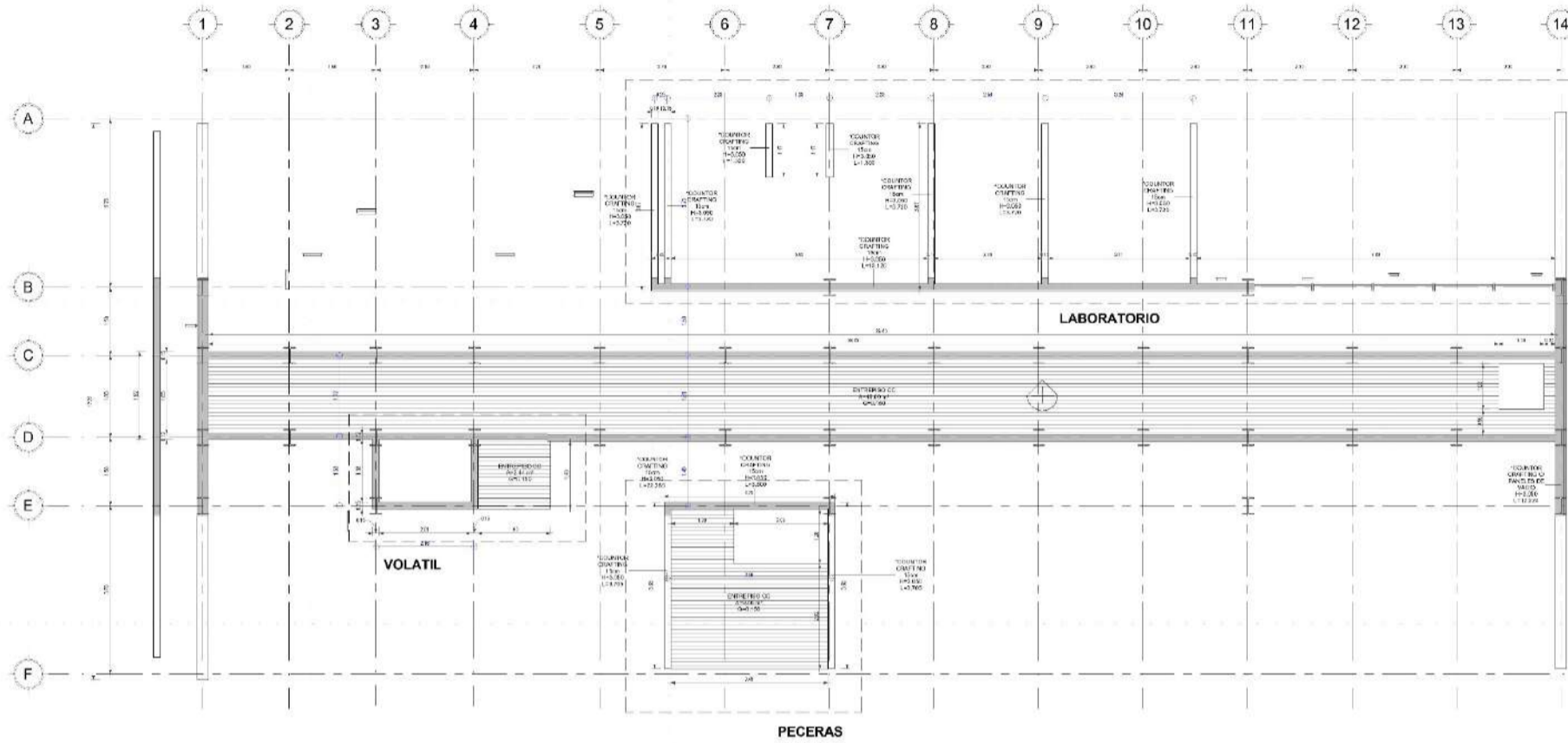
**1 NV-TECNOSFERA BAJA ALBAÑILERIA**  
ESC: 1:50

Nota clave	Tipo	Área	Longitud	Restricción d
MA-15-001	COLUMNA COMPUESTA PAREDES DE VACIO	328.47	730	NO PLANTA BAJA
MA-15-002	COLUMNA COMPUESTA PAREDES DE VACIO CON REJILLA	38.72	8308	NO TECNOSFERA BAJA
MA-15-003	COLUMNA COMPUESTA PAREDES DE VACIO	227.18	8748	NO PLANTA BAJA
MA-15-004	COLUMNA COMPUESTA PAREDES DE VACIO CON REJILLA	11.28	1338	NO TECNOSFERA BAJA
MA-15-005	COLUMNA COMPUESTA PAREDES DE VACIO	492.58	138.72	NO PLANTA BAJA
MA-15-006	COLUMNA COMPUESTA PAREDES DE VACIO	42.17	853	NO PLANTA BAJA

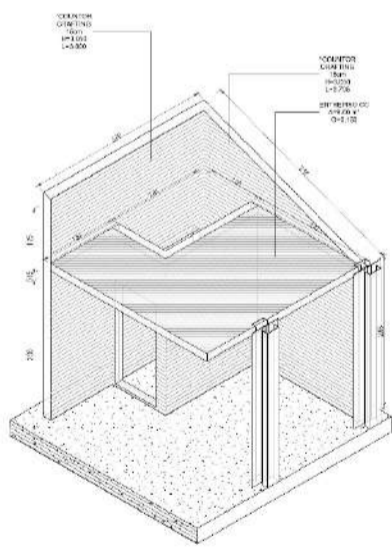
D:\RESOLUTOS\PROTOTIPOS PROTOTIPO.MT

V. ARQ-150

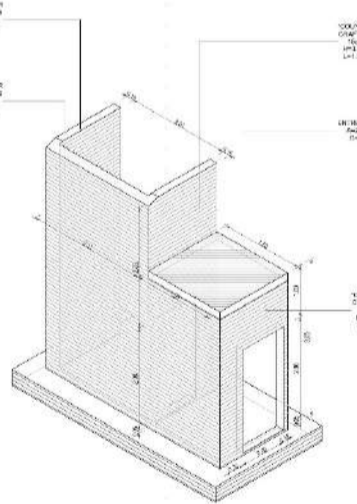
VERSION 2



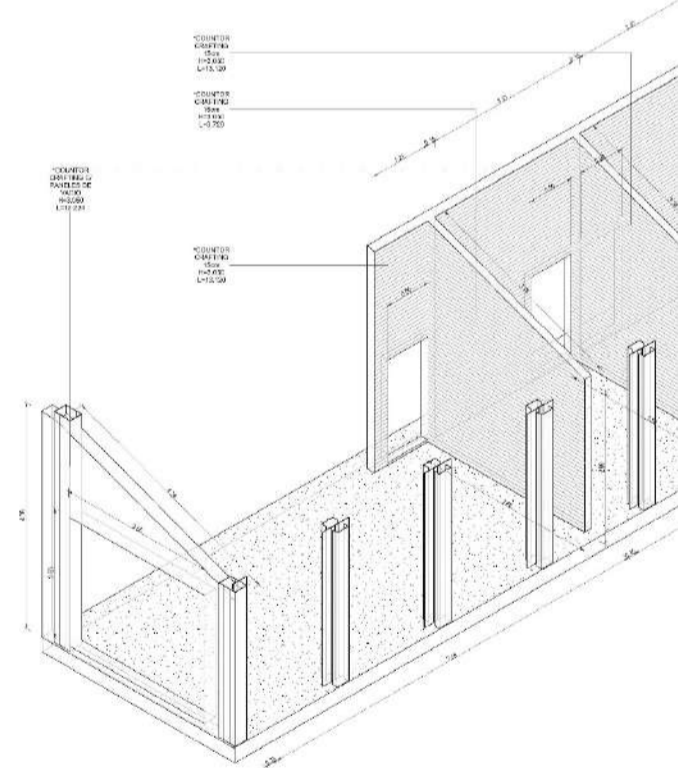
**1 NV-TECNOSFERA ALTA ALBAÑILERIA**  
 ESC: 1:60



**2 PECERAS ISOMETRICO**  
 ESC:



**3 VOLATIL ISOMETRICO**  
 ESC:

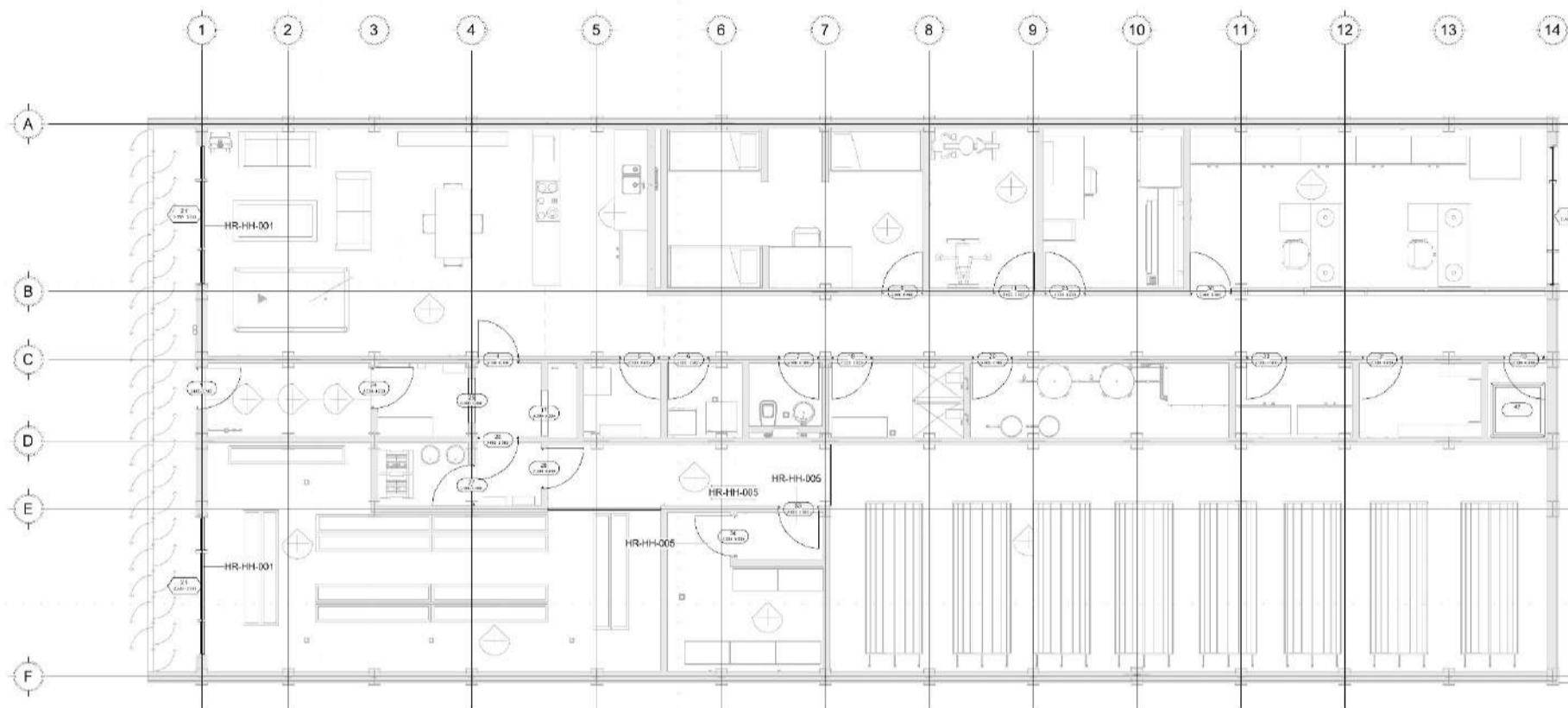


**4 LABORATORIO ISOMETRICO**  
 ESC:

D:\ESQUELATES\PROTOTIPOS PROTOTIPO N°

V. ARJONA

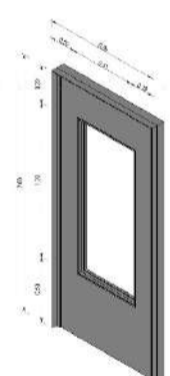
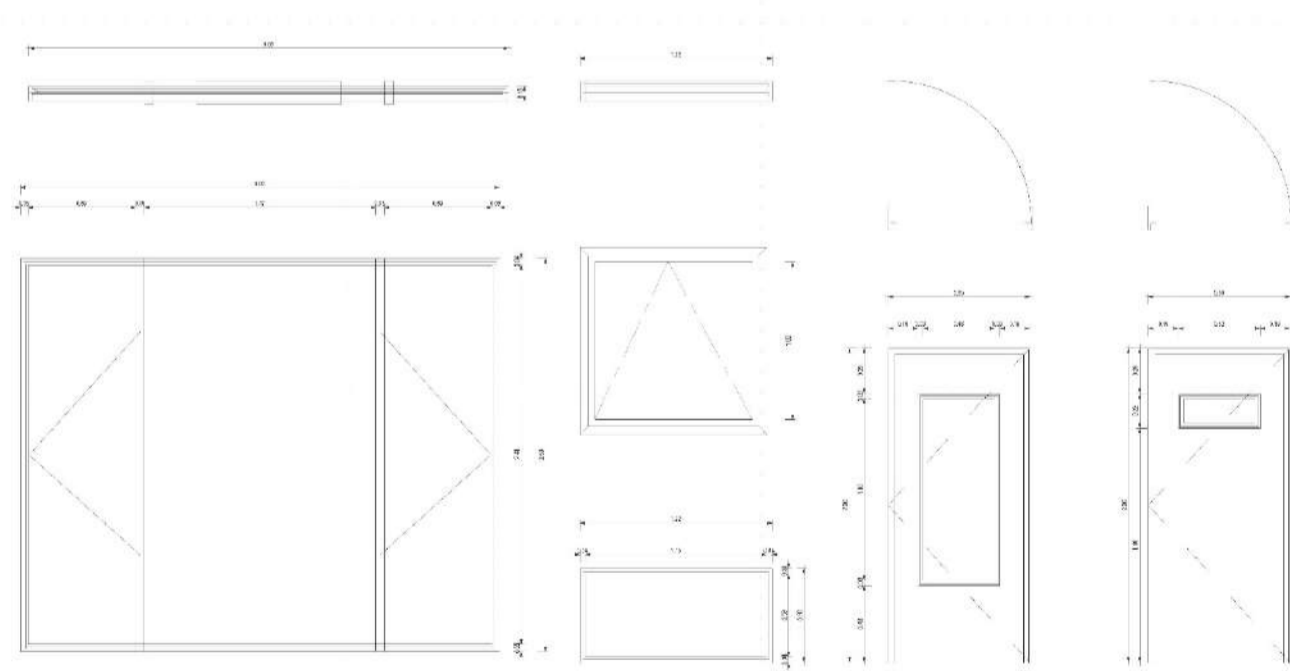
VERSION 2



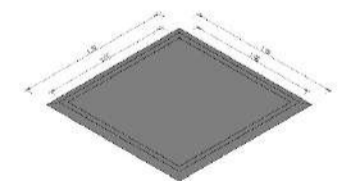
**1 NV-PLANTA BAJA PUERTAS**  
ESC. 1 : 60

A- Puertas					
Nota clave	Tipo	Altura	Anchura	Recuento	
HR-HH-001	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-002	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-003	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-004	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-005	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-006	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-007	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-008	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-009	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-010	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-011	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-012	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-013	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-014	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-015	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-016	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-017	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-018	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-019	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	
HR-HH-020	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2	

Nota clave	Tipo	Altura	Anchura	Recuento
HR-HH-001	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2
HR-HH-005	PUERTA ALUMINUMADA	2000	800	2



**2 PUERTA ISOMETRICO**  
ESC.



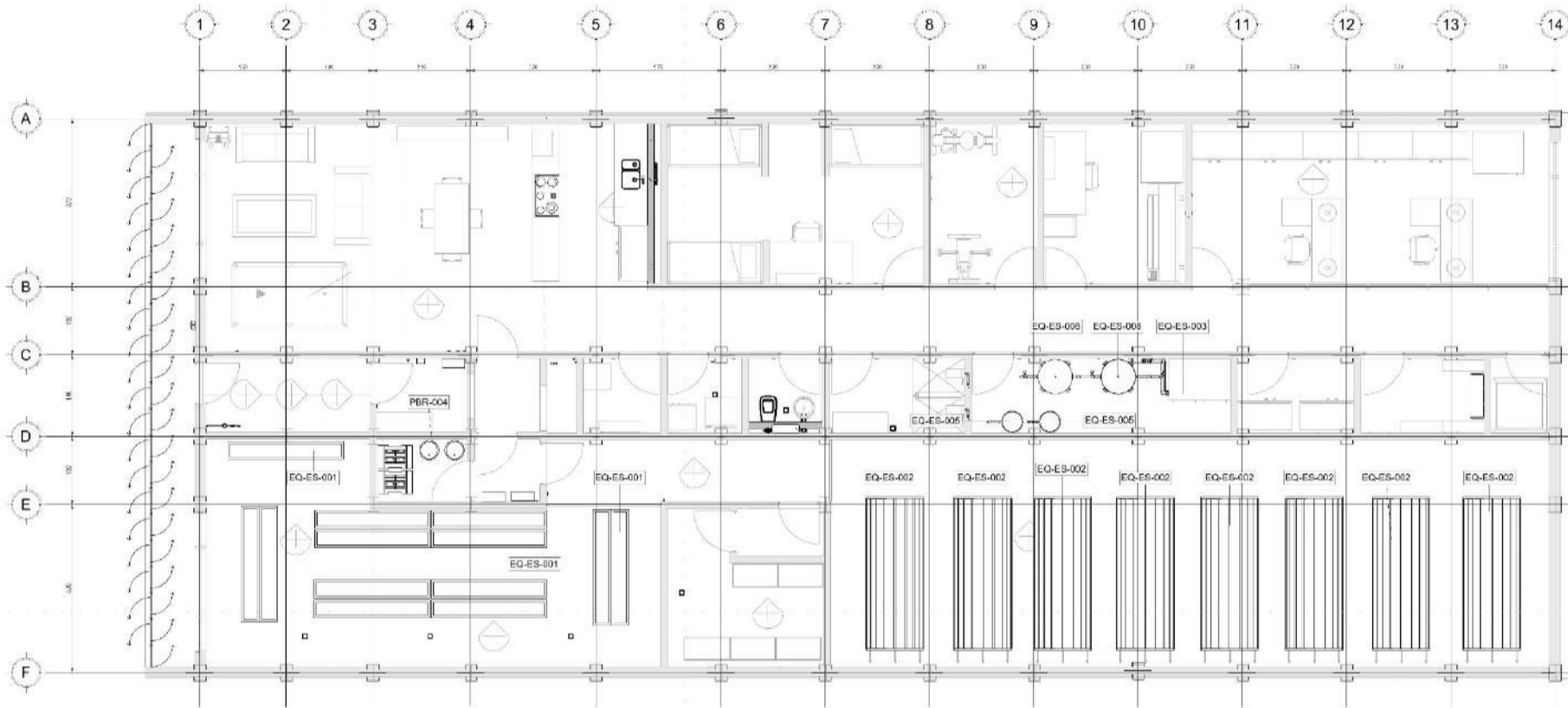
**3 ESCOTILLA ISOMETRICO**  
ESC.

DISEÑOS DE PROTOTIPOS PROTOTIPO Nº

V. ARQ-150

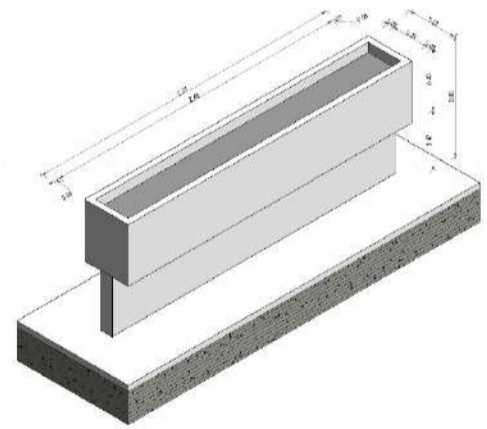
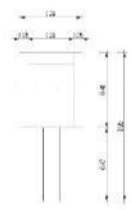
VERSION 2





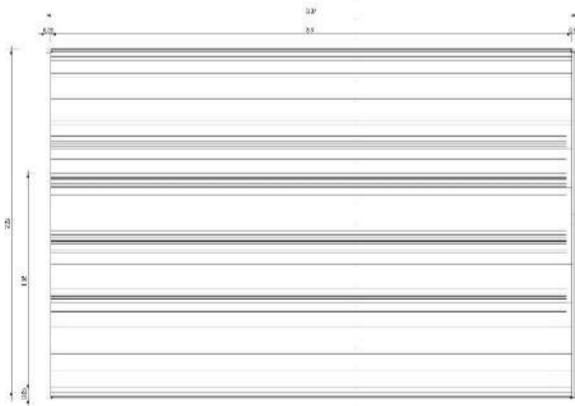
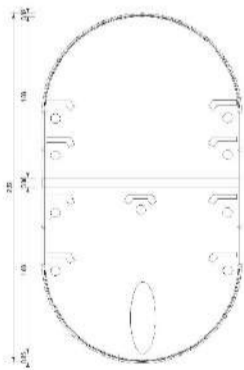
**1 NV-PLANTA BAJA Copia 3**  
ESC: 1:60

**COLECTOR BOTANICO**

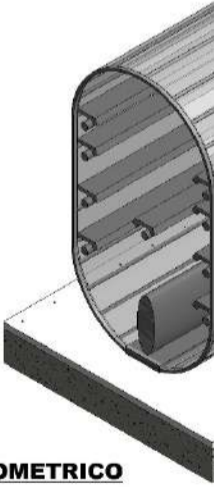


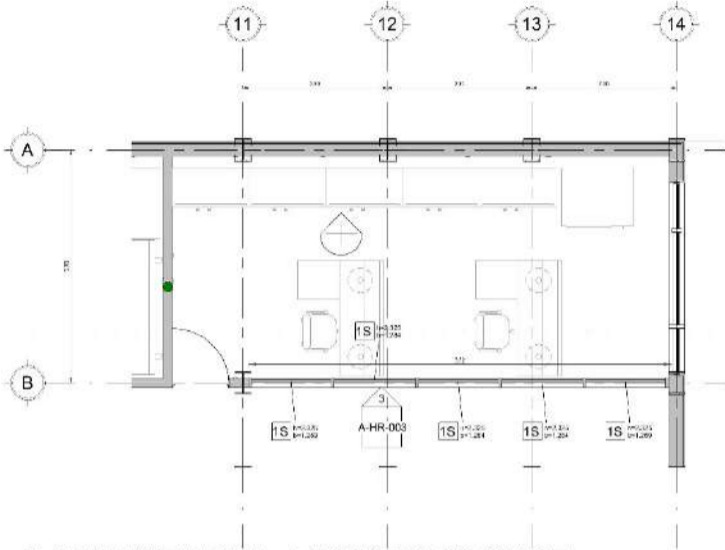
**3 COLECTOR BOTANICO**  
ESC:

**CABINA DE NIEBLA**

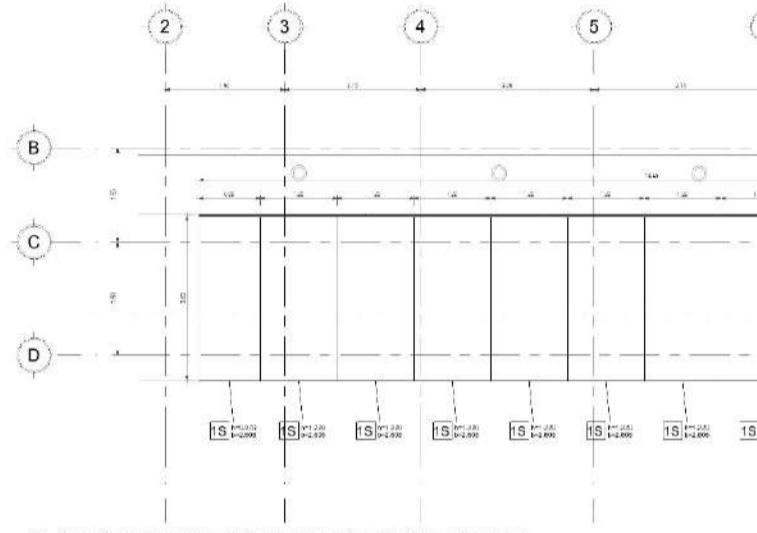


**2 CABINA DE NIEBLA ISOMETRICO**  
ESC:

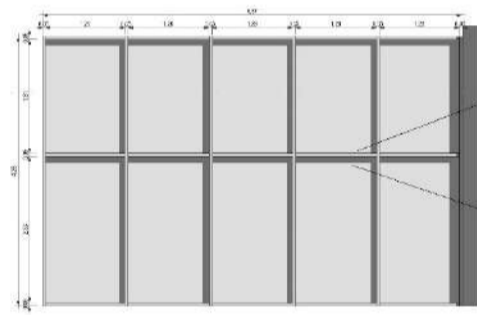




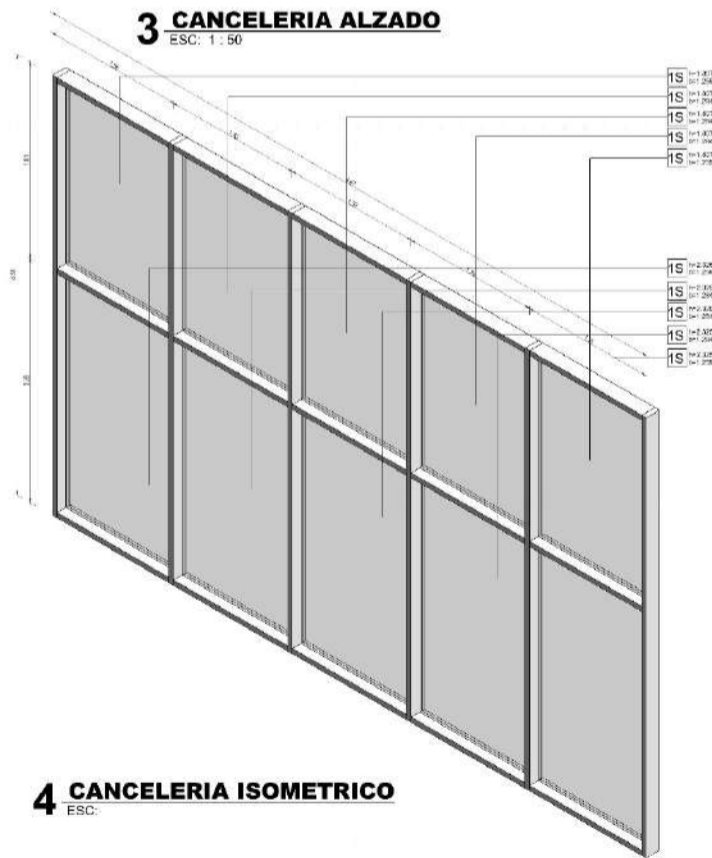
**1 NV-PLANTA BAJA - LABORATORIO CANCEL**  
ESC. 1 : 50



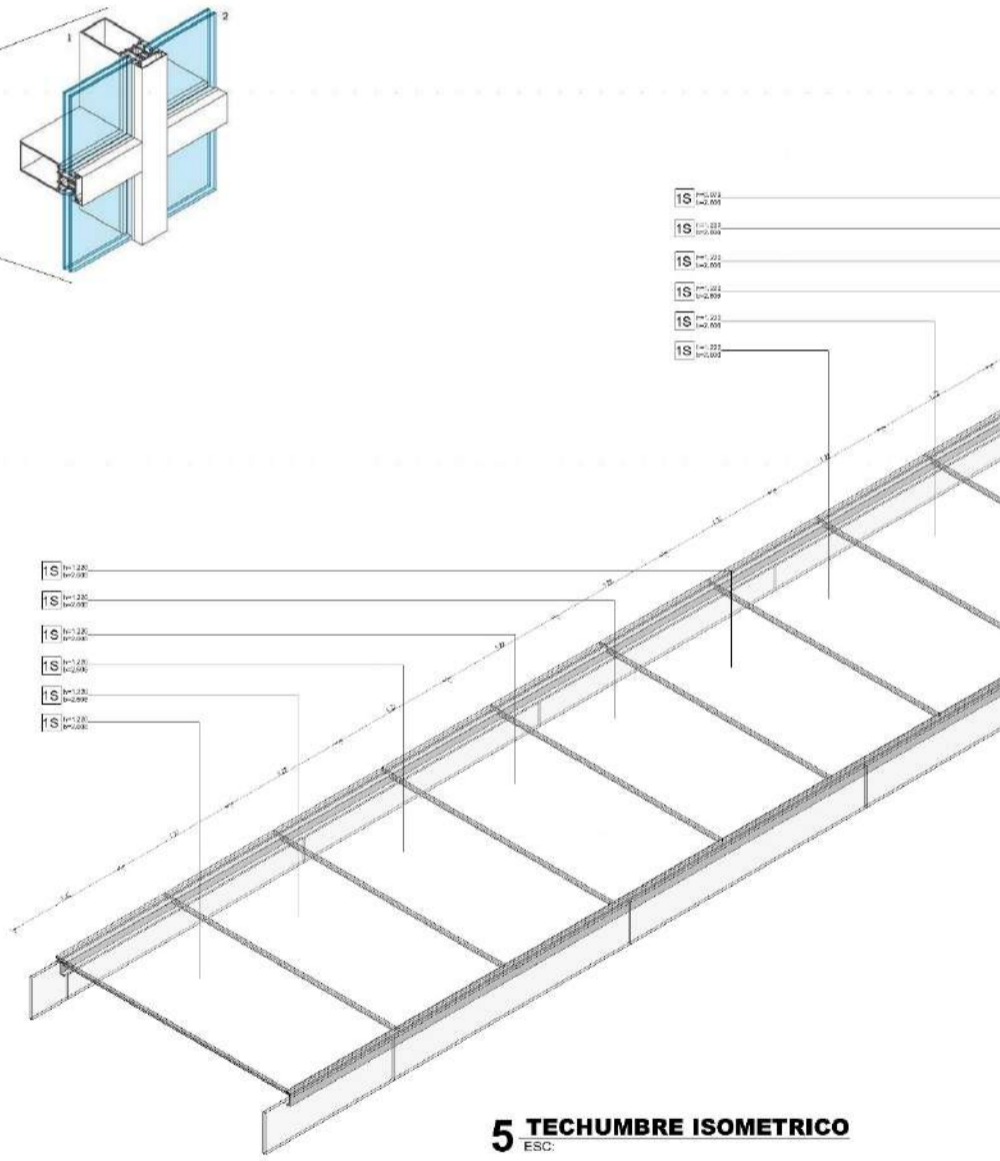
**2 NV-AZOTEA TECHUMBRE CRISTALIDA**  
ESC. 1 : 50



**3 CANCELERIA ALZADO**  
ESC. 1 : 50

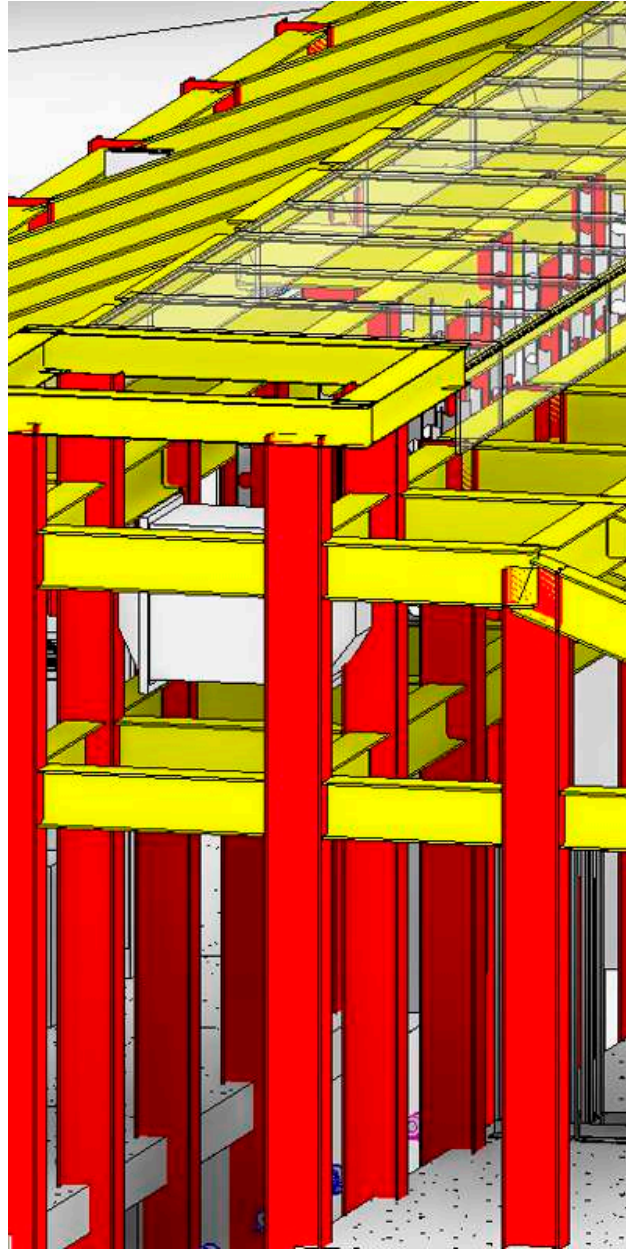


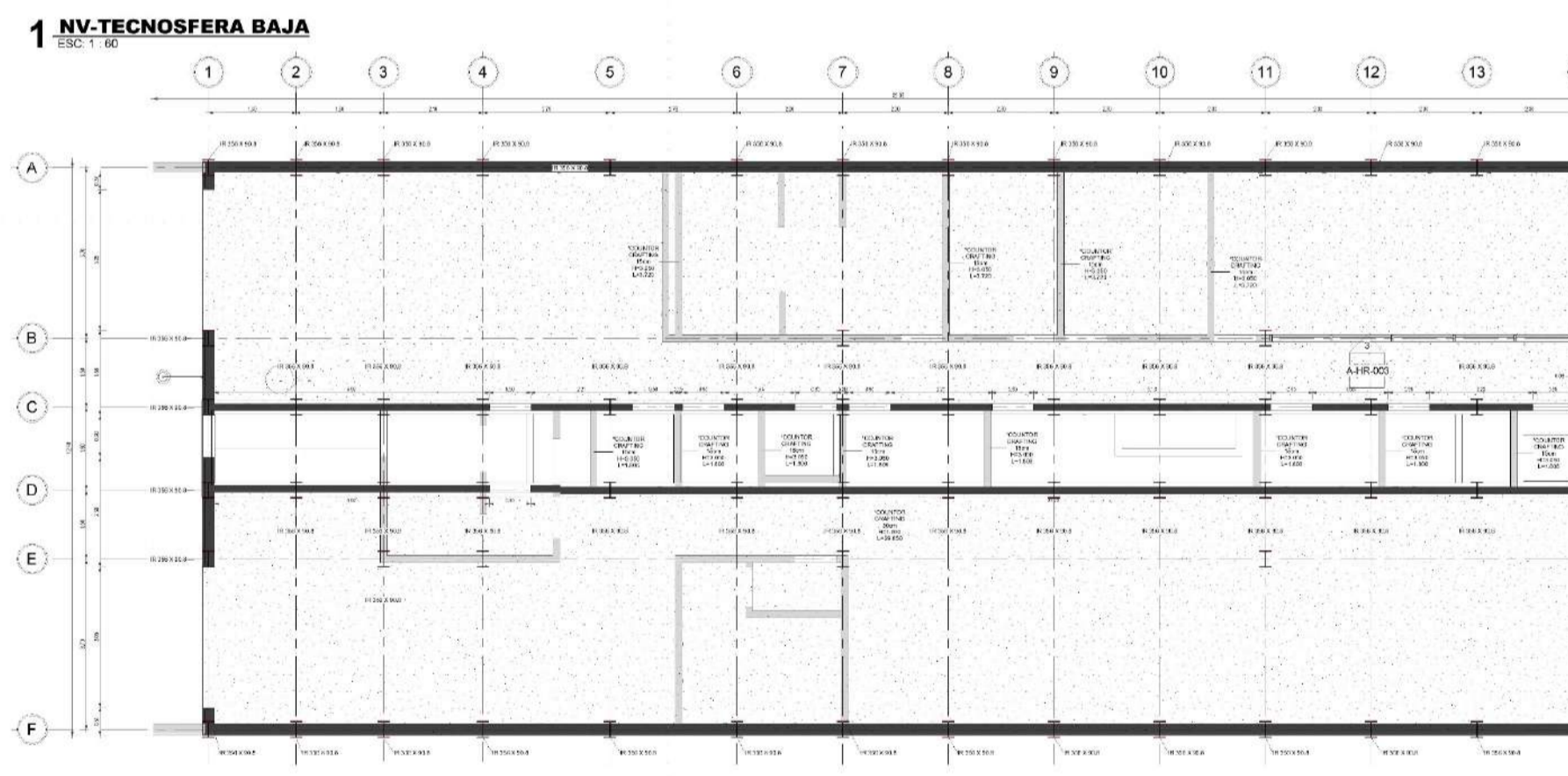
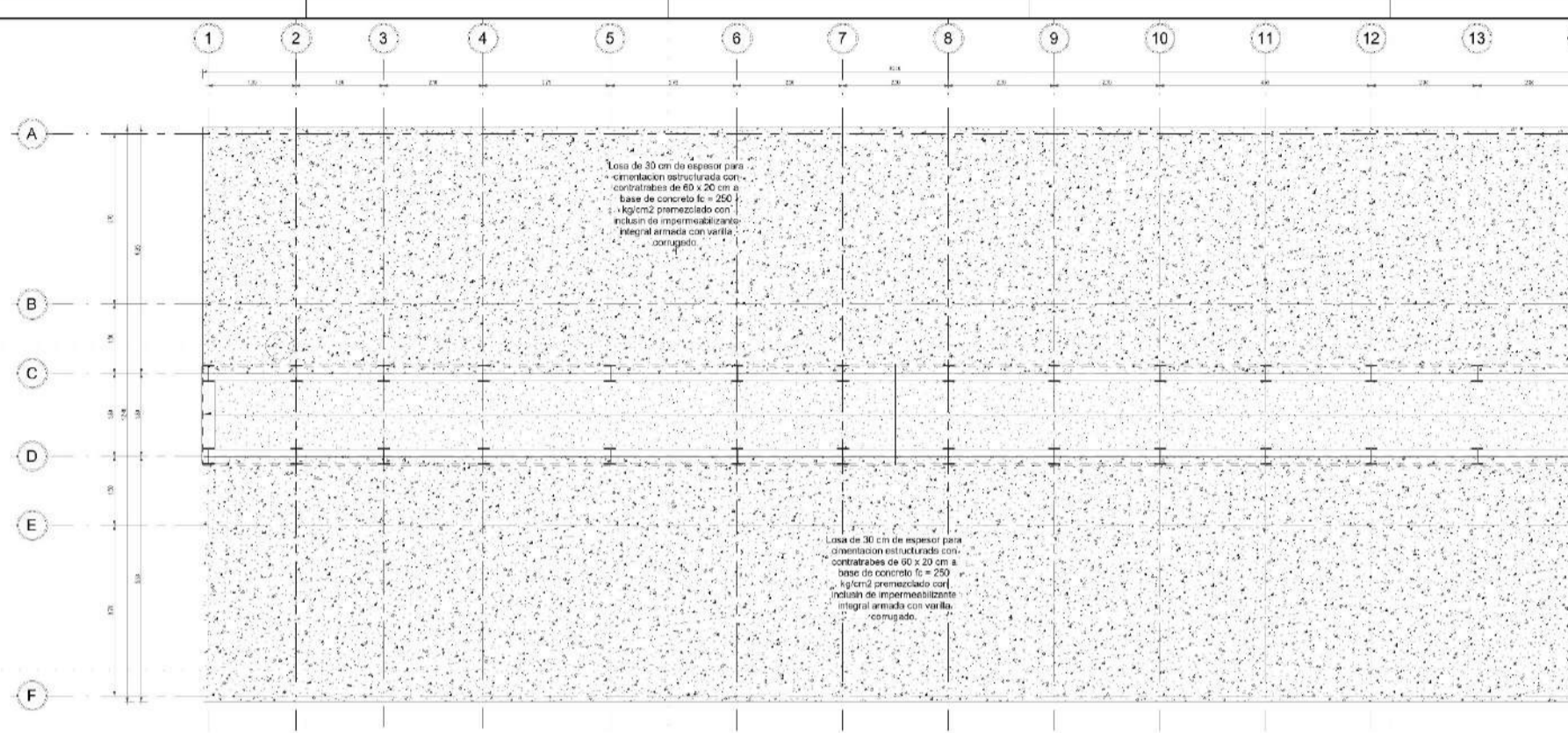
**4 CANCELERIA ISOMETRICO**  
ESC.



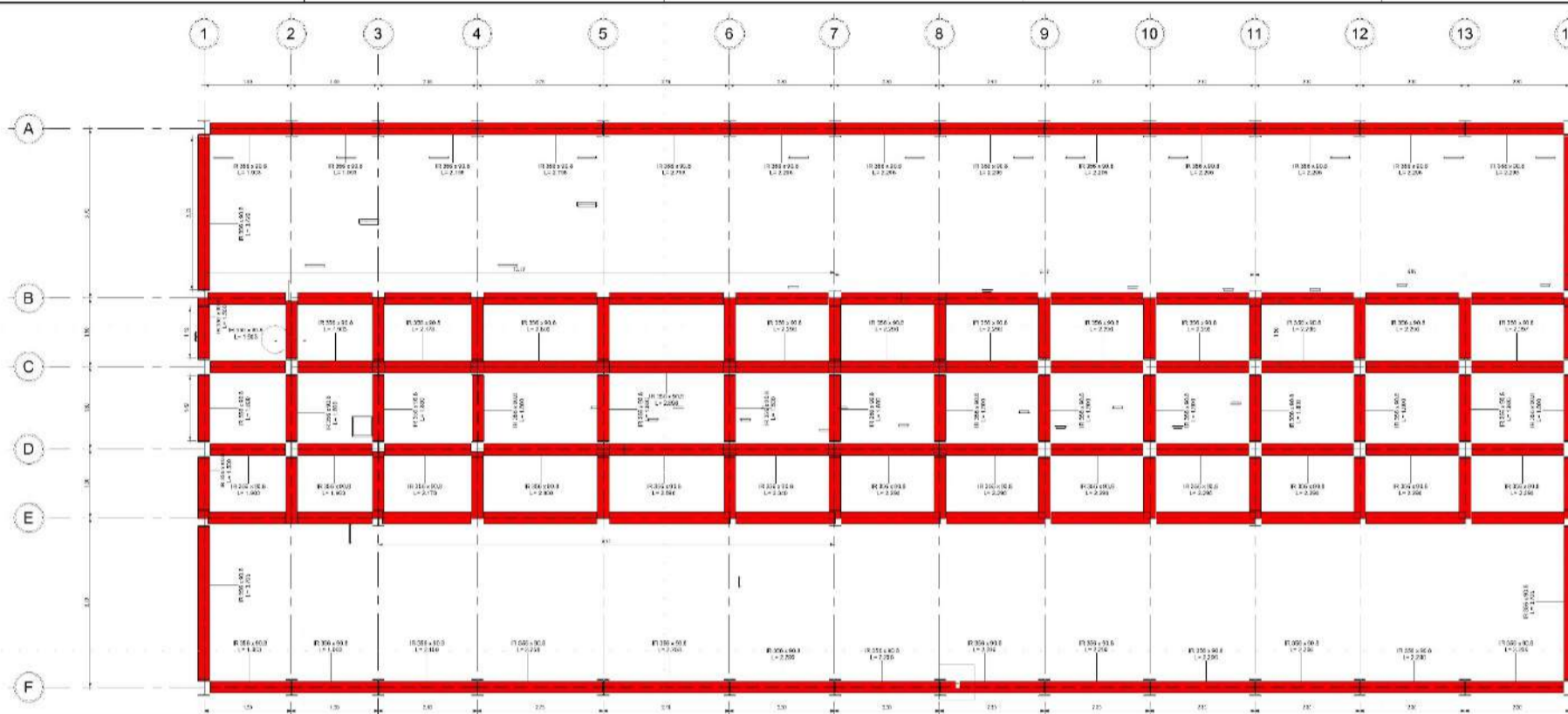
**5 TECHUMBRE ISOMETRICO**  
ESC.

# CAPITULO IX: PROTOTIPO – PROYECTO EJECUTIVO ESTRUCTURA

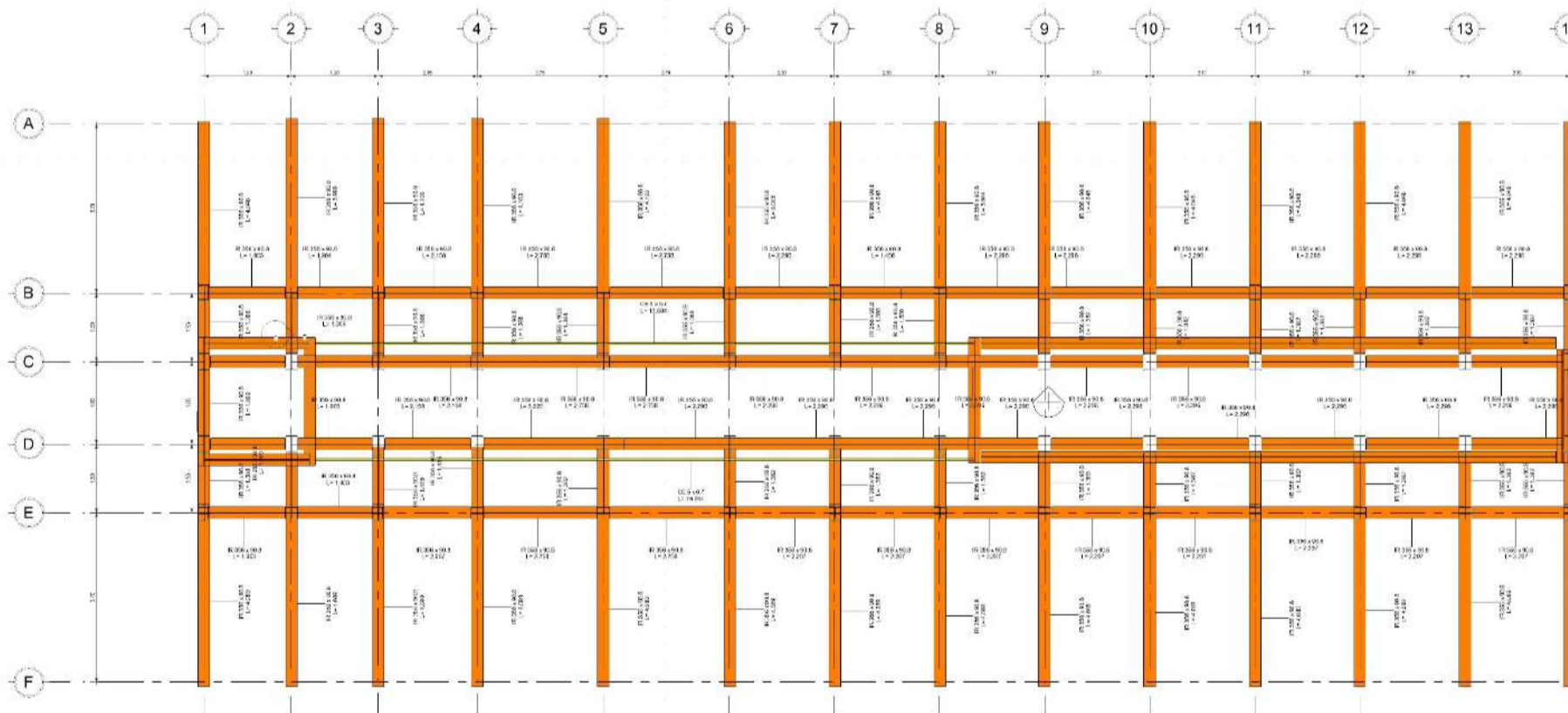




D:\ESQUELANTES\PROTOTIPOS PROTOTIPO.M



**1 ST-TECNOSFERA ALTA**  
ESC. 1:60

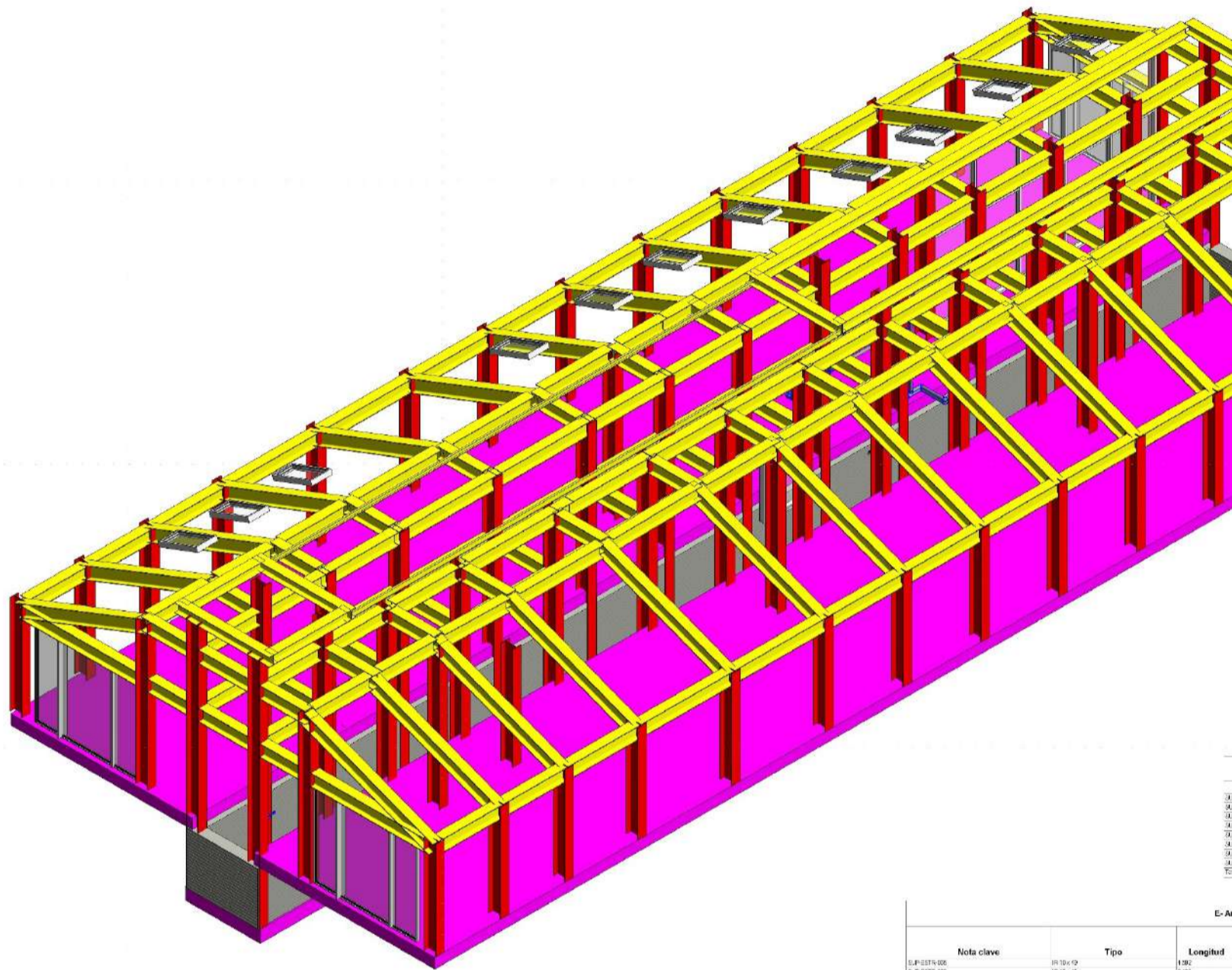


**2 NV-AZOTEA**  
ESC. 1:60

D:RESUELTA(S)PROTOTIPOS PROTIPO Nº

V. ARQ-150

VERSION 2



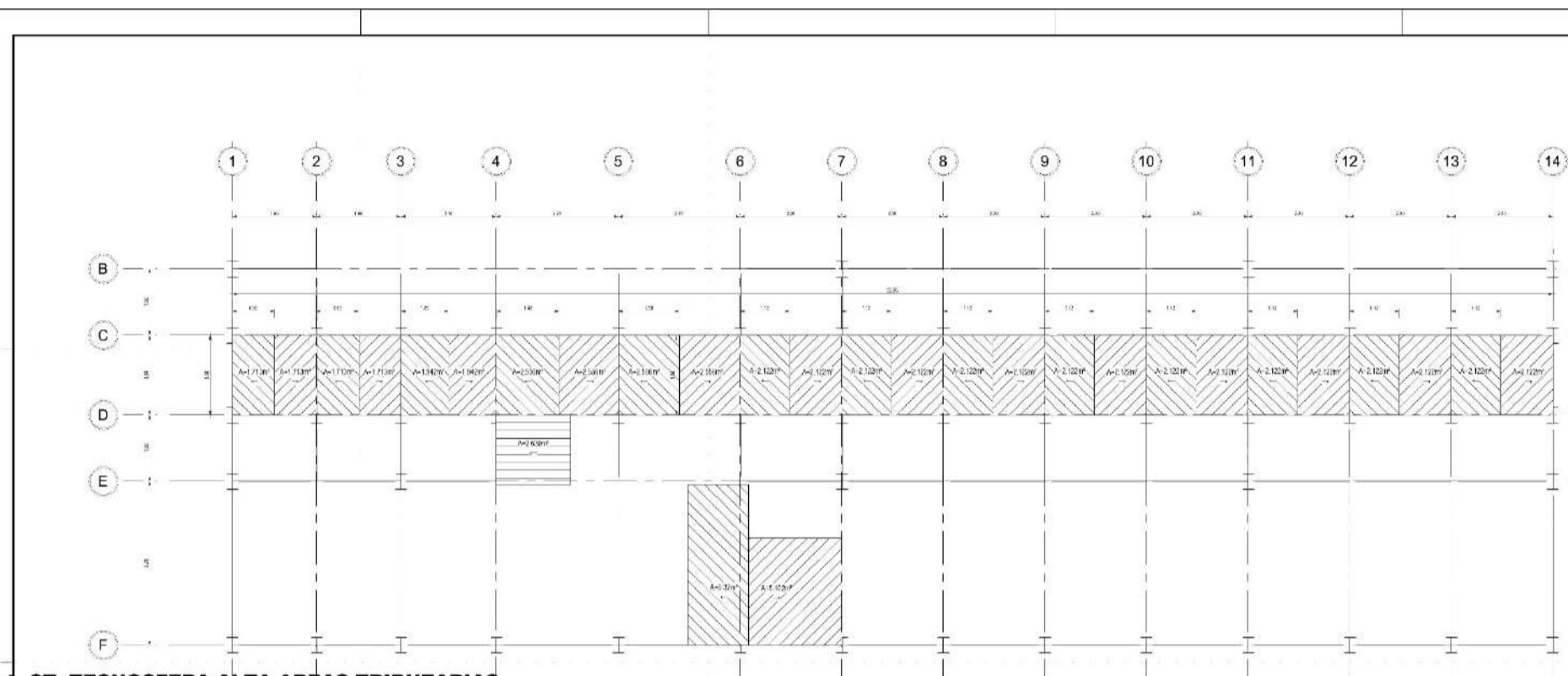
**1 isometrico estructura**  
ESC:

Nota clave	Tipo	Longitud
S.P. 001A.006	IR 100 x 10	1.000
S.P. 001B.006	IR 100 x 40	2.980
S.P. 001C.006	IR 100 x 10	7.020
S.P. 001D.006	IR 100 x 40	20.800
S.P. 001E.007	IR 150 x 40.0	2.910
S.P. 001F.007	IR 150 x 40.0	26.118
S.P. 001G.007	IR 150 x 40.0	27.10
S.P. 001H.007	IR 150 x 40.0	2.900
S.P. 001I.007	IR 150 x 40.0	1.465
S.P. 001J.007	IR 150 x 40.0	14.800
S.P. 001K.007	IR 150 x 40.0	20.800
S.P. 001L.007	IR 150 x 40.0	20.800
S.P. 001M.007	IR 150 x 40.0	1.000
S.P. 001N.007	IR 150 x 40.0	2.000
S.P. 001O.007	IR 150 x 40.0	14.750
S.P. 001P.007	IR 150 x 40.0	1.960
S.P. 001Q.007	IR 150 x 40.0	13.000
S.P. 001R.007	IR 150 x 40.0	14.940
S.P. 001S.007	IR 150 x 40.0	2.940
S.P. 001T.007	IR 150 x 40.0	2.900
S.P. 001U.007	IR 150 x 40.0	2.900
S.P. 001V.007	IR 150 x 40.0	27.660
S.P. 001W.007	IR 150 x 40.0	4.900
S.P. 001X.007	IR 150 x 40.0	3.200
S.P. 001Y.007	IR 150 x 40.0	7.900
S.P. 001Z.007	IR 150 x 40.0	4.000
S.P. 002A.007	IR 150 x 40.0	3.044
S.P. 002B.007	IR 150 x 40.0	3.000
S.P. 002C.007	IR 150 x 40.0	30.130
S.P. 002D.007	IR 150 x 40.0	20.740
S.P. 002E.007	IR 150 x 40.0	12.970
S.P. 002F.007	IR 150 x 40.0	17.800
S.P. 002G.007	IR 150 x 40.0	14.800
S.P. 002H.007	IR 150 x 40.0	21.900

D:\ESQUELANTES\PROTOTIPOS PROTOTIPO.M

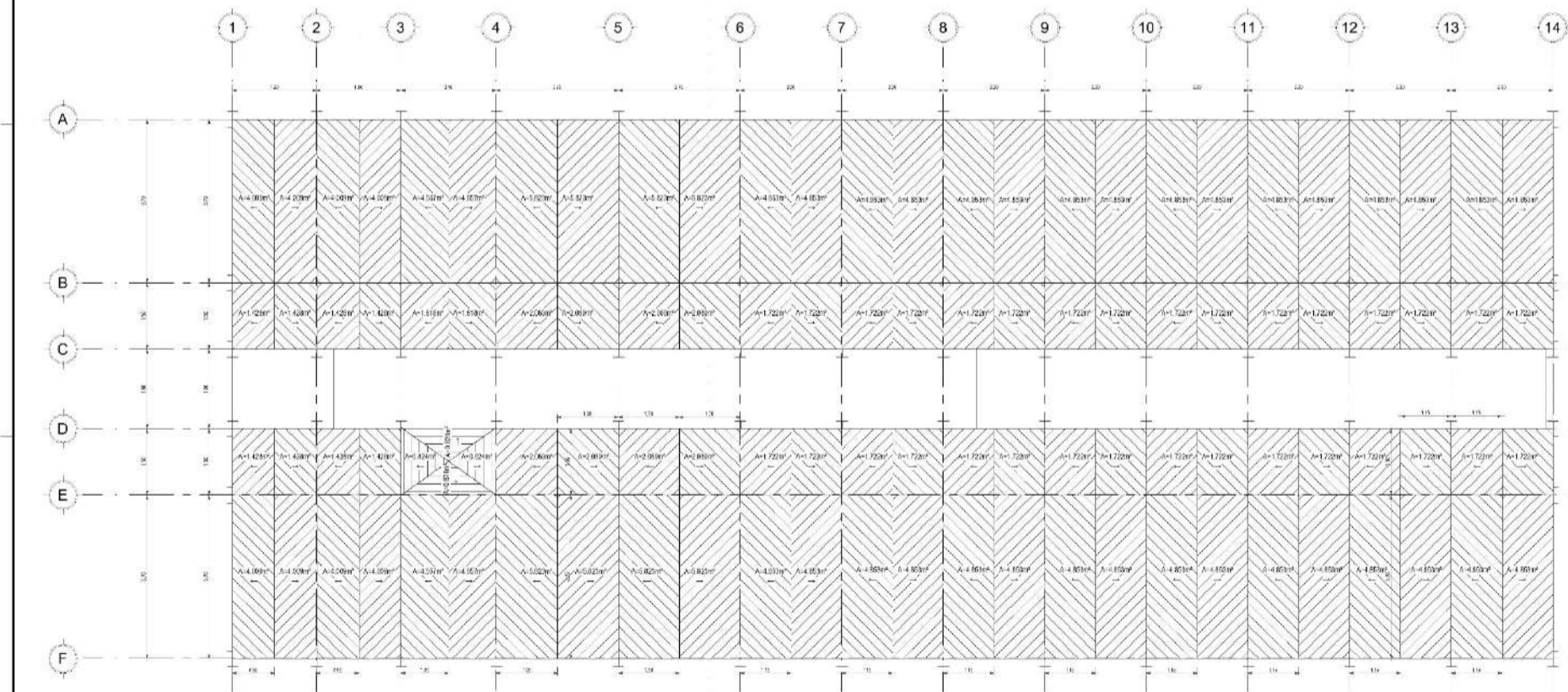
V. 003/150

VERSION 2



**1 ST-TECNOSFERA ALTA AREAS TRIBUTARIAS**

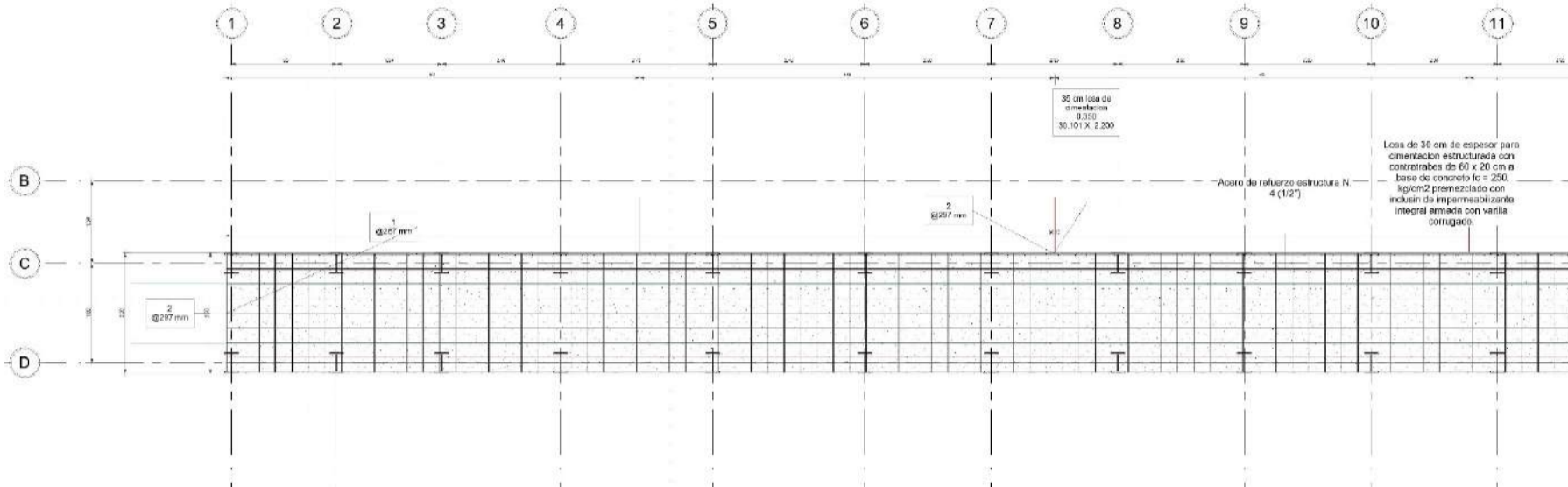
ESC: 1 : 80



**2 ST-AZOTEA LOSAS AREAS TRIBUTARIAS**

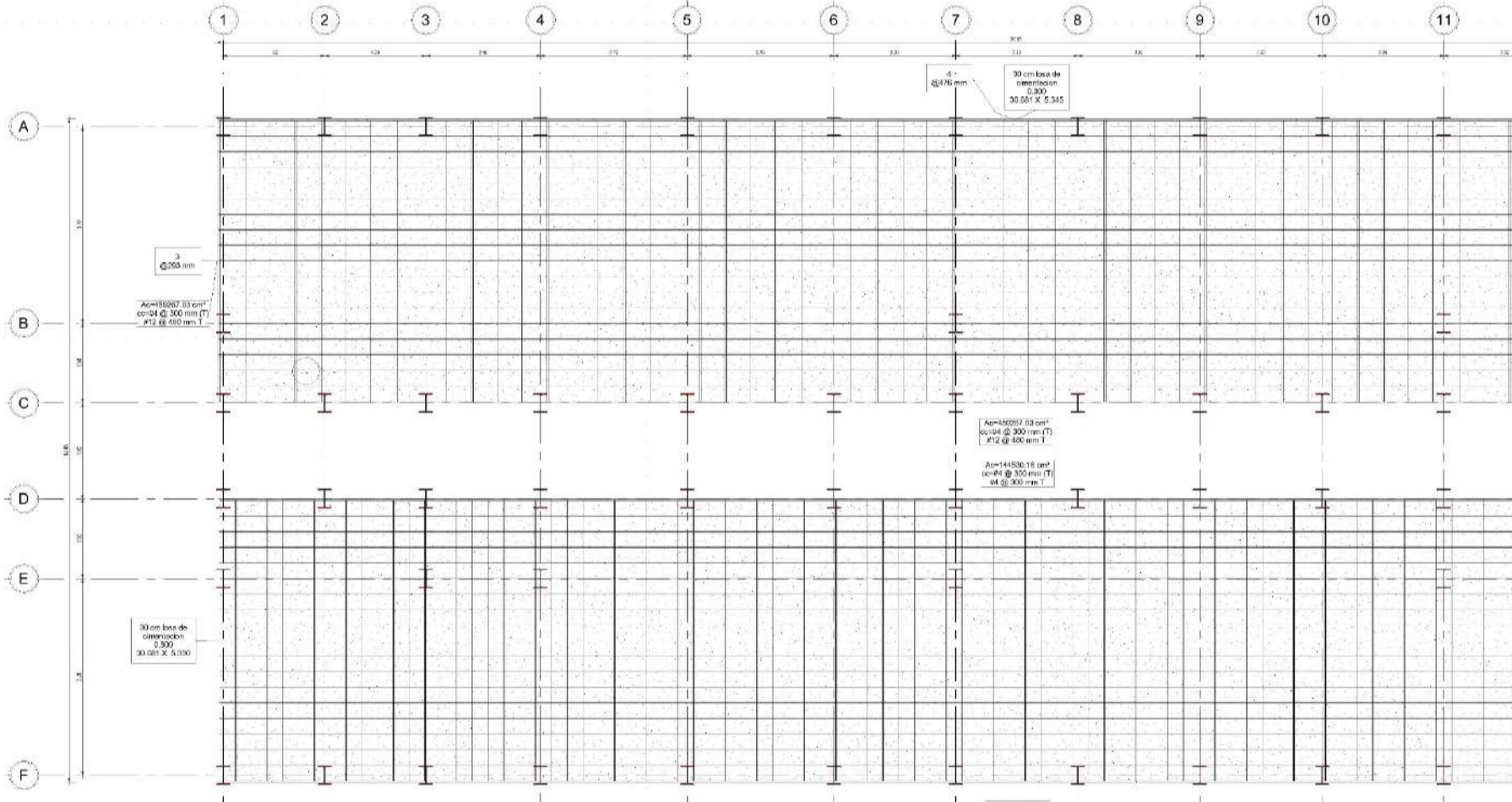
ESC: 1 : 80

D:\RESOLUTIVOS\PROTOTIPOS PROTOTIPO.MXD



**1 NV-TECNOSFERA BAJA ARMADO DE CIMENTACION**

ESC: 1:50



**2 NV-PLANTA BAJA ARMADO DE CIMENTACION**

ESC: 1:50

D:\ESQUELANTES\PROTOTIPOS PROTOTIPO N°

V. ARQ-150

VERSION 2



## 9.1 Memoria descriptiva

El prototipo se planea construir con un sistema de CC, con concreto extruido en sitio y estructura metálica.

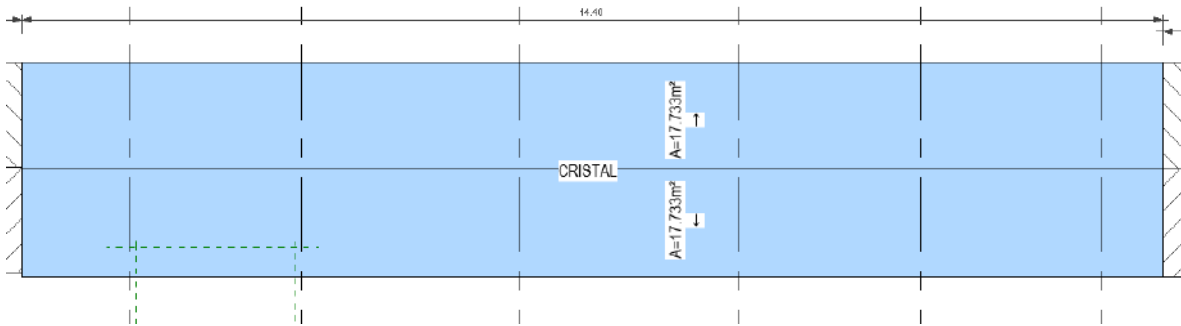
El prototipo está diseñado de manera simétrica de este a oeste. Consta de 3 cuerpos principales: El hábitat al norte, la Biosfera al sur y la tecnosfera que se encuentra entre el hábitat y la biosfera dividiéndolas, la cual consta de 3 niveles, a -1.8m la tecnosfera baja y la tecnosfera alta a +3.0m.

## 9.2 Memoria de cálculo.

Bajada de cargas.

Loza			
Materiales	Peso volumétrico	grosor	
Masaroca	1500kg/m <sup>3</sup>	0.02m	30 kg/m <sup>2</sup>
Panel de vacío	100kg/m <sup>3</sup>	0.03m	3 kg/m <sup>2</sup>
Concreto sulfurado	2400kg/m <sup>3</sup>	0.10m	240 kg/m <sup>2</sup>
Pesos adicionales			
Instalaciones			40 kg/m <sup>2</sup>
Carga losa			20kg/m <sup>2</sup>
		Carga muerta	333kg/m <sup>2</sup>
Entrepiso			
Materiales	Peso volumétrico	grosor	
Impermeable			5kg/m <sup>2</sup>
Concreto sulfurado	2400kg/m <sup>3</sup>	0.10m	240 kg/m <sup>2</sup>
Equipos			100kg/m <sup>2</sup>
Cargas por reglamento			
Carga media (W)			70 kg/m <sup>2</sup>
Carga instantánea (Wa)			90 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva máxima (Wm)			170 kg/m <sup>2</sup>
			403 kg/m <sup>2</sup>
	403 kg/m <sup>2</sup> *1.5		604.5 kg/m <sup>2</sup>

## Calculo de áreas tributarias



### Área tributaria cristal de FBR

$$w = 17.733m^2 * 15 \frac{kg}{m^2}$$

$$w = 265.995kg$$

Momento máximo.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{265.995(14.4)^2}{8}$$

$$M_{max} = 2,986.28$$

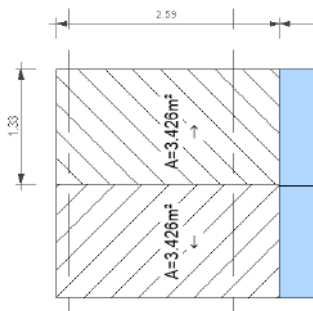
Modulo elástico

$$S_x = \frac{M_{max}}{0.66 * f_y}$$

$$S_x = \frac{2,986.28}{0.66 * 3,515} \quad S_x = \frac{2,986.28}{2,319.9}$$

$$S_x = 1.2872$$

se propone



### Área tributaria Respirador

$$w = 3.426m^2 * 604.3 \frac{kg}{m^2}$$

$$w = 2,070.3kg$$

Momento máximo.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{2,070.3(2.59)^2}{8}$$

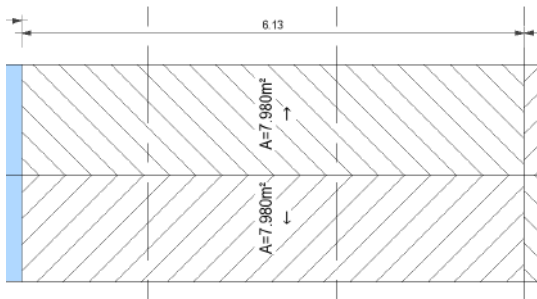
$$M_{max} = 1,735.9$$

Modulo elástico

$$S_x = \frac{M_{max}}{0.66 * f_y}$$

$$S_x = \frac{173,590}{0.66 * 3,515} \quad S_x = \frac{173,590}{2,319.9}$$

$$S_x = 74.82$$



Área tributaria azotea tecnosfera alta

$$w = 7.980m^2 * 604.3 \frac{kg}{m^2}$$

$$w = 4,822.3kg$$

Momento máximo.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{4,822.3(6.13)^2}{8}$$

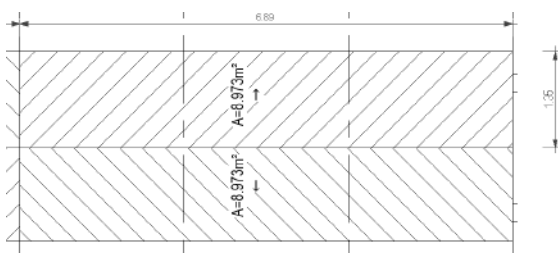
$$M_{max} = 22,650.8$$

Modulo elástico

$$S_x = \frac{M_{max}}{0.66 * f_y}$$

$$S_x = \frac{23,127753.42}{0.66 * 3,515} \quad S_x = \frac{23,127753.42}{2,319.9}$$

$$S_x = 976.37 \text{ se propone } 10 \times 49$$



Área tributaria azotea tecnosfera alta

$$w = 8.973m^2 * 604.3 \frac{kg}{m^2}$$

$$w = 5,422.38kg$$

Momento máximo.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{5,422.38(6.80)^2}{8}$$

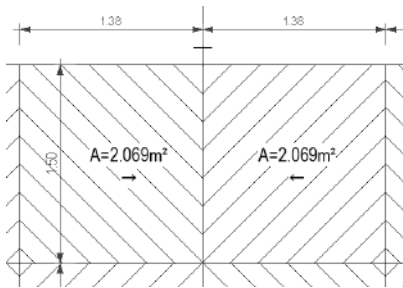
$$M_{max} = 31.341.35$$

Modulo elástico

$$S_x = \frac{M_{max}}{0.66 * f_y}$$

$$S_x = \frac{3,134,135.64}{0.66 * 3,515} \quad S_x = \frac{3,134,135.64}{2,319.9}$$

$$S_x = 1,350.7 \leq \text{más desfavorable perfil propuesto :12*65''}$$



Área tributaria Losa 1

$$w = (2.069m^2 * 2) * 604.3 \frac{kg}{m^2}$$

$$w = 2,500.6kg$$

Momento máximo.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{2,500.6(1.50)^2}{8}$$

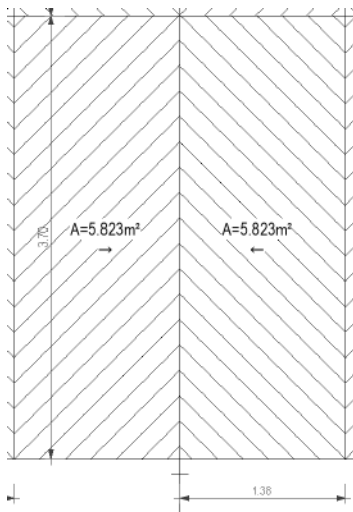
$$M_{max} = 703.3$$

Modulo elástico

$$S_x = \frac{M_{max}}{0.66 * f_y}$$

$$S_x = \frac{70,329.18}{0.66 * 3,515} \quad S_x = \frac{70,329.18}{2,319.9}$$

$$S_x = 30.31$$



Área tributaria Losa 2

$$w = (5.823m^2 * 2) * 604.3 \frac{kg}{m^2}$$

$$w = 7,037.67kg$$

Momento máximo.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{7,037.67(3.70)^2}{8}$$

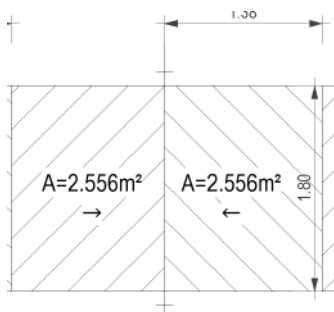
$$M_{max} = 12,043.22$$

Modulo elástico

$$S_x = \frac{M_{max}}{0.66 * f_y}$$

$$S_x = \frac{1,204,322.6}{0.66 * 3,515} \quad S_x = \frac{1,204,322.6}{2,319.9}$$

$$S_x = 519.12$$



Área tributaria Losa 2

$$w = (2.556m^2 * 2) * 604.3 \frac{kg}{m^2}$$

$$w = 3,089.18g$$

Momento máximo.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{3,089.18(1.80)^2}{8}$$

$$M_{max} = 1,251.1$$

Modulo elástico

$$S_x = \frac{M_{max}}{0.66 * f_y}$$

$$S_x = \frac{125,111.8}{0.66 * 3,515} \quad S_x = \frac{125,111.8}{2,319.9}$$

$$S_x = 53.92$$

Columnas

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{fy}}$$

$$C_c = \sqrt{\frac{(2\pi)^2 * 2,040,000}{3515}}$$

$$C_c = 151.36$$

Columna 1 se propone 12''\*96''

$$L=3m$$

$$P=8,287.67$$

$$\frac{KL}{r_x}$$

Donde:

K= factor de longitud efectiva

L= longitud de la columna

r=radio de giro

$$\frac{KL}{r_x} = \frac{1*300}{13.4} = 22.38 < 200$$

$$\frac{KL}{r_y} = \frac{1*300}{7.7} = 30.96 < 200$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2C_c^2}\right] fy}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8C_c} - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{8C_c}}$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(30.96)^2}{2(151.36)^2}\right] 3,515}{\frac{5}{3} + \frac{3(30.96)}{8(151.36)} - \frac{(30.96)^2}{8(151.36)}}$$

$$F_a = \frac{[0.979] 3,515}{1.666 + 0.0767 - 0.7915}$$

$$F_a = \frac{3,441.46}{0.9518}$$

$$F_a = 3,615.73 \text{ kg/cm}^2$$

3,615.73kg/cm<sup>2</sup>(123.3cm<sup>2</sup>)

445,819.51kg > 8,287.67 si pasa, es un perfil exagerado

Columna 2

L=4.48m

P=4000

Columna 3

L=7.33m

P=4500

$$\frac{KL}{r_x} =$$

$$\frac{KL}{r_y} =$$

$$F_a = \frac{\left[ 1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2C_c^2} \right] f_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8C_c} - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{8C_c}}$$

Cimentación

Peso total del edificio (carga estimada)

Losas	401.758m <sup>2</sup>	242,857.87 kg
Cristalería	35.46m <sup>2</sup>	532 kg
Entrepiso	66.553m <sup>2</sup>	22,960.8 kg
Muros carga	98.66m <sup>2</sup> (30)	71,035.2 kg
Muros carga exteriores	255.91m <sup>2</sup> (30)	184,248 kg
Muros divisorios	508.53m <sup>2</sup> (15)	183,060 kg
Estructura	510*96.8	49,358 kg
Carga Muerta		464,868 kg
Carga viva	150	9,282.95 kg



TOTAL

474,150.95

Factor de carga

$$474.150t * 1.4$$

711.225

$$\text{presion sobre el terreno} \frac{711.225\text{ton}}{12.48\text{m} * 32.28\text{m}}$$

$$\text{presion sobre el terreno} = 1.765 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Peso unitario medio de la estructura 1.756 ton < 5 ton

Perímetro de la construcción  $2(12.48\text{m} + 32.28\text{m}) = 89.52\text{m} > 80\text{m}$  edificio pesado

Profundidad de desplante 2.30 sótano- 0.30m planta baja

Resistencia de terreno  $R_t = 50 \text{ t/m}^2$

$$\frac{711.255\text{t}}{50\text{tm}^2} \approx 14.225\text{m}^2; \text{porcentaje} \frac{14.225\text{m}^2}{47.42\text{tm}^2} = 0.299 \approx 30\% > 25\% - \text{se propone losa de cimentación}$$

Cargas de cuerpo

Área 1 Hábitat	155.22 m <sup>2</sup>	
muros	38.917m <sup>3</sup>	93.4 ton
losas	26.046m <sup>3</sup>	62.5 ton
	TOTAL	155.7 ton
Área 2 Tecnosfera	53.73 m <sup>2</sup>	
muros	37.99m <sup>3</sup>	91.2 ton
losas	28.749m <sup>3</sup>	69.0 ton
	TOTAL	160.2 ton
Área 3 Biosfera	155.22 m <sup>2</sup>	
muros	43.204m <sup>3</sup>	103.7 ton

losas	13.463m <sup>3</sup>	32.3 ton
TOTAL		136 ton

A1 y 3 Presión útil:

$$\frac{155.7}{155.22} = 1.00tm^2$$

Esfuerzo de cortante de penetración:

$$155.22 * 1 = 155.22 \approx 155,220kgm^2$$

Perímetro de transmisión de carga

$$[5.20 + 29.85]2 + 29.85 = 99.95m \approx 9,995cm$$

Cortante de penetración.

$$v = \frac{V}{b_0d} = \frac{155,220}{9,995*30} = 0.517kgcm^2$$

Cortante admisible

$$v_c = F_R \sqrt{f_c'} = 0.70 \sqrt{0.8 * 250} = 11.31$$

no hay falla por cortante

$$\therefore h = d + r = 30 + 5 = 35cm$$

Porcentaje mínimo de acero

$$g_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{f_y} \approx \frac{0.7 \sqrt{250}}{4200} = 0.002635$$

$$\therefore A_s = gbd = 0.007 * 100 * 30 = 21cm$$

No.	Diametro Nominal		Area Nominal		Peso Unitario			Perimetro	No. Aproximado de varillas de 12 Mts. X Tonelada
	m.m	Pulg	mm2	pulg2	kg./m	kg./pz	lb/pie		
2.5	7.9	5/16"	49	0.08	0.384	4.608	0.261	24.8	217
3	9.5	3/8"	71	0.11	0.557	6.684	0.376	29.8	150
4	12.7	1/2"	127	0.20	0.996	11.952	0.668	39.9	84
5	15.9	5/8"	199	0.31	1.560	18.720	1.043	50.0	53
6	19.1	3/4"	287	0.44	2.250	27.000	1.502	60.0	37
7	22.2	7/8"	387	0.60	3.034	36.408	2.044	39.7	27
8	25.4	1"	507	0.79	3.975	47.700	2.670	79.8	21
9	28.6	1-1/8"	642	0.99	5.033	60.396	3.381	89.8	17
10	31.8	1-1/4"	794	1.23	6.225	74.700	4.172	99.9	13
11	34.9	1-3/8"	957	1.48	7.503	90.036	5.049	109.6	11
12	38.1	1-1/2"	1140	1.77	8.938	107.260	6.008	119.7	9

Varilla corrugada grado 4200  
Limite de fluencia minima 4200 kg/cm2  
Resistencia a la tension minima 5300 kg/cm2

Con varillas de #5 ø15.9mm

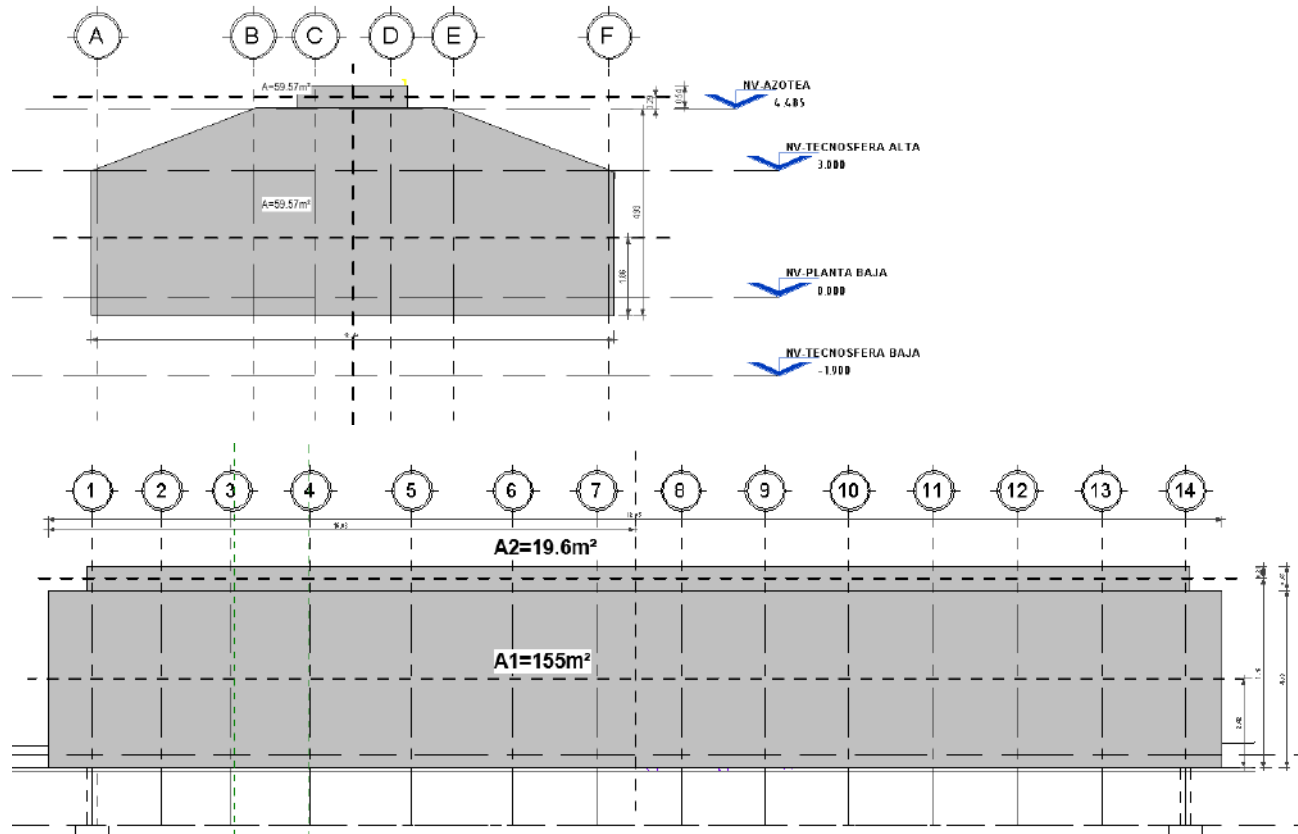
$$\frac{21}{1.59} = 13.20 \therefore 14 \#5$$

Separación

$$\frac{100}{14} = @7cm$$

Empuje de viento

Se propone una carga accidental de 250kg/m<sup>2</sup>



Carga sobre áreas expuestas:

Fachada

$$A1 = 59.57m^2 * 230kg = 13.7 T$$

$$A2 = 1.44m^2 * 230kg = 0.33 T$$

14.10 t

Laterales

$$A1 = 155m^2 * 230kg = 35.65 T$$

$$A2 = 19.6m^2 * 230kg = 4.50 T$$

$\Sigma$  de cargas = 39.15 t

Momento respecto a centroide

$$35.65 * 2.42 = 86.27tm$$

$$4.50 * 5.16 = 23.22tm$$

$\Sigma$  de momentos = 109.49 tm

Distancia de centroide  $\frac{109.49}{39.15} = 2.80$

Momento de volteo  $39.15 * 2.80 = 109.49$

Excentricidad

$$E = \frac{\Sigma \text{momentos}}{F_c}$$

$$E = \frac{39.15}{711.225}$$

$E = 0.055 < 2.03$  no falla por empujes de viento

Sismo.

Carga sísmica

$C_s = 10\%$  peso edificio

$$H = 4.93m * .75$$

$$H = 3.69m$$

Momento de volteo

$$C_s W = 0.10 * 711.225$$

$$C_s W = 71.122$$

$$M = 71.122t * 3.69m$$

$$M = 262.44tm$$

$$e_{x-x} = \frac{262.44}{711.225}$$

$$e_{x-x} = 0.368m$$

Losa 1 y 3

$$29.85 * 5.20$$

$$W = 155.7t$$

$$W_1 = \frac{l_2^4}{l_2^4 + l_1^4} \quad W_t = \frac{29.85^4}{29.85^4 + 5.20^4} = \frac{731.16}{731.16 + 793,921.1} = 0.99$$

$$W_2 = \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} \quad W_t = \frac{5.20^4}{5.20^4 + 29.85^4} = \frac{731.16}{731.16 + 793,921.1} = 9.20$$

$$w_1 = 0.99 + 0.99 = 2tm^2$$

$$w_2 = 9.20 + 0.99 = 10.19tm^2$$

Momentos

$$M_1 = \frac{W_1 l_1^2}{12} = \frac{2tm \cdot (5.20m)^2}{12} = 4.50tm$$

$$M_2 = \frac{W_2 l_2^2}{12} = \frac{10.19tm \cdot 29.85m^2}{12} = 756.62tm = 756,626kgm$$

$$\phi_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{f_y} \approx \frac{0.7 \sqrt{250}}{4200} = 0.002635 \Rightarrow 0.003$$

$$\therefore y = 0.003 \frac{4200}{250} = 0.05$$

Peralte:

$$d^2 = \frac{M}{0.9 \cdot 100 \cdot b \cdot f_y (1 - 0.59 \cdot f_y)} = d^2 = \frac{756,626}{0.9 \cdot 100 \cdot 300 \cdot 0.05 (1 - 0.59 \cdot 0.05)} = \frac{756,626}{1,310.175} = 577.50cm^2$$

$$\therefore d = \sqrt{577.5} = 24.03cm$$

$$h = d + r = 24.03cm + 5cm = 30cm$$

revisión por cortante:

$$V = \frac{W_1 \cdot l_1}{2} = \frac{0.99 \cdot 5.20}{2} = 2.574t$$

$$v = \frac{V}{bd} = \frac{2574kg}{30cm \cdot 100cm} = 0.58kg/cm < F_R \sqrt{f_c^*} \text{ no falla por cortante}$$

Obtención de áreas de acero:

$$A_{s1} = \phi b d = .003 \cdot 100 \cdot 30 = 9cm^2$$

Con Ø#4

$$\frac{9cm^2}{1.27cm} = 8 \text{ Ø \# 4@12}$$

$$A_{s2} = \phi b (d - 1\text{Ø}) = 0.003 \cdot 100 (30 - 1.27) = 8.61 \rightarrow 9cm^2$$

Con Ø#4

$$\frac{9cm^2}{1.27cm} = 8 \text{ Ø \# 4@12}$$

Contratrabe.

$$7.037+11.83=18.826$$

Momento máximo

$$M_{max} = \frac{Wl^2}{12} = \frac{18 \cdot 5.48^2}{12} = 45.04 \text{ tml}$$

Porcentaje de acero.

$$\phi_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} \approx \frac{0.7 \sqrt{250}}{4200} = 0.002635 \Rightarrow 0.003$$

$$\therefore y = 0.003 \frac{4200}{250} = 0.05$$

Peralte:

$$d^2 = \frac{M}{0.9 \cdot 50 \cdot b \cdot f_y (1 - 0.59 \cdot f_y)} = d^2 = \frac{45,045.6}{0.9 \cdot 30 \cdot 300 \cdot 0.05 (1 - 0.59 \cdot 0.05)} = \frac{45,045.6}{327.54} = 137.52 \text{ cm}^2$$

$$\therefore d = \sqrt{137.52 \text{ cm}^2} = 11.72 \text{ cm}$$

$$h = d + r = 11.72 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 16.72 \text{ cm por norma } b \cdot 2 = 60 \text{ cm}$$

cortante:

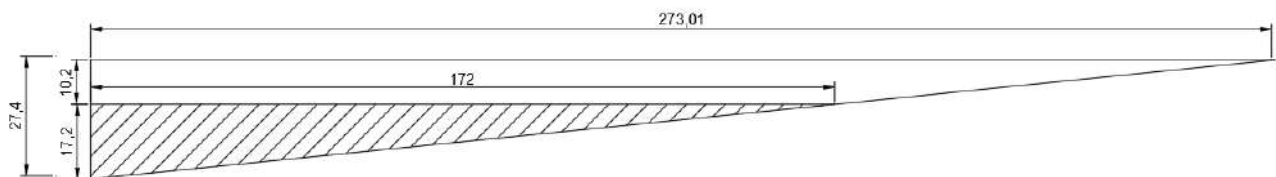
revisión por cortante:

$$V = \frac{W \cdot l}{2} = \frac{18 \cdot 5.48}{2} = 49.32 \text{ t}$$

$$v = \frac{V}{bd} = \frac{49,320 \text{ kg}}{30 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm}} = 27.4 \text{ kg/cm} > 0.7 \sqrt{f'_c} = 10.20 \text{ falla por cortante}$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f'_c} = 0.5 \cdot 0.8 \cdot 30 \cdot 60 \sqrt{212} = 10,483.3$$

Cálculo de excedente



$$\frac{273}{z} = \frac{27.4}{17.2} \therefore z = \frac{273 \cdot 17.2}{27.4} \cong 117.4 \text{ cm}$$

Con estribos del #3 = 0.71

$$t_d = 2 A_s (0.40 f_y) = 2 \cdot 0.7 (0.4 \cdot 2400) = 1,363.2 \text{ kg}$$

Estribos requeridos.

$$T_D = \frac{17.2 \cdot 172 \cdot 30}{2} = 44,376 \text{ kg}$$

Numero de estribos

$$E = \frac{T_D = 44,376}{t_d \ 1,363.2} = 32.55 \rightarrow 33E\#3$$

$$S = \frac{F_{RAV} f_y d}{V_v - V_{CR}} \leq \frac{F_{RAV} f_y}{3.5b}$$

$$S = \frac{F_{RAV} f_y d}{V_v - V_{CR}} = \frac{0.8 * 2 * 4200 * 60}{49,320 - 10,483.3} = \frac{403,200}{38,837} = 10.38 = 10$$

Áreas de acero

$$A_s = \phi b d = .003 * 30 * 60 = 5.4 \text{ cm}$$

Con #5

$$\frac{5.4}{1.99} = 2.71 = 4 \text{ min}$$

## A2 Presión útil:

$$\frac{160t}{53.7} = 2.98 \text{ tm}^2$$

Esfuerzo de cortante de penetración:

$$155.22 * 2.98 = 476 \approx 476,722.5 \text{ kgm}^2$$

Perímetro de transmisión de carga

$$[1.8 + 29.85]2 = 63.3 \text{ m} \approx 6,330 \text{ cm}$$

Cortante de penetración.

$$v = \frac{V}{b_o d} = \frac{476,722.5}{6,330 * 30} = 2.51 \text{ kgcm}^2$$

Cortante admisible

$$v_c = F_R \sqrt{f_c^*} = 0.70 \sqrt{0.8 * 250} = 11.31$$

no hay falla por cortante

$$\therefore h = d + r = 30 + 5 = 35 \text{ cm}$$

Porcentaje mínimo de acero

$$\phi_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{f_y} \approx \frac{0.7 \sqrt{250}}{4200} = 0.002635$$

$$\therefore A_s = \phi b d = 0.007 * 100 * 30 = 21 \text{ cm}$$

Con varillas de #5  $\phi 15.9 \text{ mm}$

$$\frac{21}{1.59} = 13.20 \therefore 14 \#5$$

Separación

$$\frac{100}{14} = @7cm$$

Losa 2

$$29.85m * 1.8m$$

$$W=160t$$

$$W_1 = \frac{l_2^4}{l_2^4 + l_1^4} \quad W_t = \frac{29.85^4}{29.85^4 + 1.8^4} = \frac{793,921}{793,921 + 10.49} = 0.99$$

$$W_2 = \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} \quad W_t = \frac{1.8^4}{1.8^4 + 29.85^4} = \frac{10.49}{10.49 + 793,921} = 0.0000132$$

$$w_1 = 0.99 + 0.99 = 2tm^2$$

$$w_2 = .00 + 0.99 = 0.99tm^2$$

Momentos

$$M_1 = \frac{W_1 l_1^2}{12} = \frac{2tm * (1.8m)^2}{12} = 0.54tm$$

$$M_2 = \frac{W_2 l_2^2}{12} = \frac{0.99tm * (29.85m)^2}{12} = 73.50tm = 73,509.3kgm$$

$$\phi_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} \approx \frac{0.7 \sqrt{250}}{4200} = 0.002635 \Rightarrow 0.003$$

$$\therefore y = 0.003 \frac{4200}{250} = 0.05$$

Peralte:

$$d^2 = \frac{M}{0.9 * 100 * b * f_y (1 - 0.59 * f_y)} = d^2 = \frac{73,509.3}{0.9 * 100 * 300 * 0.05 (1 - 0.59 * 0.05)} = \frac{73,509.3}{1,310.175} = 56.10cm^2$$

$$\therefore d = \sqrt{577.5} = 7.49cm$$

$$h = d + r = 8cm + 5cm = 15cm$$

revisión por cortante:

$$V = \frac{W_1 * l_1}{2} = \frac{0.99 * 1.8}{2} = 0.891t$$

$$v = \frac{V}{bd} = \frac{891kg}{30cm * 100cm} = 0.297kg/cm < F_R \sqrt{f'_c} = 11.31 \text{ no falla por cortante}$$

Obtención de áreas de acero:

$$A_{s1} = \phi bd = .003 * 100 * 15 = 4.5cm^2$$

Con Ø#4

$$\frac{4.5cm^2}{1.27cm} = 4\text{Ø} \# 4@12$$

$$A_{s2} = \phi b(d - 1\text{Ø}) = 0.003 * 100(15 - 1.27) = 4.1 \rightarrow 5cm^2$$



Con Ø#4

$$\frac{5cm^2}{1.27cm} = 4 \text{ Ø # 4@12}$$

Contratrabe.

$$W=13.95$$

Momento máximo

$$M_{max} = \frac{Wl^2}{12} = \frac{13.95 \cdot 5.48^2}{12} = 34.91 \text{ tml}$$

Porcentaje de acero.

$$\phi_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} \approx \frac{0.7 \sqrt{250}}{4200} = 0.002635 \Rightarrow 0.003$$

$$\therefore y = 0.003 \frac{4200}{250} = 0.05$$

Peralte:

$$d^2 = \frac{M}{0.9 \cdot 50 \cdot b \cdot f_y (1 - 0.59 \cdot f_y)} = d^2 = \frac{34,910.3}{0.9 \cdot 30 \cdot 300 \cdot 0.05 (1 - 0.59 \cdot 0.05)} = \frac{34,910.3}{393.05} = 88.81 \text{ cm}^2$$

$$\therefore d = \sqrt{88.81 \text{ cm}^2} = 9.42 \text{ cm}$$

$$h = d + r = 9.42 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 14.42 \text{ cm por norma } b \cdot 2 = 60 \text{ cm}$$

cortante:

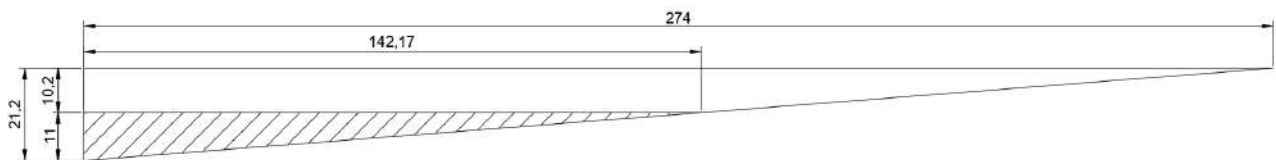
revisión por cortante:

$$V = \frac{W \cdot l}{2} = \frac{13.95 \cdot 5.48}{2} = 38.22 \text{ t}$$

$$v = \frac{V}{bd} = \frac{38,223 \text{ kg}}{30 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm}} = 21.2 \text{ kg/cm} > 0.7 \sqrt{f'_c} = 10.20 \text{ falla por cortante}$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f'_c} = 0.5 \cdot 0.8 \cdot 30 \cdot 60 \sqrt{212} = 10,483.3$$

Calculo de excedente



$$\frac{274}{z} = \frac{21.2}{11} \therefore z = \frac{274 \cdot 11}{21.2} \cong 142.16 \text{ cm}$$

Con estribos del #3 = 0.71

$$t_d = 2A_s (0.40 f_y) = 2 \cdot 0.71 (0.4 \cdot 2400) = 1,363.2 \text{ kg}$$

Estribos requeridos.

$$T_D = \frac{11 \cdot 142.16 \cdot 30}{2} = 23,456.4 \text{ kg}$$

Numero de estribos

$$E = \frac{T_D = 23,456}{t_d \cdot 1,363.2} = 17.2 \rightarrow 18 \text{E\#3}$$

$$S = \frac{F_{RA} V f_y d}{V_p - V_{CR}} \leq \frac{F_{RA} V f_y}{3.5 b}$$

$$S = \frac{F_{RA} V f_y d}{V_p - V_{CR}} = \frac{0.8 \cdot 2 \cdot 4200 \cdot 60}{38,223 - 10,483.3} = \frac{403,200}{38,837} = 14.5 = 15 \text{ cm}$$

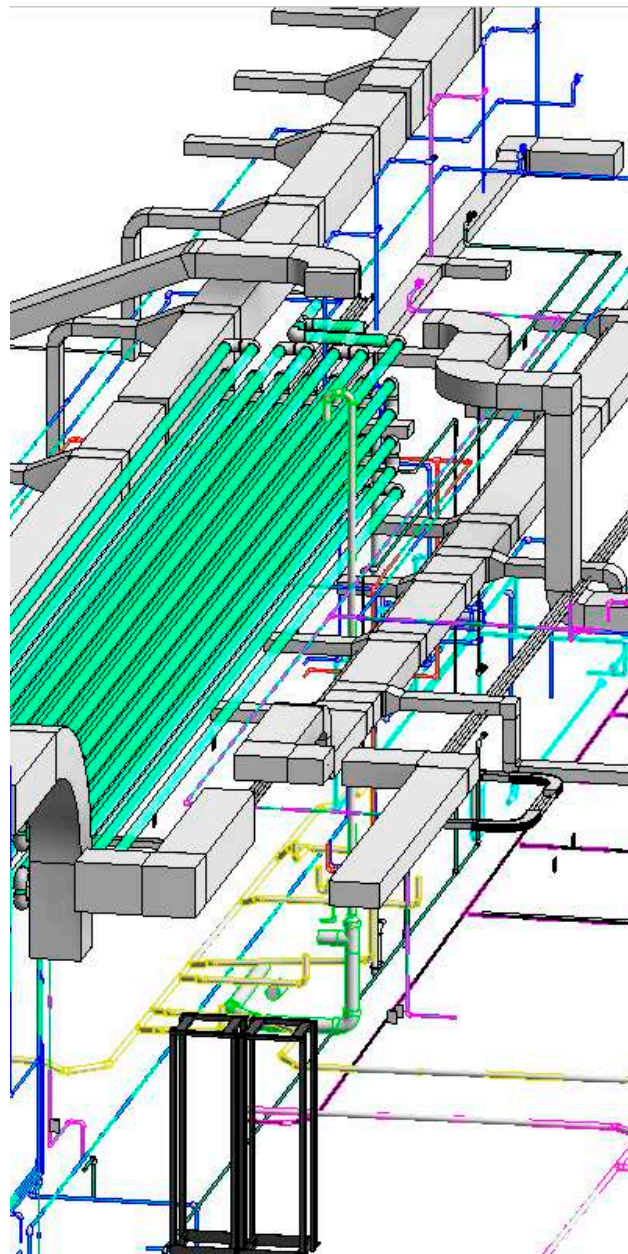
Áreas de acero

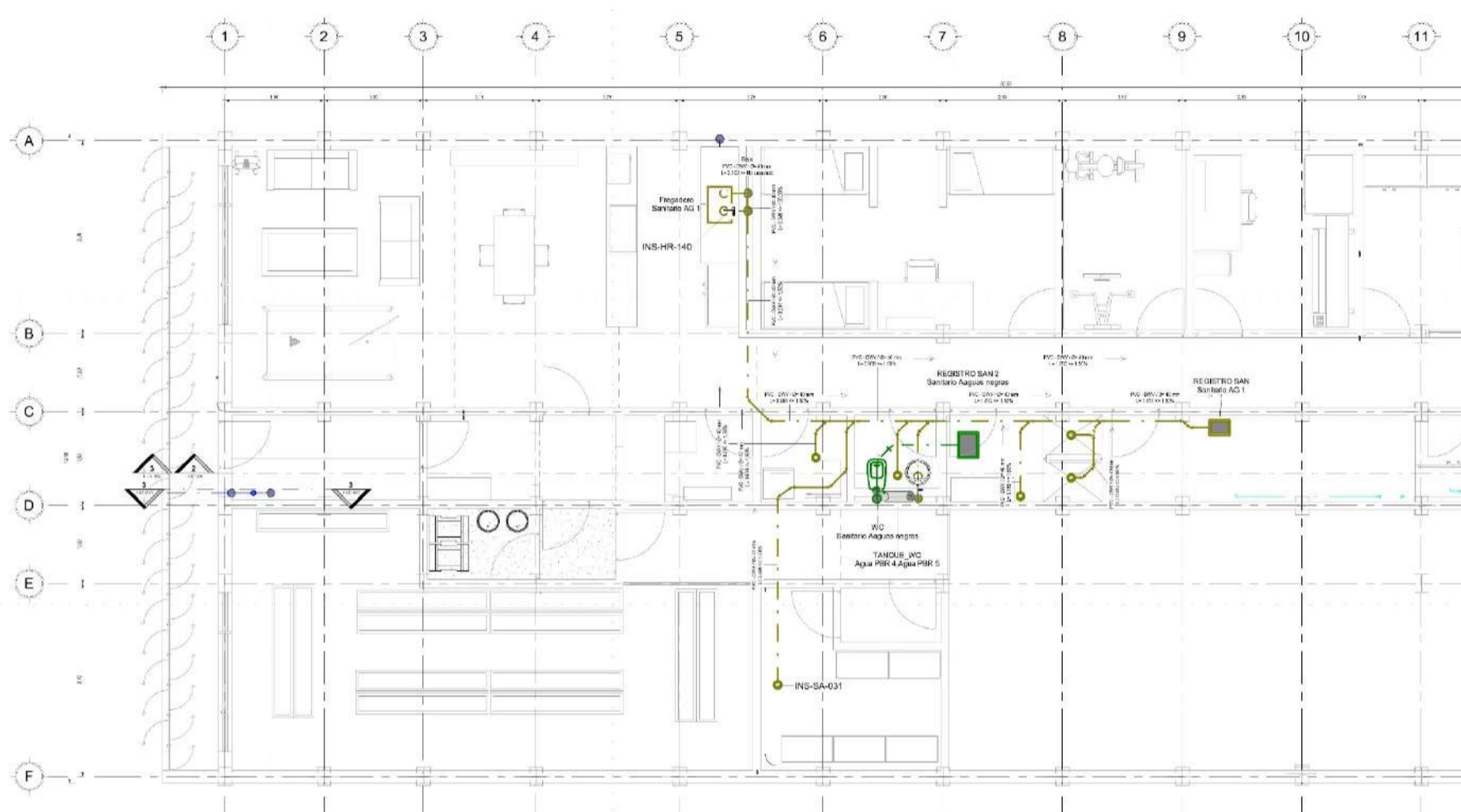
$$A_s = \phi b d = .003 \cdot 30 \cdot 60 = 5.4 \text{ cm}$$

Con #5

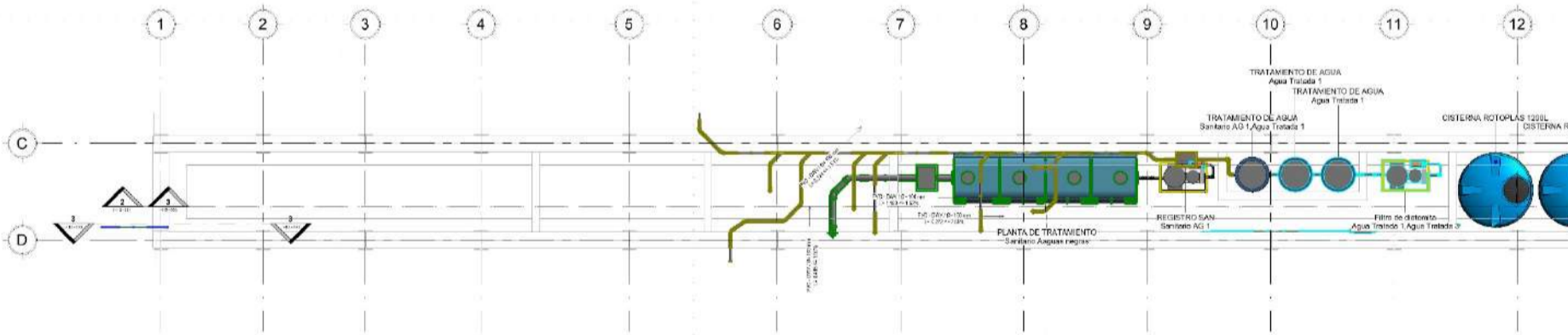
$$\frac{5.4}{1.99} = 2.71 = 4 \text{ min}$$

# CAPITULO X: PROTOTIPO – PROYECTO EJECUTIVO SISTEMAS HIDROSANITARIOS





**2 ANG-PLANTA BAJA**  
ESC: 1:50



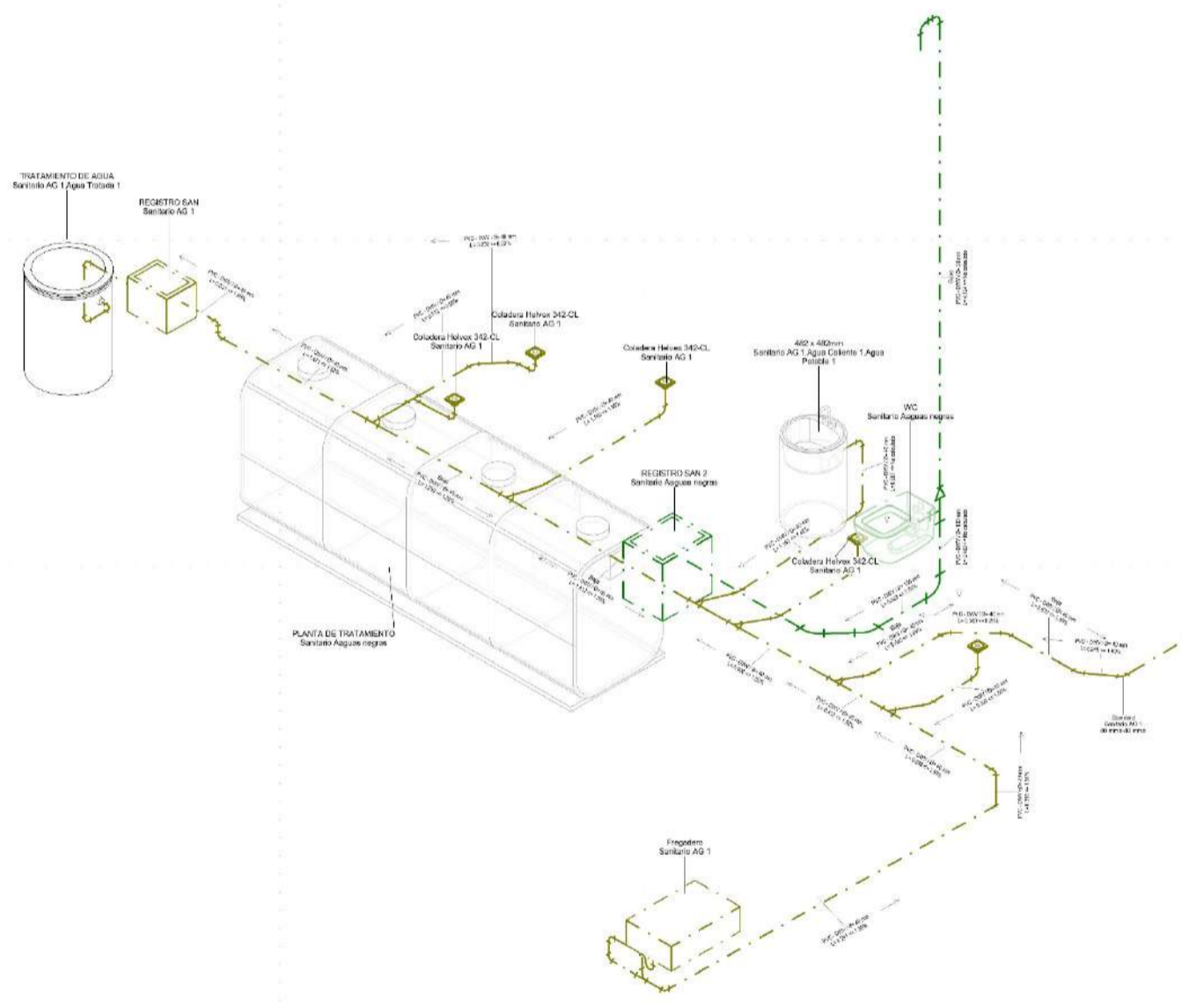
**1 ANG-TECNOSFERA BAJA**  
ESC: 1:50

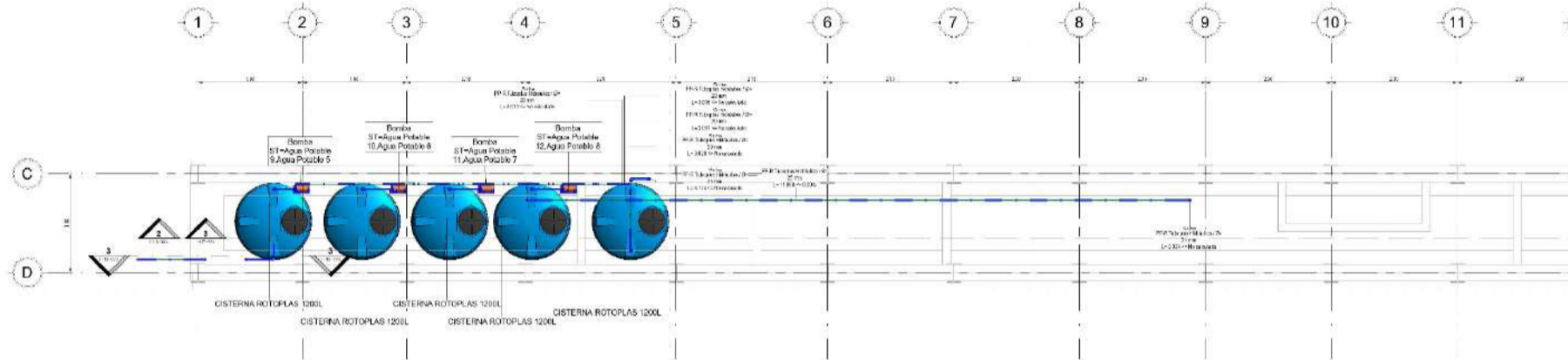
IHS- Tuberías			
Nota clave	Tipo	Tamaño	Longitud
1S-4-021	Tubo	22 x 116	42.77
1S-4-022	PPR 110x100 H32/100	11 x 116	26.75
1S-4-023	PPR 110x100 H32/100	22 x 116	35.04
1S-4-024	PPR 110x100 H32/100	22 x 116	9.23
1S-4-025	PPR 110x100 H32/100	32 x 116	1.93
1S-4-026	PPR 110x100 H32/100	50 x 116	2.02
1S-4-027	PVC-DN4	25 x 116	1.38
1S-4-028	PVC-DN4	42 x 116	6.82
1S-4-029	PVC-DN4	50 x 116	4.29
1S-4-030	PVC-DN4	100 x 116	2.12
4A-031	ACN-UD0	32 x 116	2.14
4A-032	ACN-UD0	50 x 116	2.02
4A-033	ACN-UD0	60 x 116	4.56

D:\RESOLUTIVOS\PROTOTIPOS PROTOTIPO.M

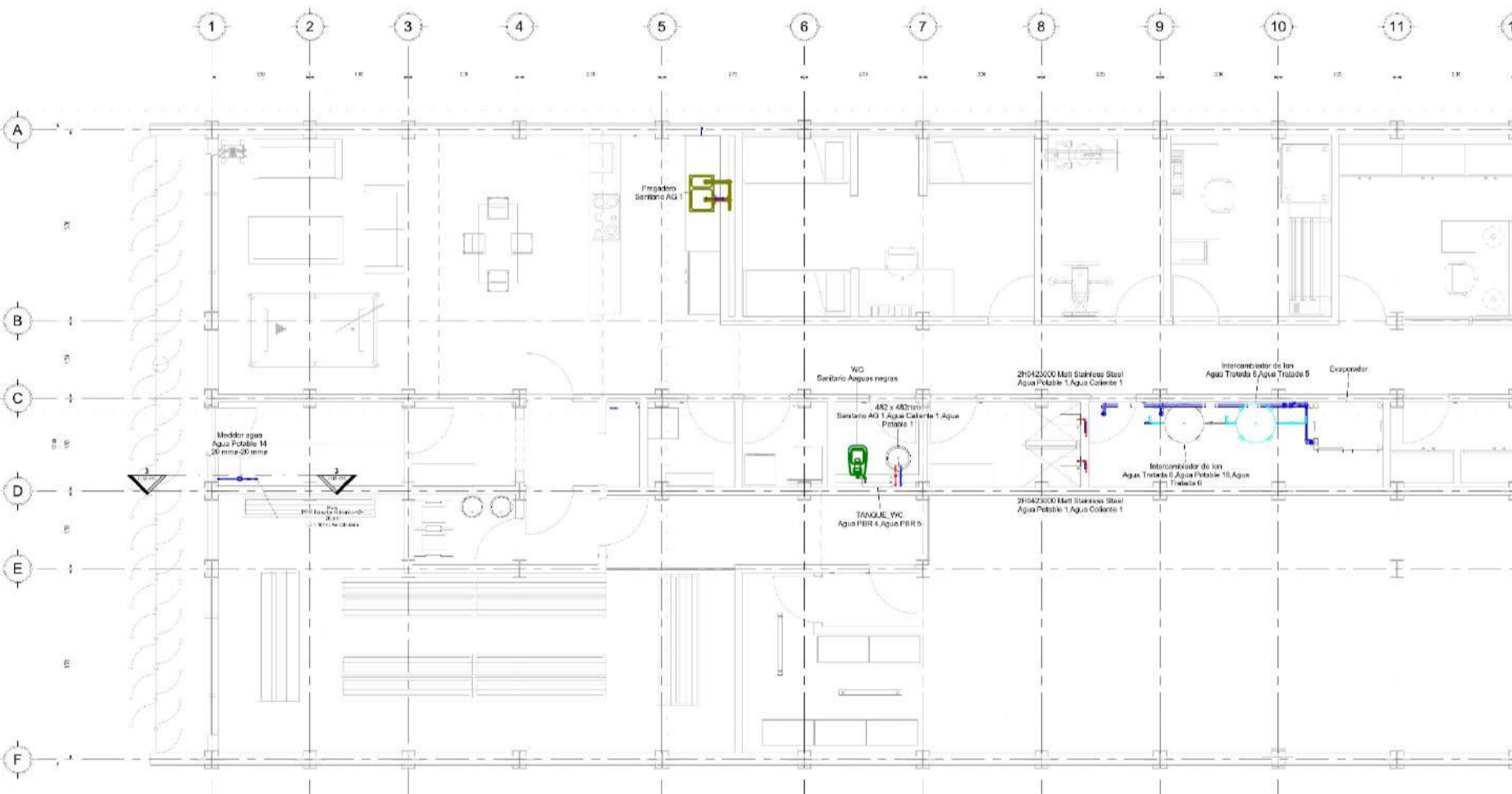
V. ARQ-150

VERSION 2





**1 AP-TECNOSFERA BAJA**  
ESC: 1:50

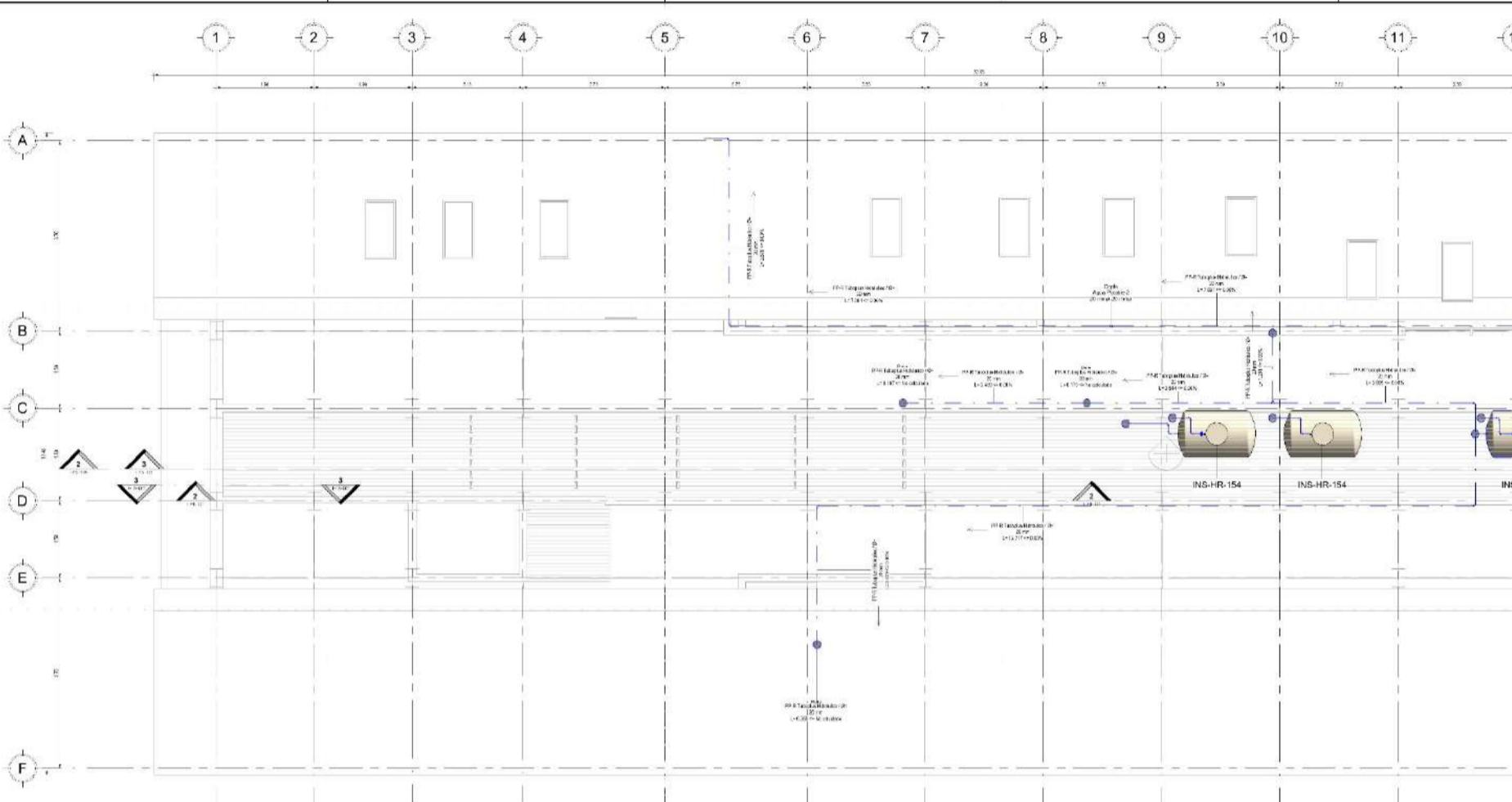


**2 AP-PLANTA BAJA**  
ESC: 1:50

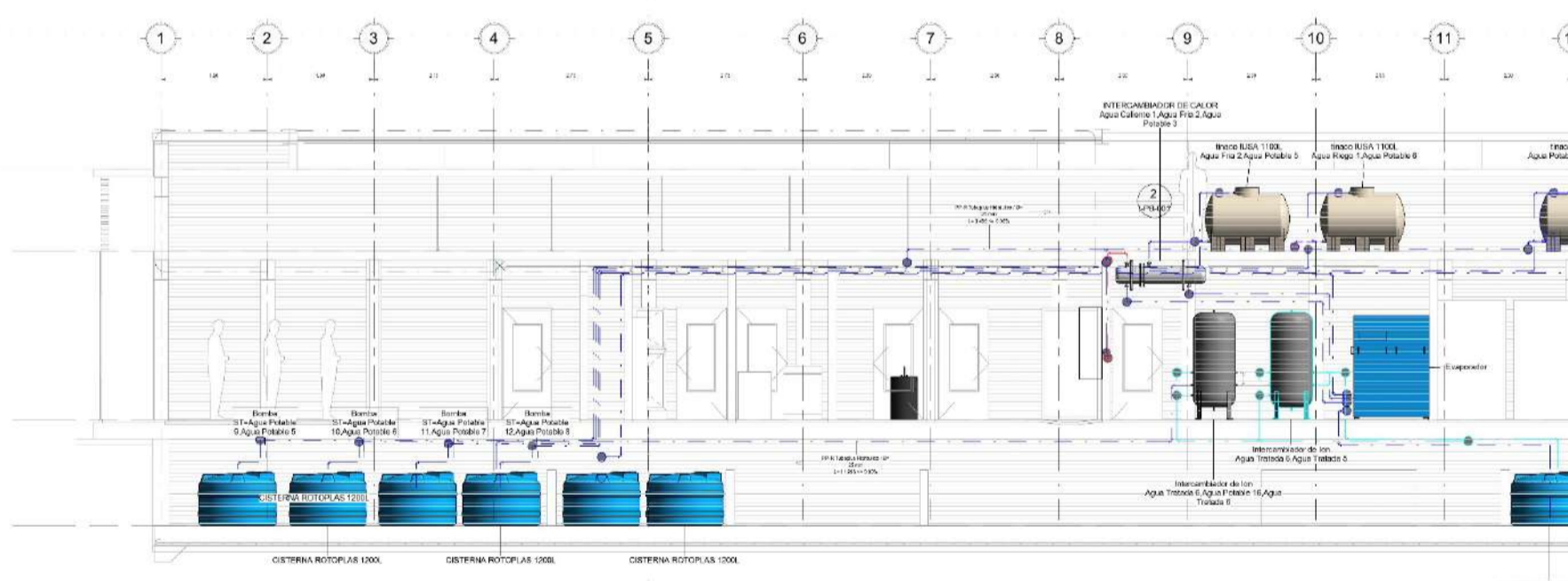
D:\ESQUELANTES\PROTOTIPOS PROTOTIPO.ME

V. ARQ-150

VERSION 2



**1 AP-TECNOSFERA ALTA**  
 ESC: 1 : 50



**2 Corte Long AP**  
 ESC: 1 : 50

D:\ESQUELANTES\PROTOTIPOS PROTIPO N°

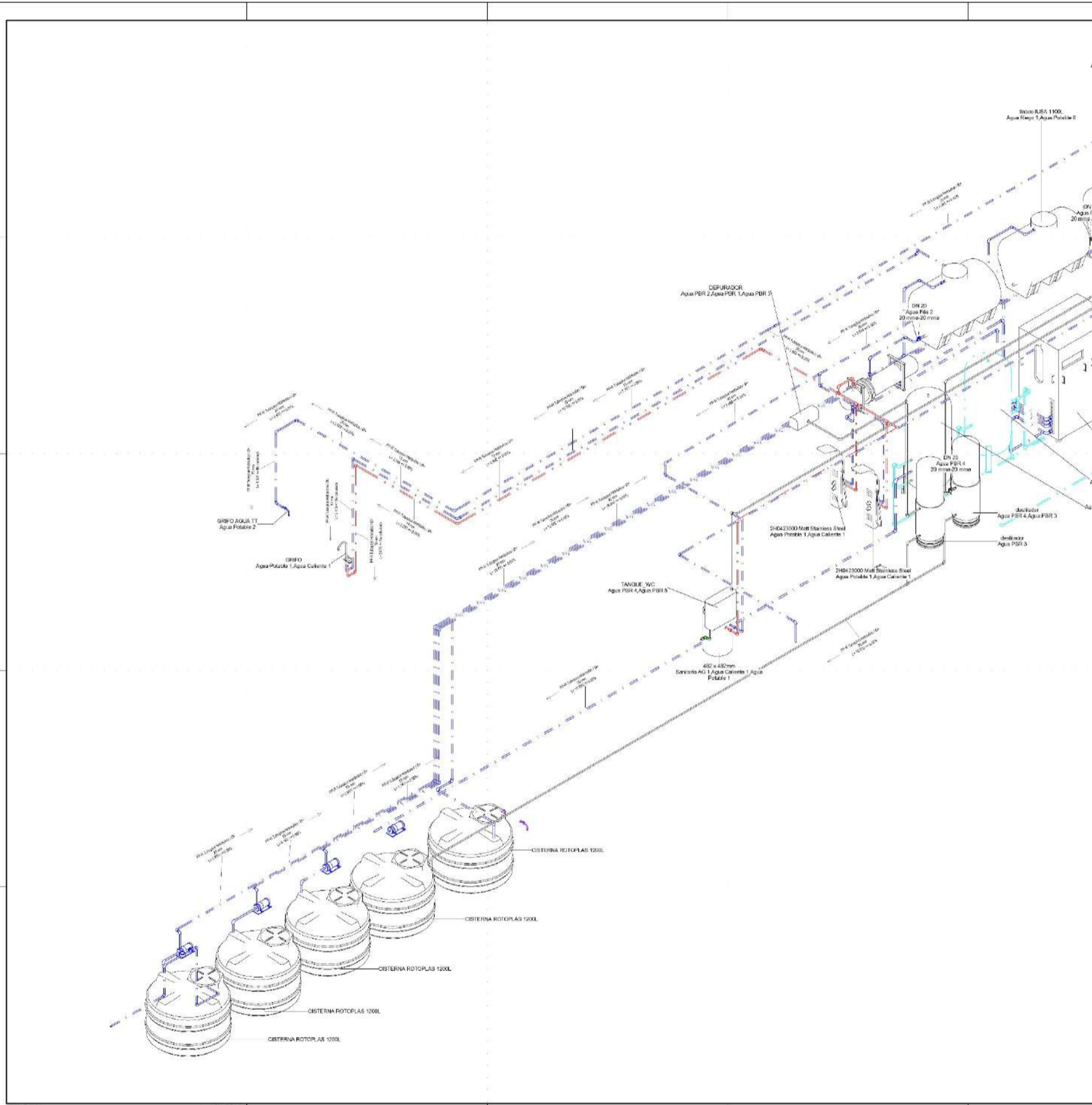
V. ARQ-150

VERSION 2

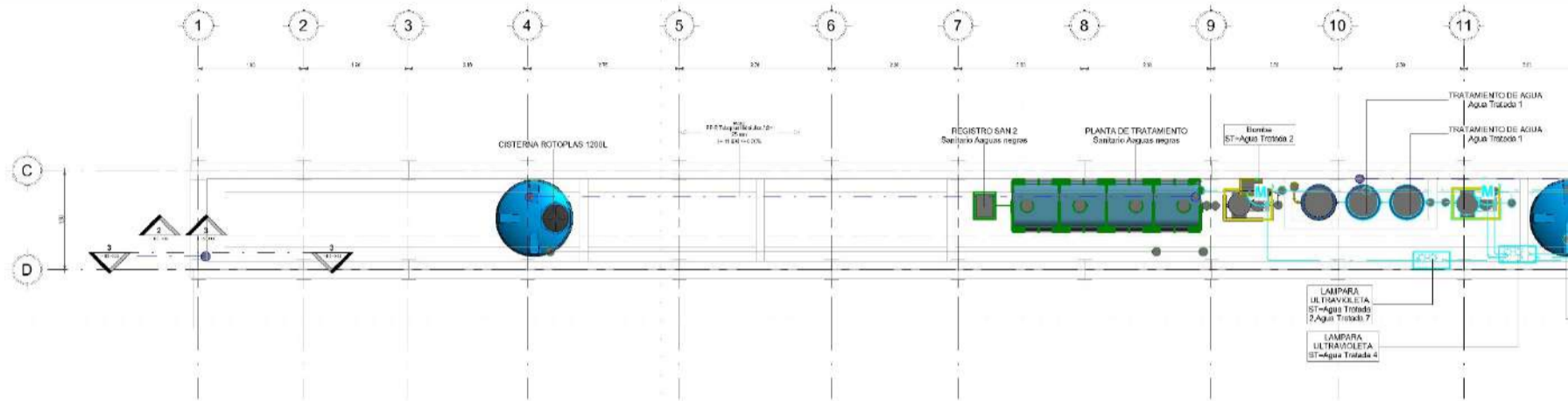
D:\ESQUELANTES\PROTOTIPOS PROTOTIPO.MXD

V. ARQ.3-150

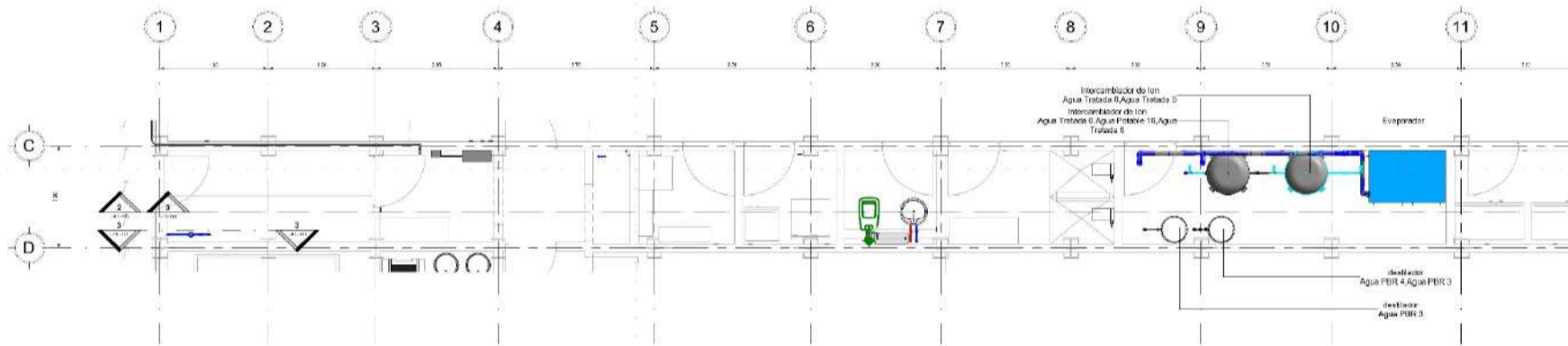
VERSION 2



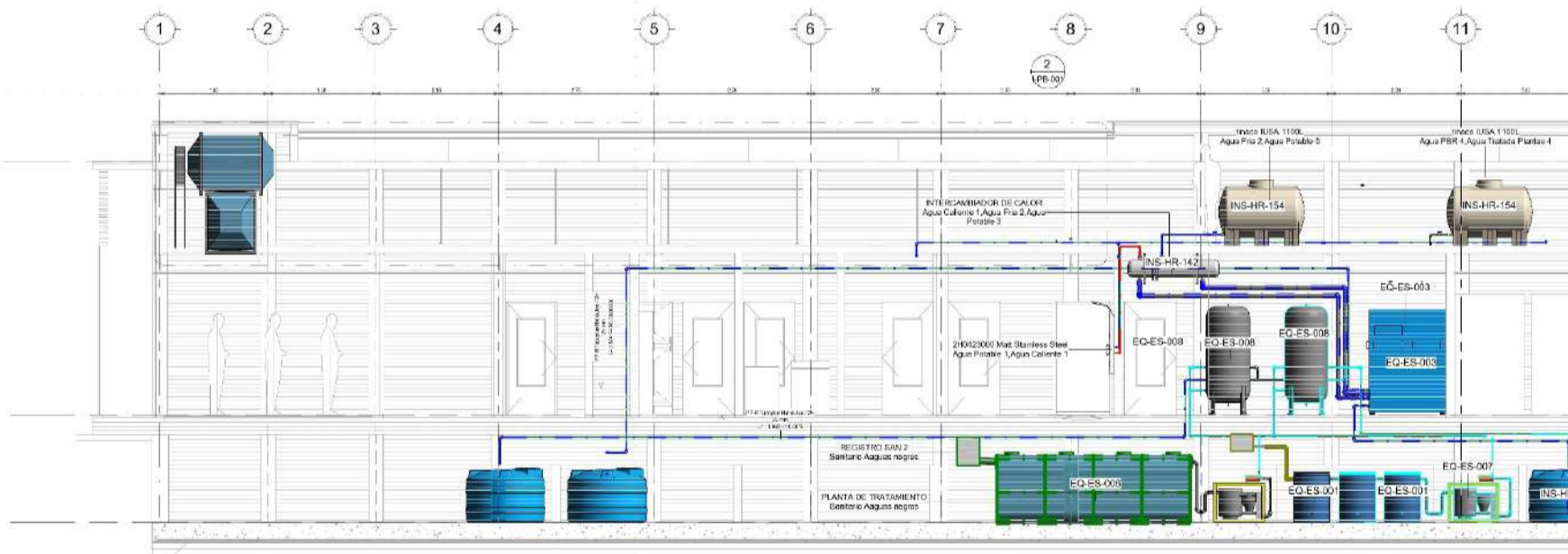




**1 AP-TECNOSFERA BAJA AGUA TRATADA**  
ESC: 1 : 50



**2 AP-PLANTA BAJA AGUA TRATADA**  
ESC: 1 : 50

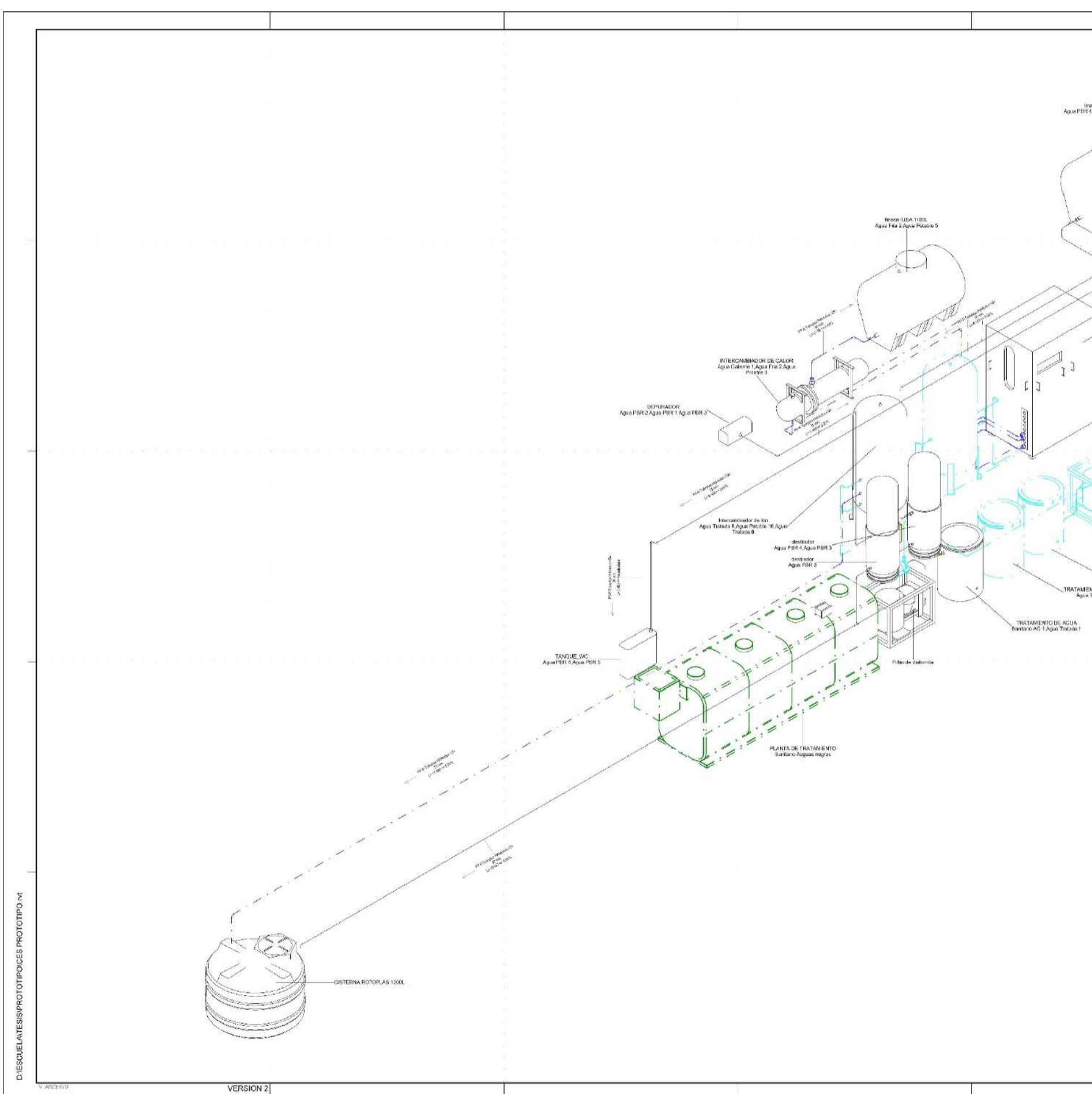


**3 Corte long AP y Tratamiento**  
ESC: 1 : 50

D:\ESQUELANTES\PROTOTIPOS PROTOTIPO N°

V. ARJ-150

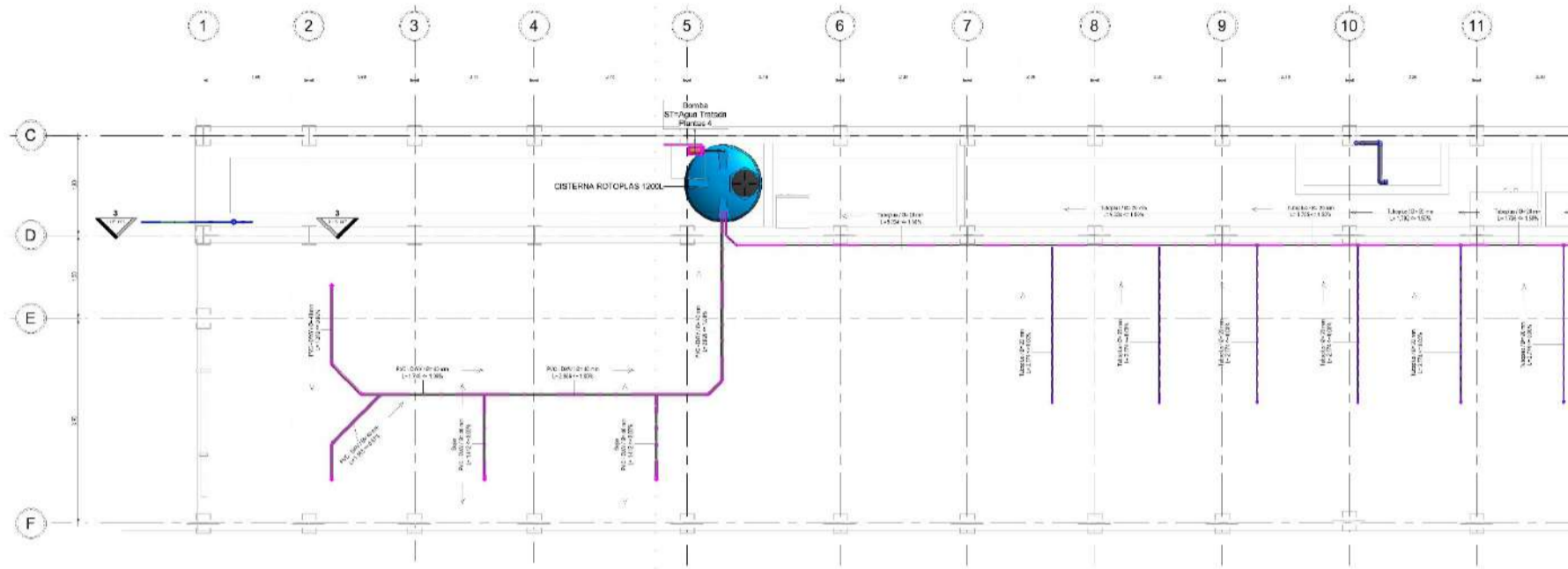
VERSION 2



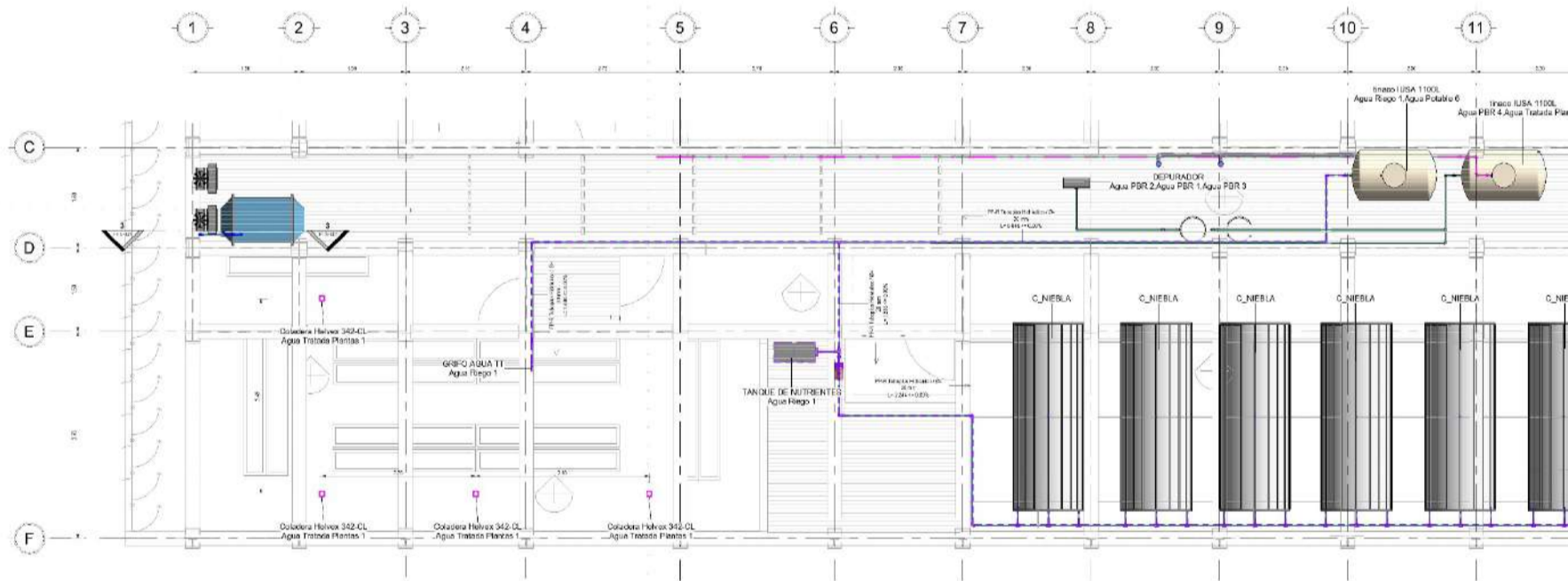
DISEÑOS DE PROTOTIPOS PROTOTIPOS

V. ARD. 150

VERSION 2



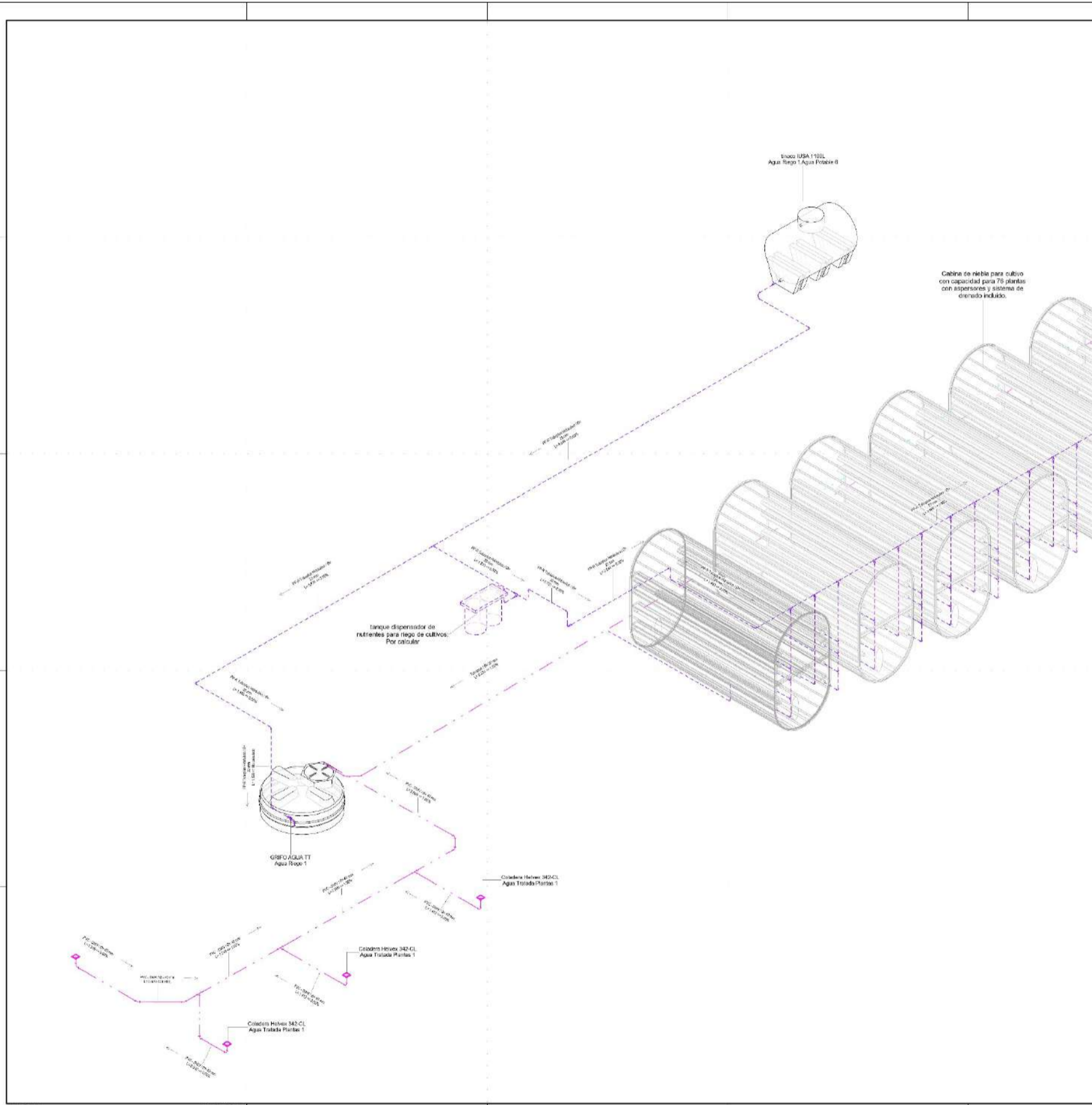
**1 AR-TECNOSFERA BAJA**  
ESC: 1:50



**3 AR-TECNOSFERA ALTA**  
ESC: 1:50

Cabinas de niebla para cultivo con capacidad para 75 plantas con aspersores y sistema de drenado incluido.

DISEÑOS DE PROTOTIPOS



VERSION 2

## 10.1 Memoria descriptiva

El proyecto a realizar cuenta con 3 áreas distintas de las cuales 2 requieren abastecimiento de agua y saneamiento. Tales áreas son:

Habitad: la cual necesita ser abastecida de agua potable, para consumo e higiene.

Exosfera: la cual tiene que ser abastecida con agua potable(peceras) y agua de riego para cultivos y colectores botánicos.

Tecnosfera: esta área no necesita ser abastecida de agua debido a que en esta aérea se encontraran los equipos de bombeo, almacenaje y tratamiento de agua para abastecer correctamente el resto de áreas.

Materiales:

Para tuberías se utilizarán materiales comerciales económicos.

PVC. Para instalaciones de agua sanitaria y aguas grises.

CPVC. Para sistemas de riego

PP-R. Para instalaciones de agua potable. Agua fría y agua caliente.

Las cisternas y tinacos serán prefabricados

## 10.2 Memoria de calculo

Cálculo de agua potable

El prototipo entra en la categoría de vivienda mayor de 90m<sup>2</sup> construidos lo cual necesita una dotación de 200 L/hab/Dia.

$$DT = 200ld * 6h = 1200ld$$

$$\underline{DT = 1200ld}$$

Donde:

$$DT = Demanda total$$

ld = Litros por día.

h = usuarios.

La demanda total es de 1200 litros al día, de los cuales mínimo tenemos que reutilizar 159 L al día.

De fallar el sistema se debe contar con un respaldo de 6 días de agua.

$$RA = 1200l * 6$$

RA = 7200l de reserva.

Cálculo de bombas

$$hp = \frac{Q * Hm}{75 * n}$$

Cálculo de Ramales.

Para esto utilizaremos el método de D Hunter

Mueble	U.M	Cantidad	Total
Lavamanos	2	1	2
Tarja	2	1	2
Regadera	2	2	4
WC	4	1	4
Lavadora	3	1	3
			17um

Diámetro nominal	Unidades muebles permitidas horizontalmente.
1 1/2" (40mm)	3
2" (50mm)	6
2 1/2" (65mm)	12
3" (80mm)	20
4" (100mm)	160

Cálculo de pérdidas

$$V = \frac{1.486}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V= Velocidad media del agua en m/s.

n= Coeficiente de pendiente de la rugosidad.

R= Radio Hidráulico.

S= Pendiente de la línea de agua en m/m.

PVC

$$V = \frac{1.486}{.009} * 20^{.67} * 1.5^{.5}$$

CPVC

$$V = \frac{1.486}{.009} * 20^{.67} * 1.5^{.5}$$

## **Sistema de tratamiento de aguas**

El sistema de recuperación y tratamiento de aguas propuesto está compuesto por un sistema de colectores de dos tipos de aguas, (Negras y Grises) las cuales debido a su naturaleza llevaran procesos de tratamiento distintos.

El sistema propuesto para el tratamiento de aguas negras está conformado por una planta de tratamiento anaerobia, lamparas ultravioleta. seguida por filtros de diatomita sistema de almacenaje y bombeo y un evaporador.

El sistema de aguas grises está conformado por filtros de graba, arena, carbón sólido, y carbón activado, lamparas ultravioleta. seguido de filtros de diatomita, sistemas de almacenaje y bombeo, y finalmente un intercambiador iónico de resina de doble tanque con sistema de retorno.

El sistema debe de cumplir con lo establecido con las normas:

NOM-127-SSA1-1994 Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano.

NOM-003-ECOL-1997 Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen.

Cada paso del proceso de tratamiento deberá verificarse para su correcto calculo y diseño, el diseño mostrado en el proyecto es meramente esquemático.

Para verificarse el correcto funcionamiento de la instalación deberán tomarse muestras en cada paso del proceso de tratamiento y purificación para lograr lo establecido en la NOM-127-SSA1-1994. En las tablas 1,2,3 y 4.

**Tabla 11 Contenido de organismos**

<b>Característica</b>	<b>Limite permisible</b>
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

**Tabla 12 Límites permisibles de características físicas y organolépticas**

<b>Característica</b>	<b>Limite permisible</b>
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

**Tabla 13 Contenido de constituyentes químicos**

<b>Característica</b>	<b>Limite permisible</b>
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros como (CL-)	250.00
Cobre	2
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15



Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> =)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

**Tabla 14 Constituyentes radiactivos**

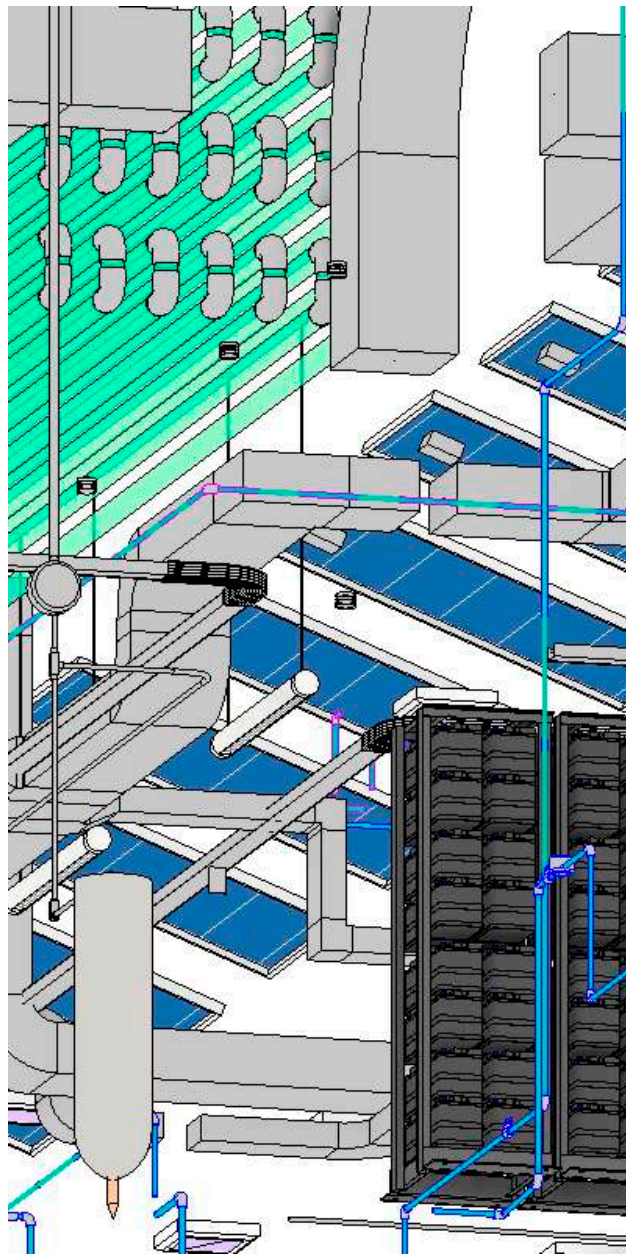
<b>Característica</b>	<b>Limite permisible</b>
<i>Radiactividad alfa global</i>	0.1
<i>Radiactividad beta global</i>	1.0

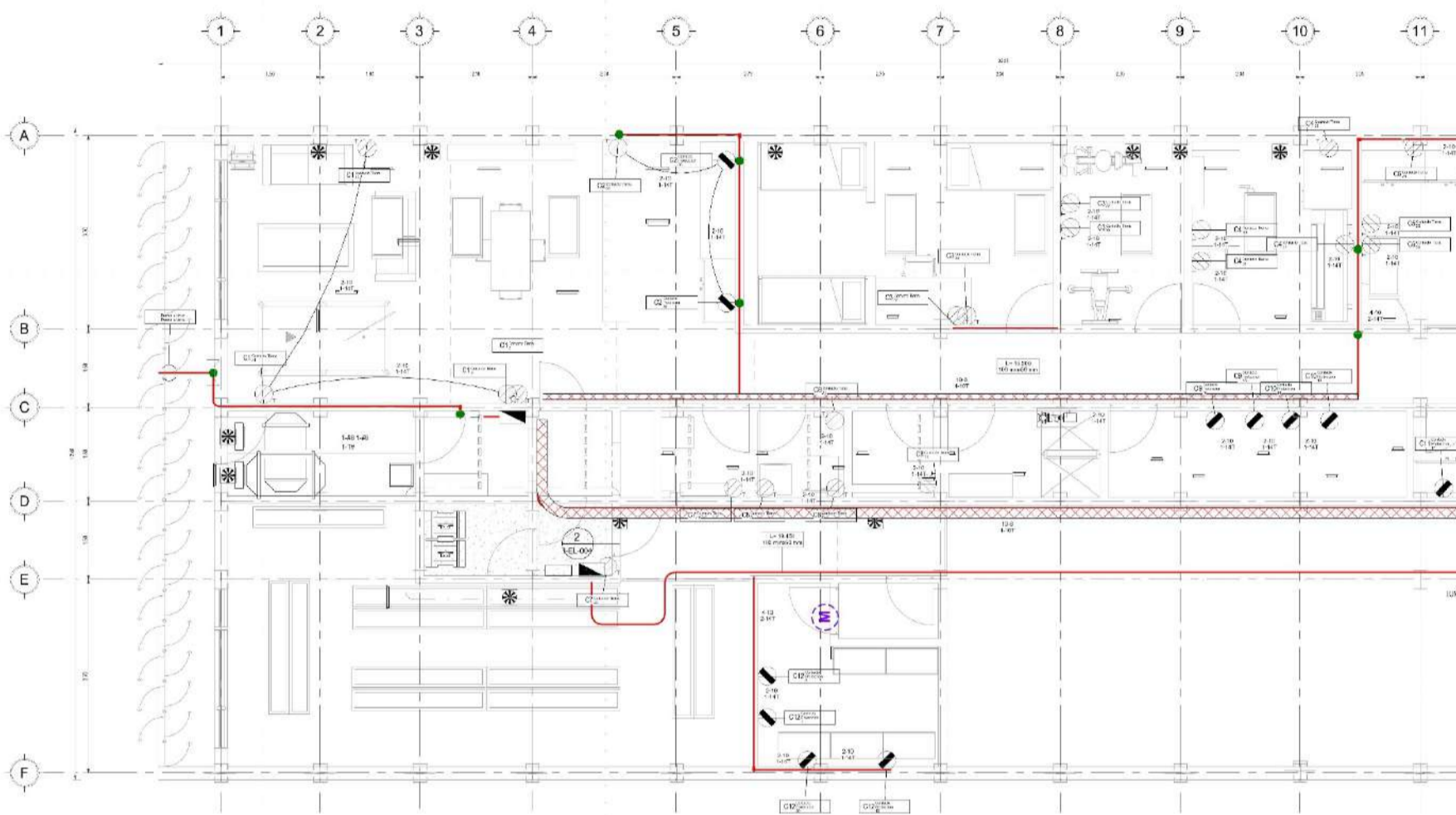
El formato para el muestreo será el descrito en la PROY-NMX-AA-003/3-SCFI-2008 (COTEMARNAT, 2017).

**Reporte - Muestreo de aguas de desecho domésticas e industriales**

<i>Localidad (es):</i>			
<i>Nombre(s) del Código:</i>			
<i>Método de muestreo:</i>	<i>de</i>	<i>Puntual. ....</i>	
		<i>Compuesta por tiempo.....</i>	
		<i>Compuesta por flujo.....</i>	
		<i>Equipo usado.....</i>	
<i>Intervalo o flujo entre muestras..... min o m<sup>3</sup></i>			
<i>Volumen de las muestras puntuales..... mL</i>			
<i>Inicio del muestreo..... (fecha y hora)</i>			
<i>Término del muestreo..... (fecha y hora)</i>			
<i>Método de preservación:</i>			
<i>Mediciones de campo:</i>			
<i>Prueba</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>	<i>Tiempo</i>
<i>Procedimientos de control de calidad:</i>			
<i>Comentarios sobre el muestreo:</i>			
<i>Nombre, fecha y firma:</i>			

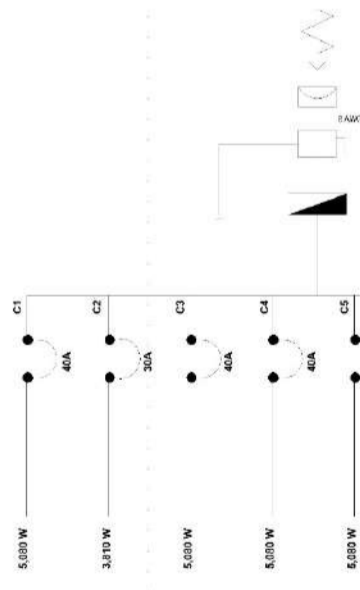
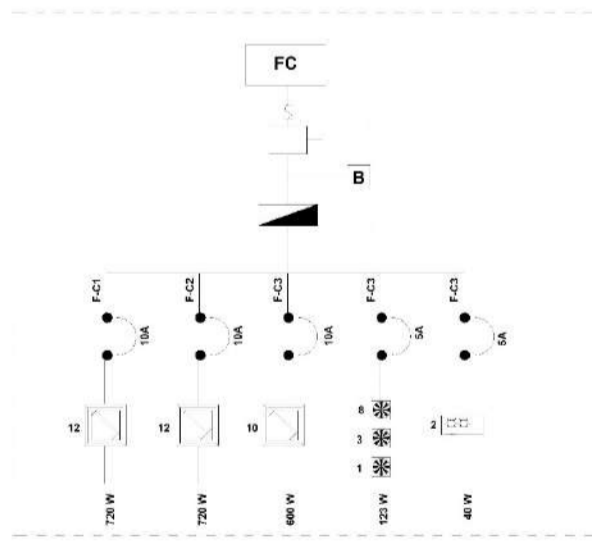
# CAPITULO XI: PROTOTIPO – PROYECTO EJECUTIVO INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN





**1 ST-PLANTA BAJA ELECTRICO**  
 ESC: 1 : 50

**? DIAGRAMA UNIFILAR**  
 ESC: 1 : 25

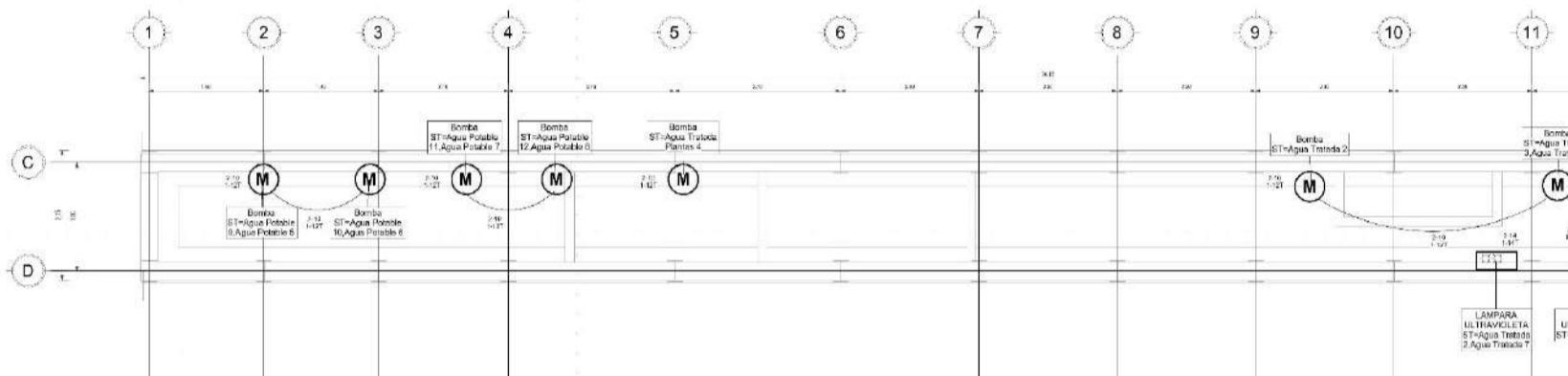


Circuito	Tipo	WATTS	Recuento	Circuito	WATTS	Recuento
C1	Ilum.	270 W	4	C10	5,000 W	1
C2	Ilum.	270 W	4	C11	5,000 W	1
C3	Ilum.	270 W	1	C12	5,000 W	1
C4	Ilum.	270 W	4	C13	2,032 W	1
C5	Ilum.	270 W	4	C14	2,032 W	1
C6	Ilum.	40 W	2	C15	2,032 W	1
C7	Ilum.	270 W	4			
C8	Ilum.	270 W	4			
C9	Ilum.	270 W	4			
C10	Ilum.	270 W	4			
C11	Ilum.	270 W	4			
C12	Ilum.	270 W	4			
C13	Ilum.	270 W	4			
C14	Ilum.	270 W	4			
C15	Ilum.	270 W	4			
C16	Ilum.	270 W	4			
C17	Ilum.	270 W	4			
C18	Ilum.	270 W	4			
C19	Ilum.	270 W	4			
C20	Ilum.	270 W	4			
C21	Ilum.	270 W	4			
C22	Ilum.	270 W	4			
C23	Ilum.	270 W	4			
C24	Ilum.	270 W	4			
C25	Ilum.	270 W	4			
C26	Ilum.	270 W	4			
C27	Ilum.	270 W	4			
C28	Ilum.	270 W	4			
C29	Ilum.	270 W	4			
C30	Ilum.	270 W	4			
C31	Ilum.	270 W	4			
C32	Ilum.	270 W	4			
C33	Ilum.	270 W	4			
C34	Ilum.	270 W	4			
C35	Ilum.	270 W	4			
C36	Ilum.	270 W	4			
C37	Ilum.	270 W	4			
C38	Ilum.	270 W	4			
C39	Ilum.	270 W	4			
C40	Ilum.	270 W	4			
C41	Ilum.	270 W	4			
C42	Ilum.	270 W	4			
C43	Ilum.	270 W	4			
C44	Ilum.	270 W	4			
C45	Ilum.	270 W	4			
C46	Ilum.	270 W	4			
C47	Ilum.	270 W	4			
C48	Ilum.	270 W	4			
C49	Ilum.	270 W	4			
C50	Ilum.	270 W	4			
C51	Ilum.	270 W	4			
C52	Ilum.	270 W	4			
C53	Ilum.	270 W	4			
C54	Ilum.	270 W	4			
C55	Ilum.	270 W	4			
C56	Ilum.	270 W	4			
C57	Ilum.	270 W	4			
C58	Ilum.	270 W	4			
C59	Ilum.	270 W	4			
C60	Ilum.	270 W	4			
C61	Ilum.	270 W	4			
C62	Ilum.	270 W	4			
C63	Ilum.	270 W	4			
C64	Ilum.	270 W	4			
C65	Ilum.	270 W	4			
C66	Ilum.	270 W	4			
C67	Ilum.	270 W	4			
C68	Ilum.	270 W	4			
C69	Ilum.	270 W	4			
C70	Ilum.	270 W	4			
C71	Ilum.	270 W	4			
C72	Ilum.	270 W	4			
C73	Ilum.	270 W	4			
C74	Ilum.	270 W	4			
C75	Ilum.	270 W	4			
C76	Ilum.	270 W	4			
C77	Ilum.	270 W	4			
C78	Ilum.	270 W	4			
C79	Ilum.	270 W	4			
C80	Ilum.	270 W	4			
C81	Ilum.	270 W	4			
C82	Ilum.	270 W	4			
C83	Ilum.	270 W	4			
C84	Ilum.	270 W	4			
C85	Ilum.	270 W	4			
C86	Ilum.	270 W	4			
C87	Ilum.	270 W	4			
C88	Ilum.	270 W	4			
C89	Ilum.	270 W	4			
C90	Ilum.	270 W	4			
C91	Ilum.	270 W	4			
C92	Ilum.	270 W	4			
C93	Ilum.	270 W	4			
C94	Ilum.	270 W	4			
C95	Ilum.	270 W	4			
C96	Ilum.	270 W	4			
C97	Ilum.	270 W	4			
C98	Ilum.	270 W	4			
C99	Ilum.	270 W	4			
C100	Ilum.	270 W	4			

D:\RESOLUTORES\PROTOTIPOS PROTIPO.M

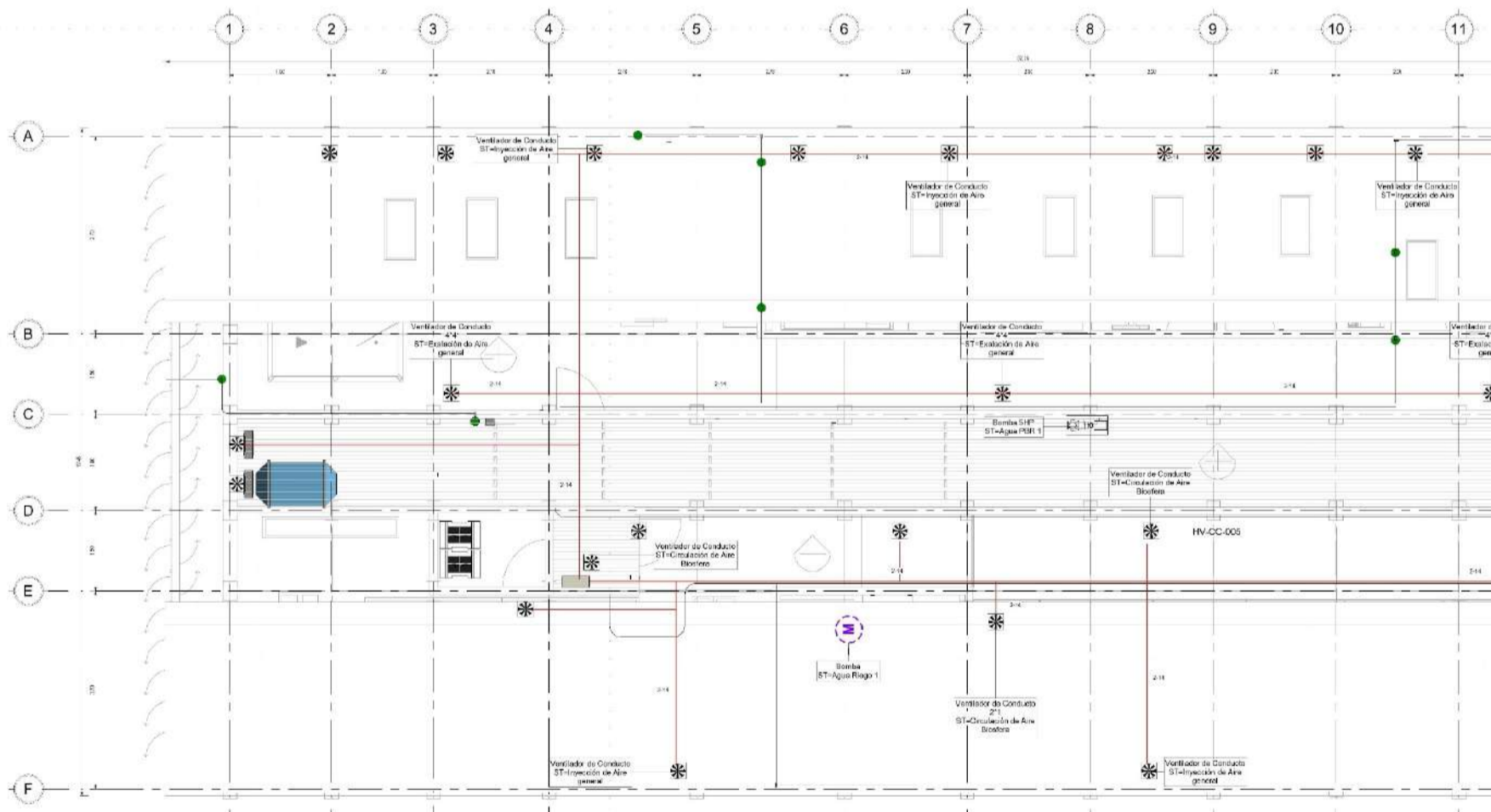
Y. ARQ-150

VERSION 2



**1 ST-TECNOSFERA BAJA ELECTRICO**

ESC: 1 : 50



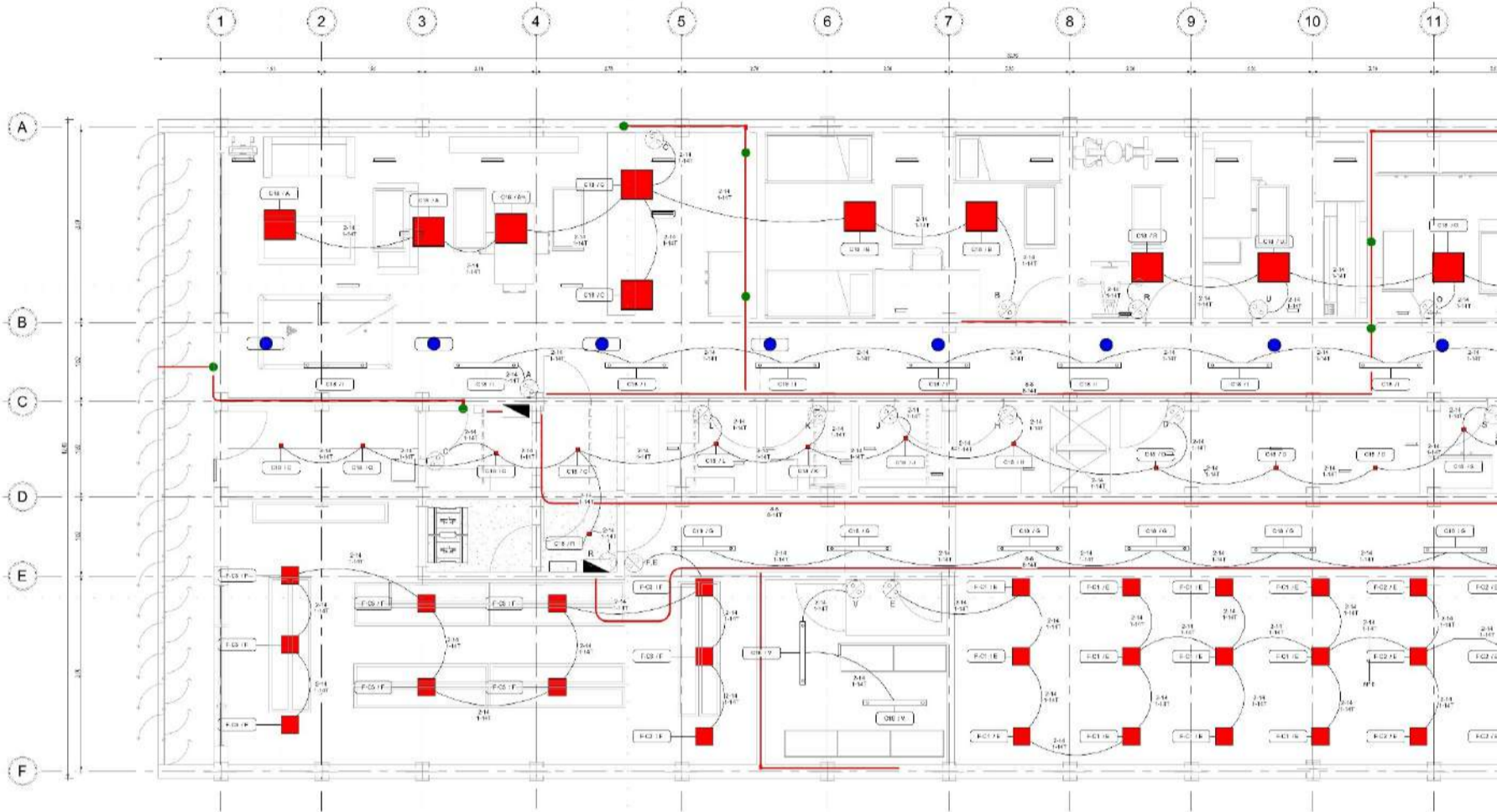
**2 ST-TECNOSFERA ALTA ELECTRICO**

ESC: 1 : 50

D:\RESUELANTE\ISIS\PROTOTIPOS PROTOTIPO.ME

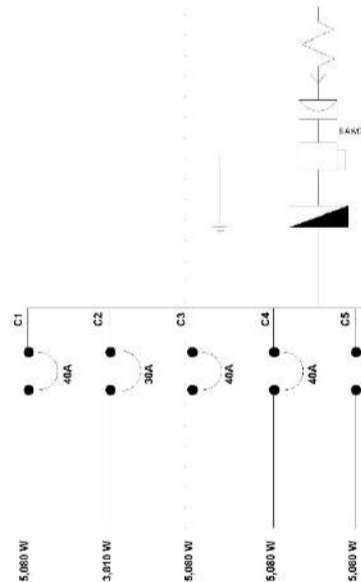
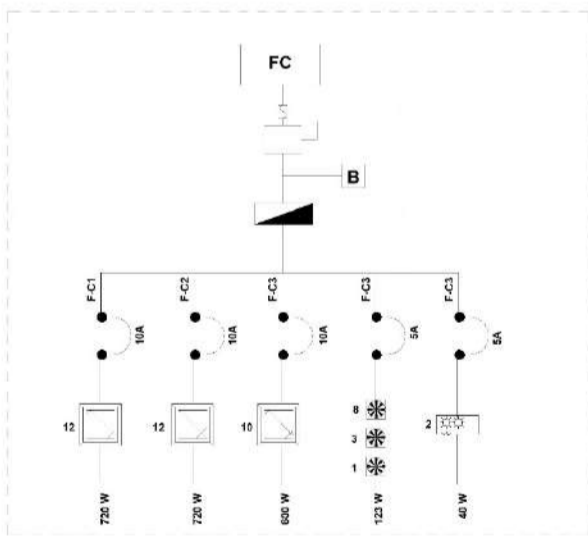
V. ARQ-150

VERSION 2



**1 ST-PLANTA BAJA LUMINARIAS**  
 ESC. 1 : 50

**? DIAGRAMA UNIFILAR**  
 ESC. 1 : 25

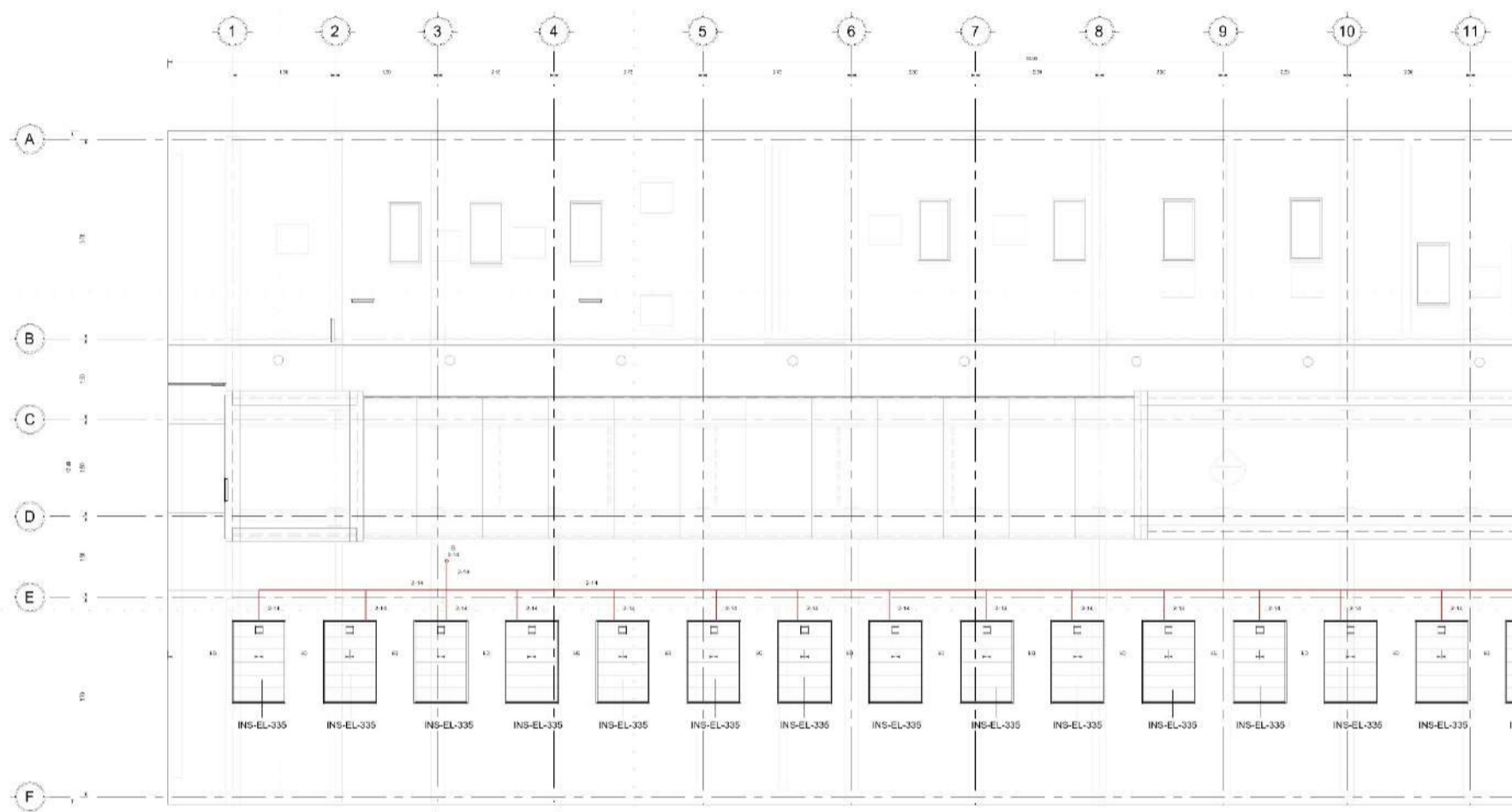


IE- Luminarias					
Nota clave	Circuito	Grupo de luminarias	Tipo	WATTS	Recuento
NS-IL-32	C-3	100W x 10V	100W	1000	2
NS-IL-32	C-3	100W x 10V2	100W	1000	1
NS-IL-32	C-3	100W x 10V2	100W	1000	7
NS-IL-32	C-3	100W x 10V2	100W	1000	13
NS-IL-32	F-21	60W x 60W LED CRI 90	60W	1080	12
NS-IL-32	F-22	60W x 60W LED CRI 90	60W	1080	3
NS-IL-32	F-22	60W x 60W LED CRI 90	60W	1080	9
NS-IL-32	F-23	60W x 60W LED CRI 90	60W	1080	10
NS-IL-32	F-23	60W x 60W LED CRI 90	60W	1080	10
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	4
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	3
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	1
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	1
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	1
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	1
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	1
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	2
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	1
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	3
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	2
NS-IL-32	C-0	Unifilar LED 2000K	2000K	2000	2

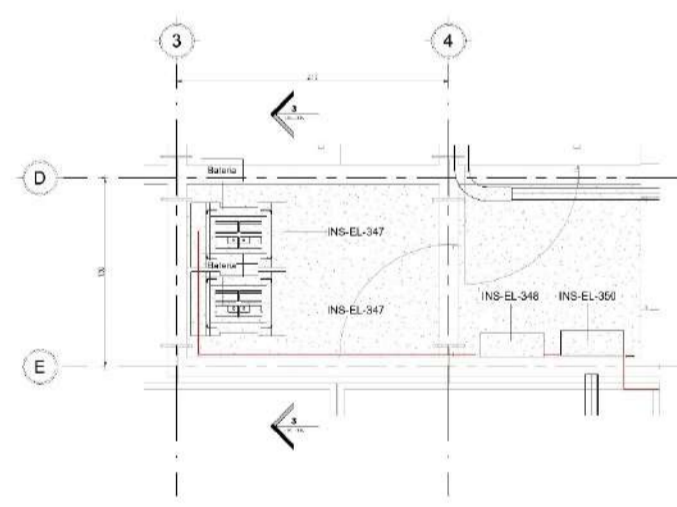
Nota clave	Circuito
NS-IL-32	C-3
NS-IL-32	C-3
NS-IL-32	C-3

D:\RESUELTOS\PROTOTOPIQUES PROTOTIPO M

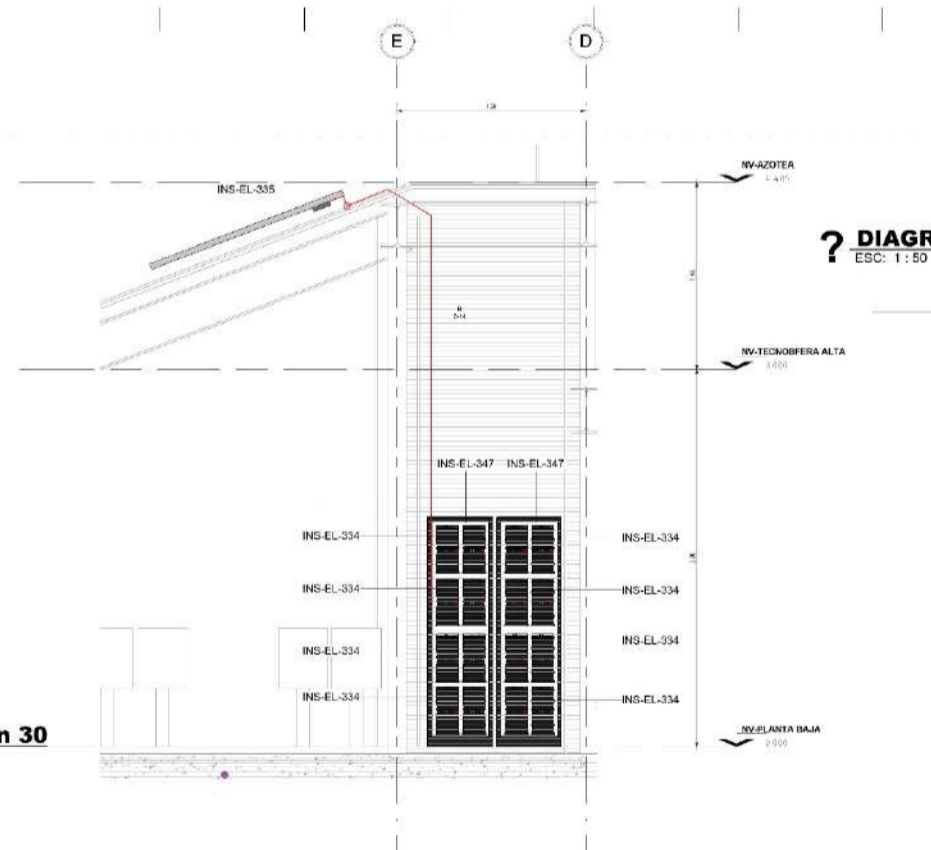
V. ARJÓ-150



**1 NV-AZOTEA ELECTRICO**  
ESC: 1:50



**2 ST-PLANTA BAJA ELECTRICO - Llamada 1**  
ESC: 1:25



**? DIAGRAMA**  
ESC: 1:50

D:\RESUELTOS\PROTOTIPOS PROTOTIPO N°

V. ARJONA

VERSION 2

## 11.1 Memoria Descriptiva

El proyecto a realizar es una vivienda para clima extremo dividida en el 3 parte (biosfera, tecnosfera y hábitat).

El objeto de esta especificación es establecer los criterios básicos a nivel técnico en la ampliación de los diferentes aspectos de la ingeniería y que regirán durante todo el desarrollo y ejecución de las instalaciones.

La presente especificación forma parte del proyecto y complementa a los planos de la instalación eléctrica en todos los aspectos, los cuales integran la totalidad de los trabajos a realizar.

### **Materiales:**

Para la elaboración del proyecto se utilizarán 2 tipos de tubería y 1 tipo de bandeja de cableado para tales son:

Tubería tipo Conduit rígido de fierro galvanizado pared delgada para exteriores.

Tubería tipo Conduit PVC verde, pesado para interiores.

Bandeja de cables de lámina galvanizada con uniones de rejilla.

Registros:

La caja registró, sean chalupas de fierro galvanizado, de P.V.C, cajas cuadradas.

Cables:

El cableado llevara un código de color de acuerdo a la NOM-001-SEDE. La cual indica:

Fase: color Rojo.

Neutro: Blanco.

Verde/Desnudo: Tierra.

## 11.2 Memoria de Calculo

Para el cálculo de alimentadores se realiza el procedimiento siguiente:

1.- Se determinará la corriente correspondiente al circuito o equipo con la siguiente fórmula para circuitos monofásicos:

$$I = \frac{W}{V * F.P}$$



Donde:

I = Corriente nominal del equipo [A]










W = Carga o potencia eléctrica en el equipo [W]

V = Voltaje de operación del equipo. [V]

F.P. = Factor de potencia. [0.9]

Los interruptores comerciales son:

**Tabla 15 Cuadro de cargas**

				10A	10A	15A	20A	8A	27A		
										CT(w)	Interruptor
<b>Circuito</b>	9W	32W	33W	1270w	1270w	1905w	2540w	1016W	3450W		
C1				4						5,080	40A
C2				1	2					3,810	30A
C3				4						5,080	40A
C4				4						5,080	40A
C5				4						5,080	40A
C6						2				3,810	30A
C7				2						2,540	20A
C8				4						5,080	40A
C9							2			5,080	40A
C10							2			5,080	40A
C11				2	2					5,080	40A
C12					4					5,080	40A
C13								2		2,032	20A
C14								2		2,032	20A
C15								2		2,032	20A
C16								2		2,032	20A
C17									1	3,450	30A
C18	16	12	20							1,188	10A






### Cálculo de paneles Solares

El método simplificado de cálculo se ha basado en un balance energético diario en las condiciones más desfavorables, en un balance de energía en Wh/día

$$hps = 5.6kWh/m^2/d$$

5.6hps horas pico solar (por ubicación)

**Tabla 16 Cuadro de cargas (sistema de autoproducción)**

						Carga total(W)	interruptor	Horas*Dia	Whd
Circuito	7W	10W	12W	20W	60W				
FC1					12	720	10	10	7,200
FC2					12	720	10	14	10,080
FC3					10	600	10	12	7,200
FC4	1	8	3			123	5	3	369
FC5				2		40	5	2	80
TOTALES						2,203W			24,929Whd

**Cantidad de equipos:**

se divide la demanda total entre las horas de pico solar

$$\frac{24,929whd}{5.6hps} = 4,451.6wh$$

Posteriormente dividimos la potencia por hora entre la potencia por equipo.

$$\frac{4,451wh}{260w} = 18$$

Necesitamos 18 paneles de 260W en potencia máxima, si tomamos en cuenta que el sistema tiene una eficiencia del 60% entonces tenemos que son paneles de 156W promedio

$$\frac{4,451wh}{156w} = 28$$

Para compensar la deficiencia del sistema necesitaremos 28 paneles de 260W de capacidad.

**Cálculo de baterías**

Utilizaremos la formula sencilla la cual es:

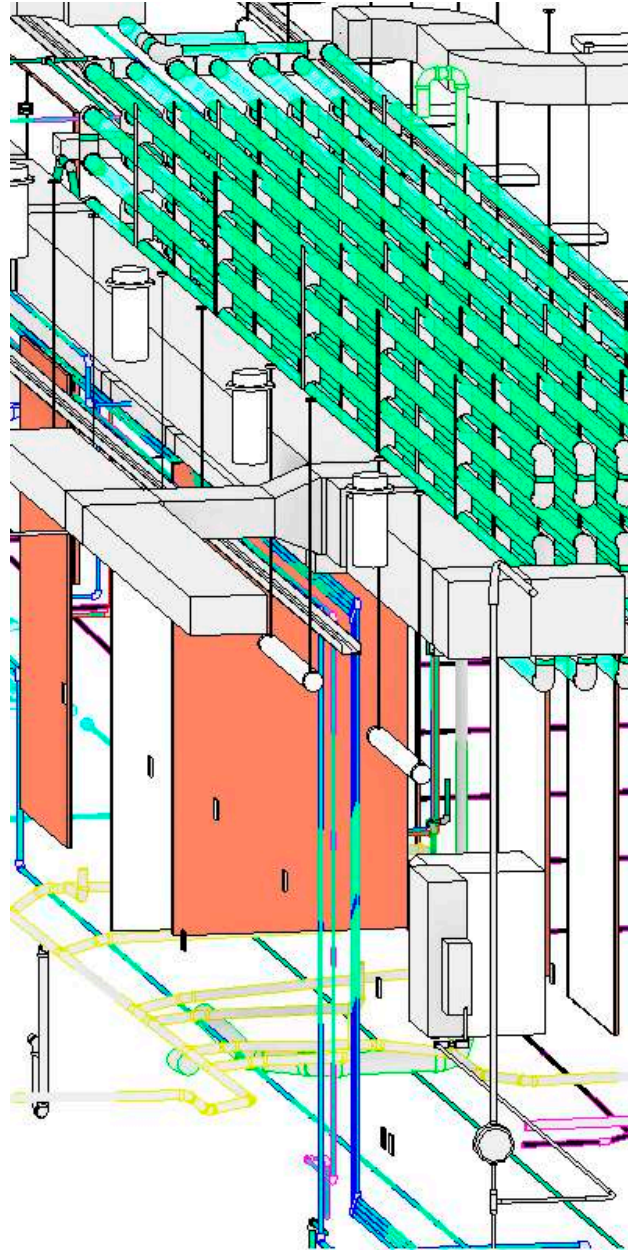
Carga total x días de autonomía entre la profundidad de carga por el voltaje del sistema.

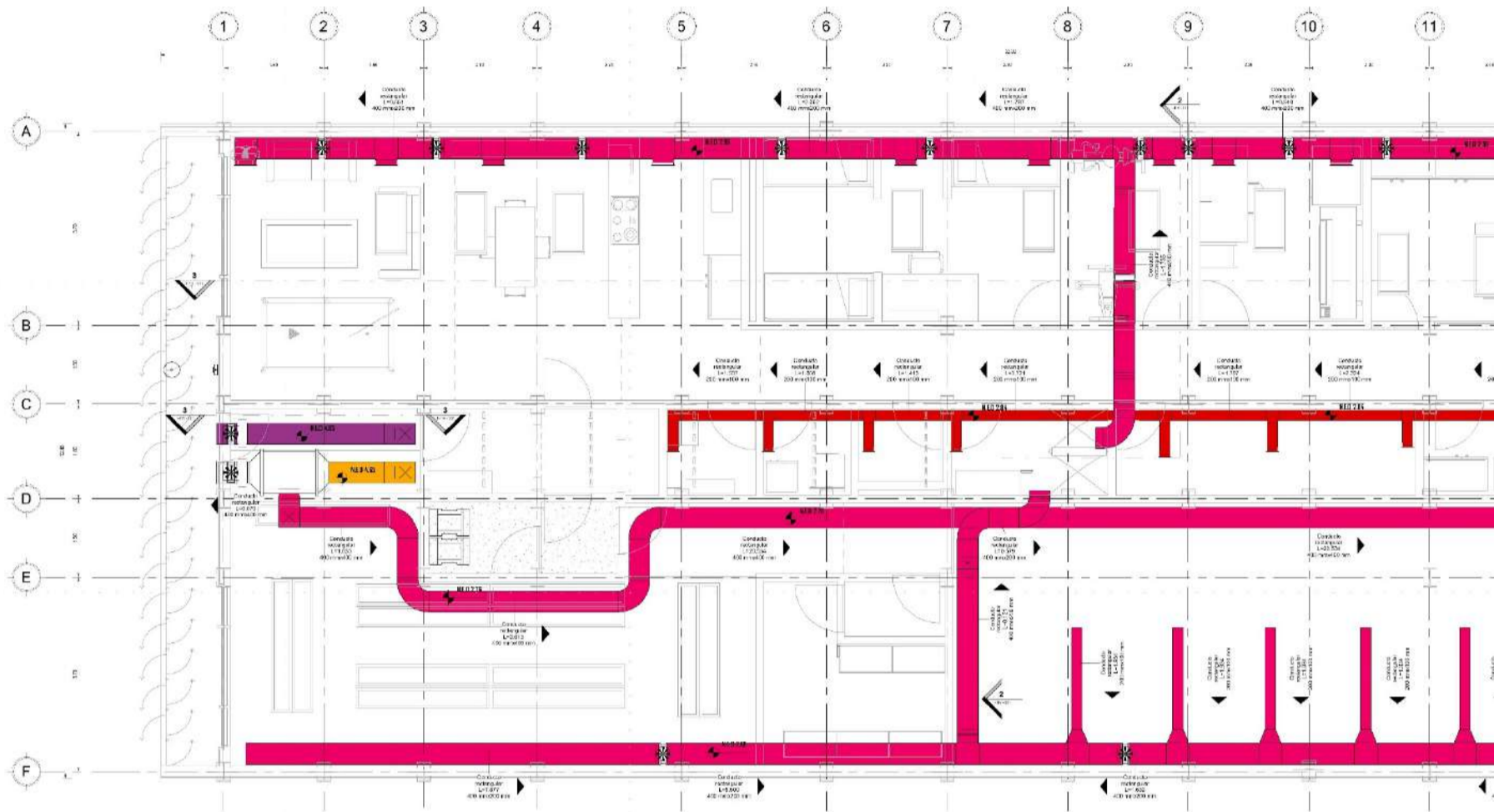
$$\frac{24,929whd*6}{0.6*47v} = 5,304Ah$$

Las baterías propuestas son de ion de litio con una capacidad de 100Ah

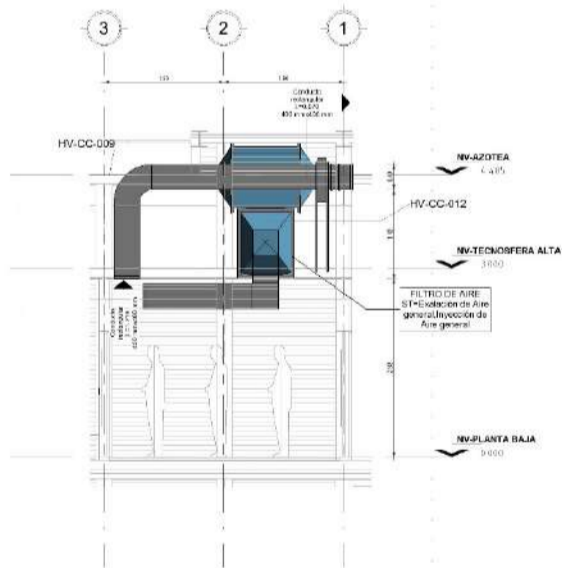
$$\frac{5,304Ah}{100Ah} = 54$$

## CAPITULO XII: PROTOTIPO- PROYECTO EJECUTIVO INSTALACIONES ESPECIALES

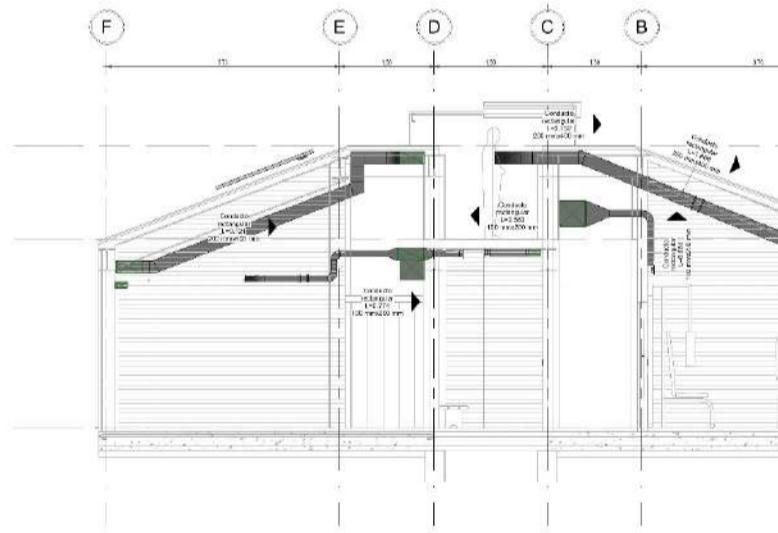




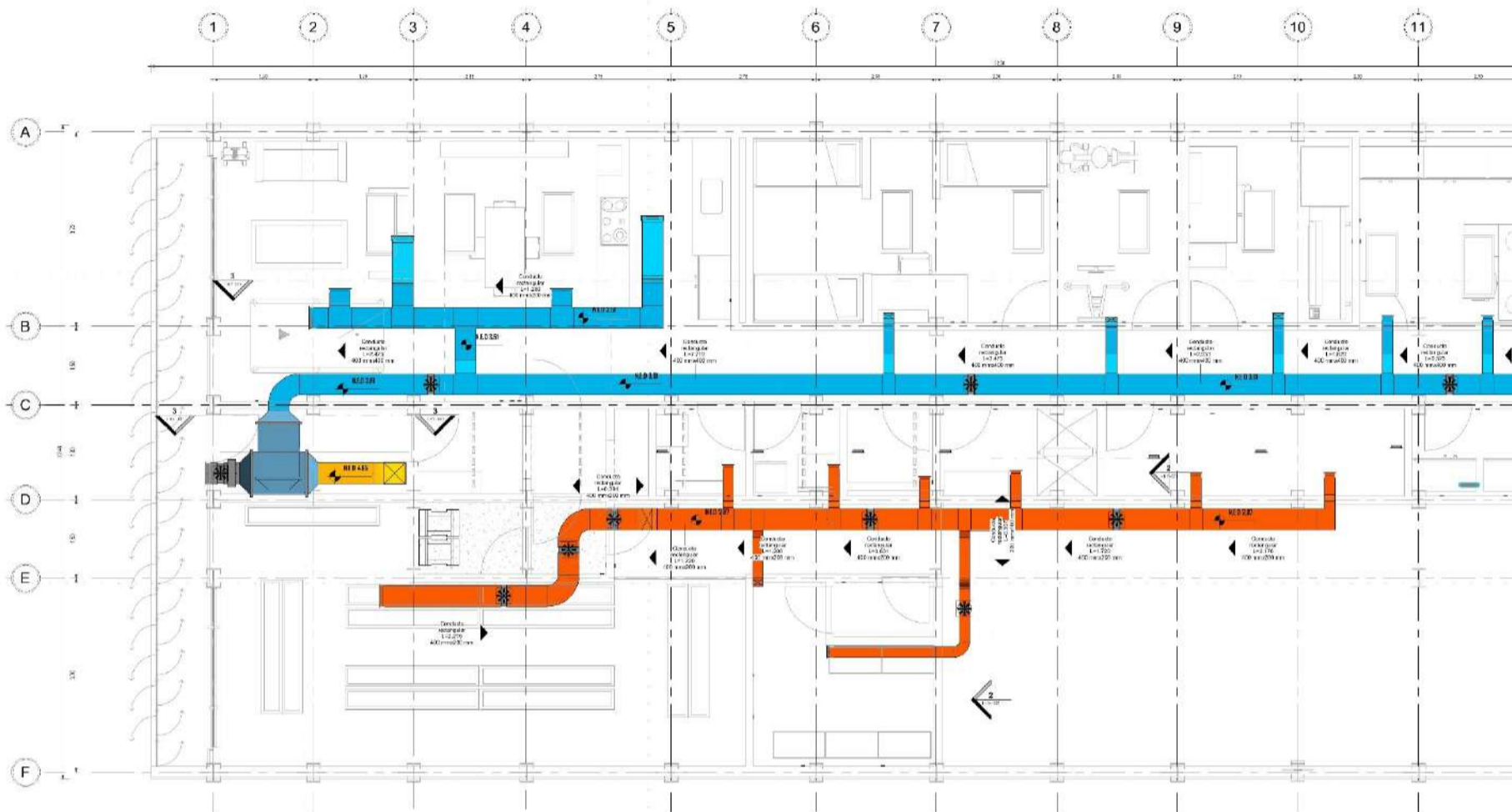
**1 VT-PLANTA BAJA VENTILACION INYECCION**  
 ESC: 1:50



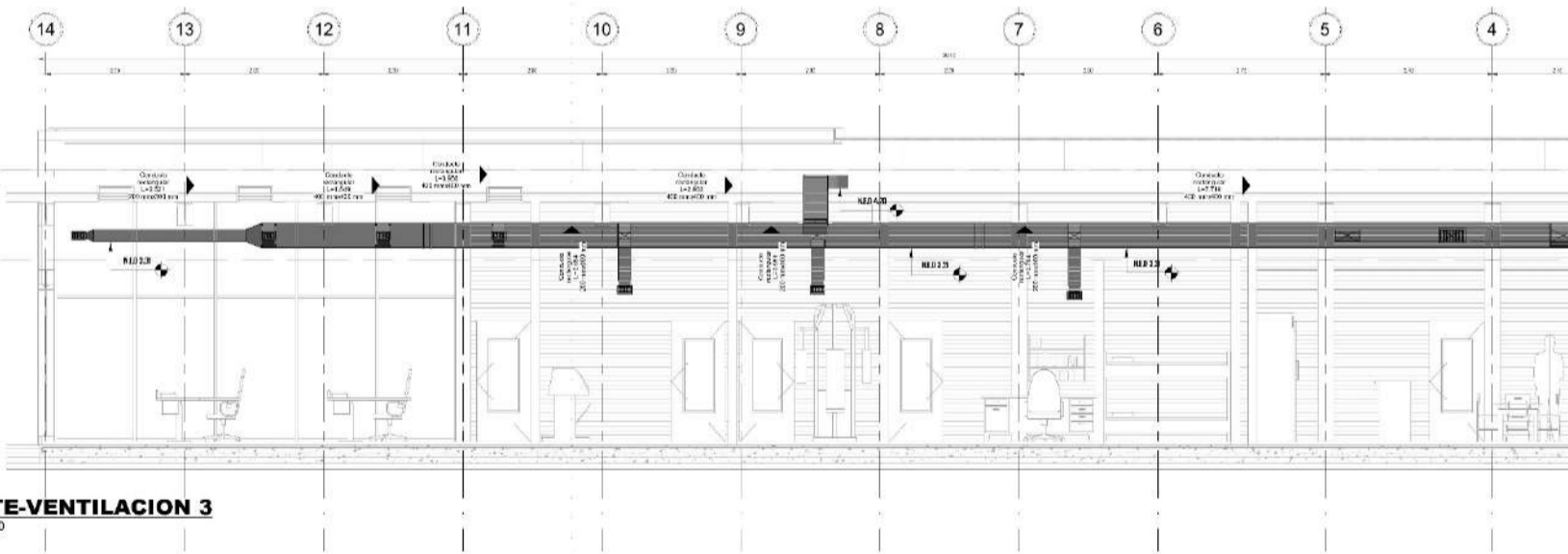
**3 CORTE-VENTILACION 01**  
 ESC: 1:50



**2 CORTE-VENTILACION 02**  
 ESC: 1:50

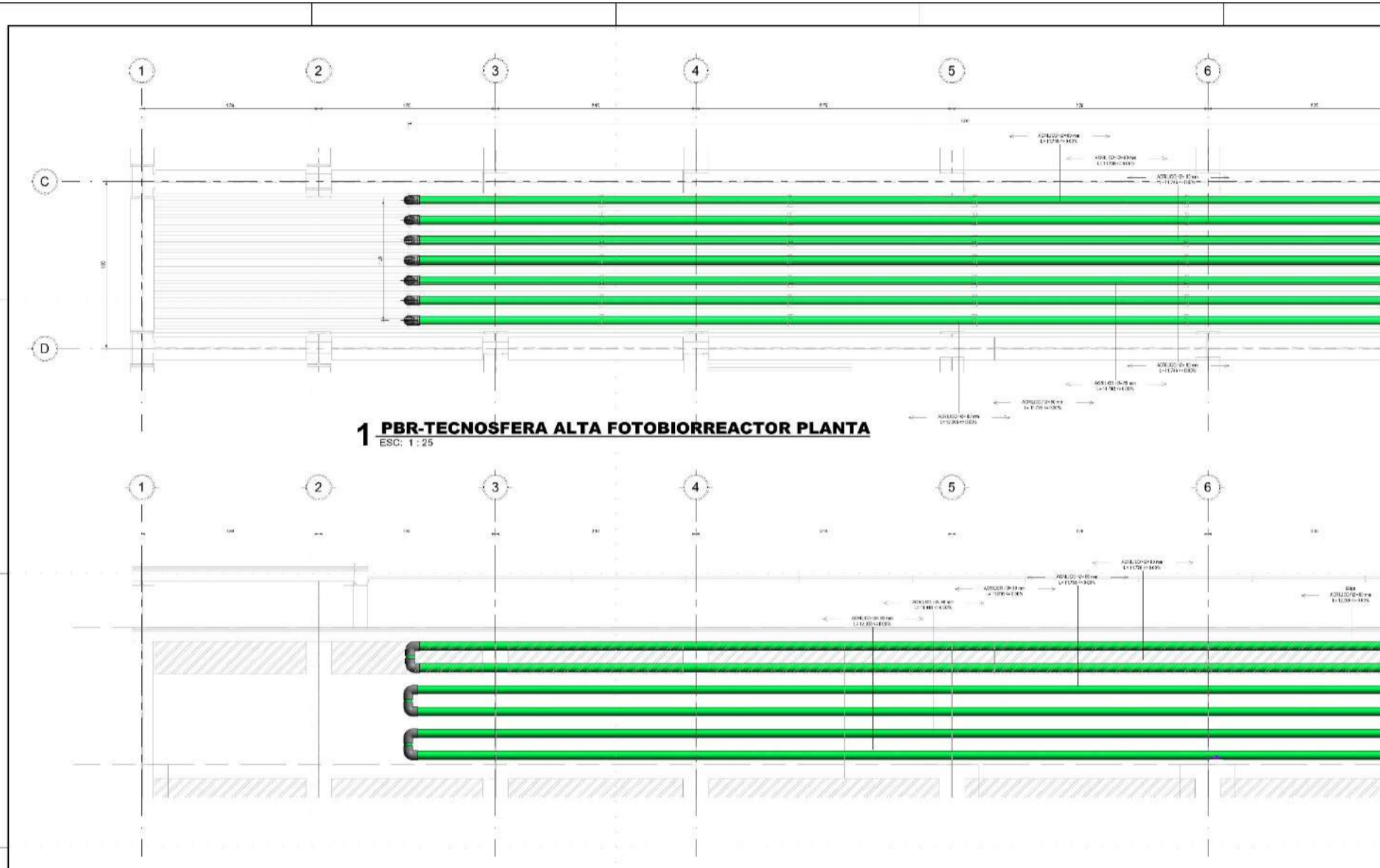


**1 VT-PLANTA BAJA VENTILACION EXTRACCION**  
 ESC: 1:50

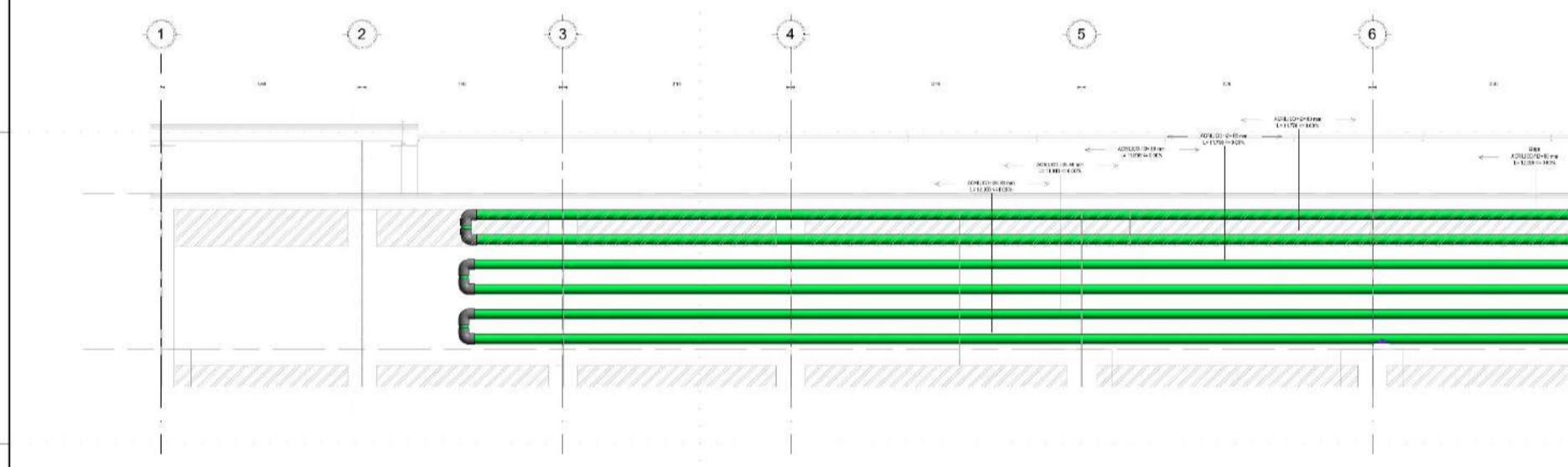


**3 CORTE-VENTILACION 3**  
 ESC: 1:50

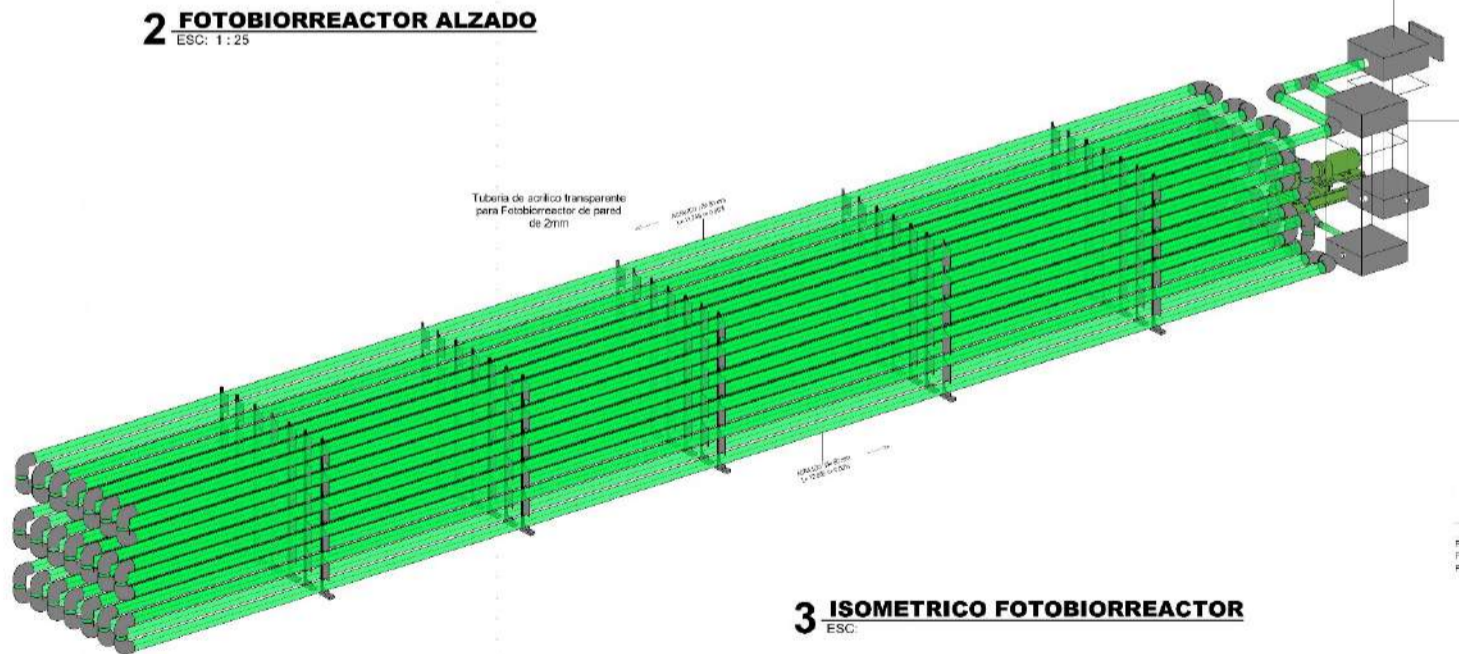




**1 PBR-TECNOSFERA ALTA FOTOBIOREACTOR PLANTA**  
ESC: 1:25



**2 FOTOBIOREACTOR ALZADO**  
ESC: 1:25



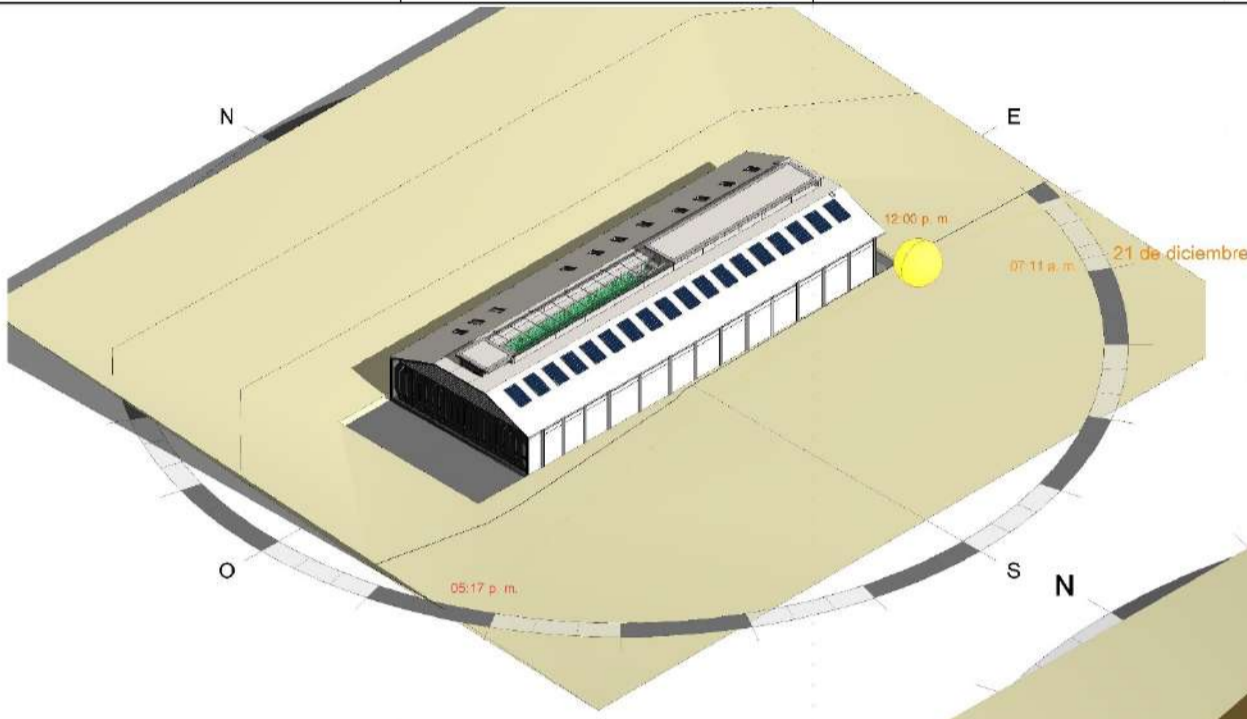
**3 ISOMETRICO FOTOBIOREACTOR**  
ESC: 1:25

Nota clave  
PBR-01  
PBR-02  
PBR-03

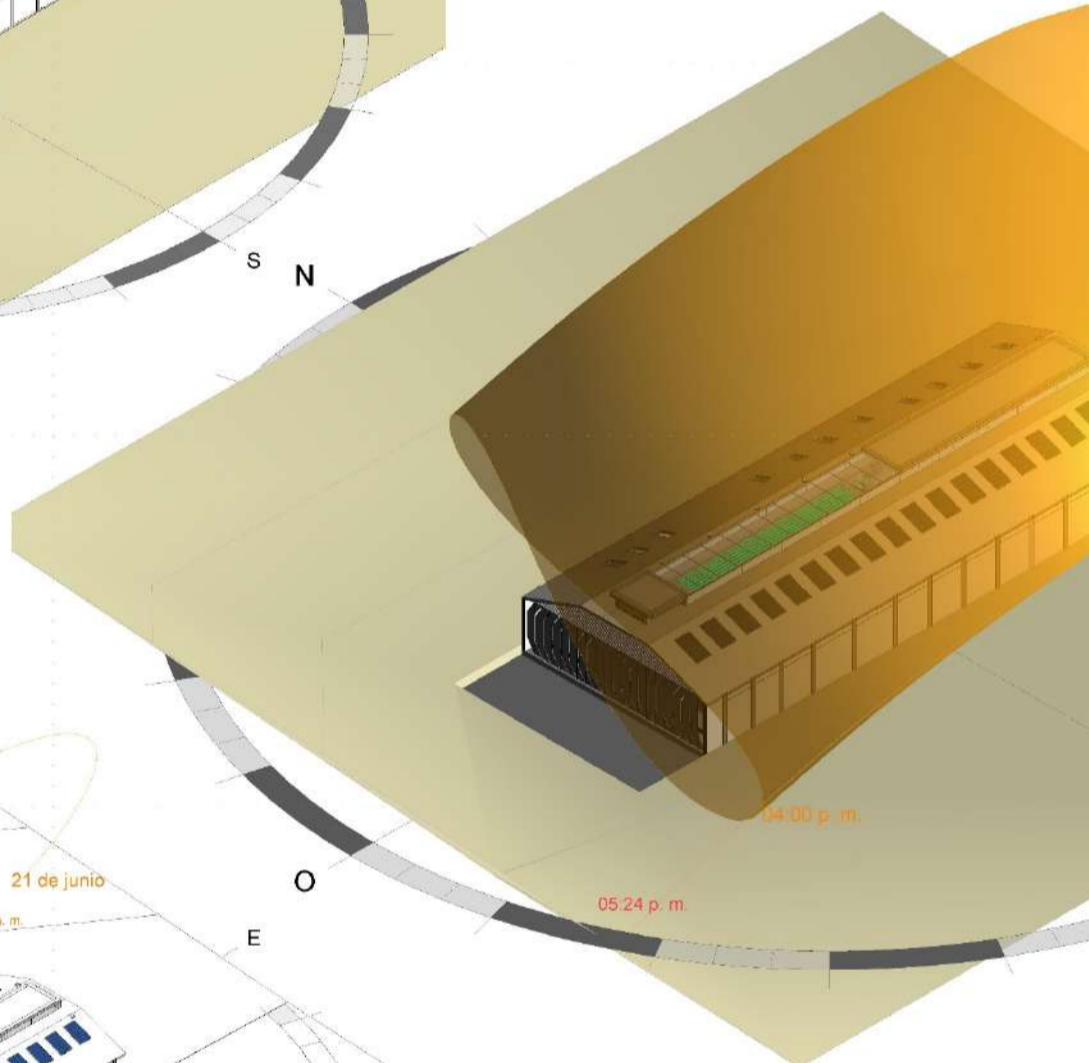
DISEÑOS DE PROTOTIPOS

V. ARJONA

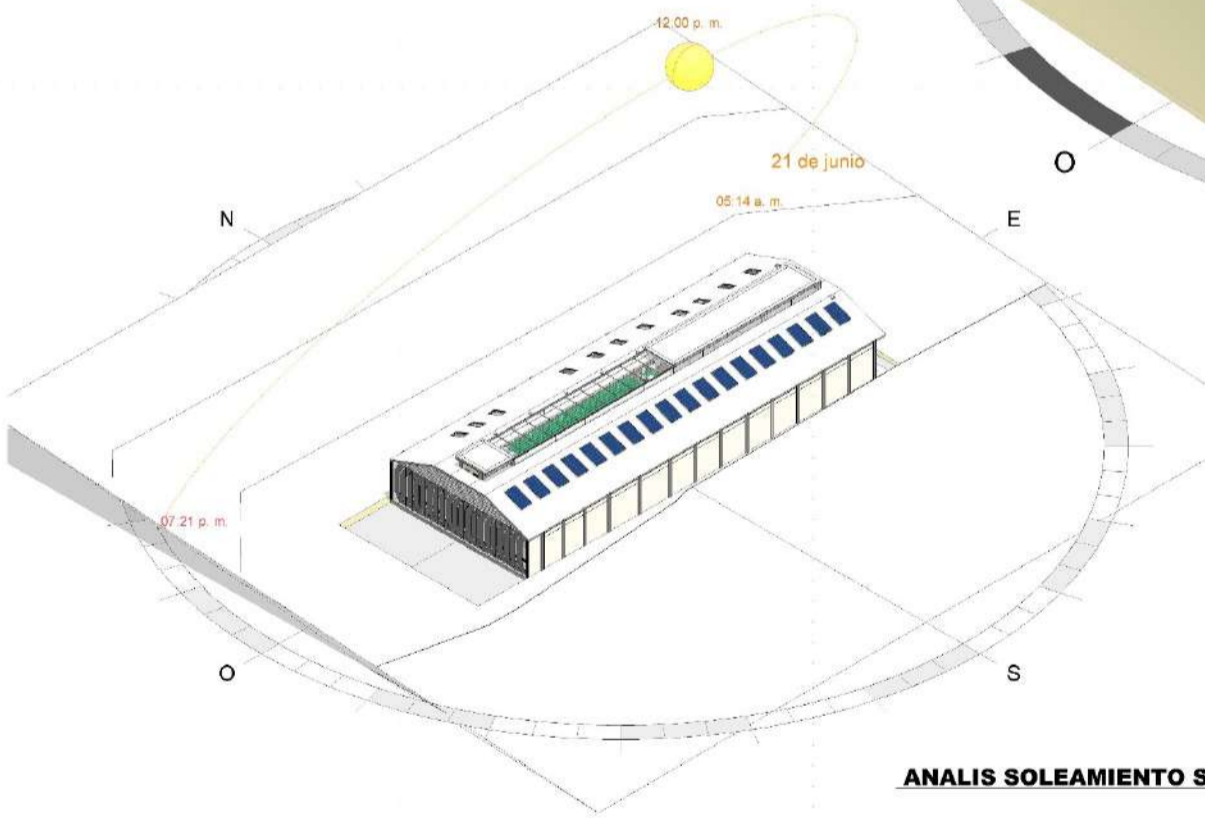
VERSION 2



**ANALIS SOLEAMIENTO SOLTICIO DE INVIERNO**



**ANALIS SOLEAMIENTO 1 AÑO**



**ANALIS SOLEAMIENTO SOLSTICIO DE VERANO**



# CAPITULO XIII: MEMORIAS DE CÁLCULO – SISTEMAS DE SOPORTE VITAL Y CONTROL AMBIENTAL.

En este capítulo se desarrollarán las memorias de cálculo de acuerdo a la documentación expuesta en el capítulo VI.

## 13.1 Variables para calculo en sistemas de soporte vital

Cálculo de insumos y masa de sistema

**Tabla 17 Insumos Necesarios por usuario**

Insumos	1 día (kg/Persona)	Insumos totales por usuarios (Insumo*usuario)
Comida(seca)	0.6	0.6(6) = 3.6
Oxigeno	0.9	0.9(6) = 5.4
Agua potable	1.8	1.8(6) = 10.8
Agua sanitaria	2.3	2.3(6) = 13.8
Subtotal	5.6	5.6(6) = 33.6
Agua domestica	16.8	16.8(6) = 100.8
Masa en el sistema insumos (M)		168kg

## 13.2 Producción de alimentos

Según el ALSBVAD la comida generada debe satisfacer del 25% al 50% de la comida requerida por los usuarios y el resto debe ser satisfecho por comida refrigerada o deshidratada.

Para efectos de este cálculo no se toma en cuenta el consumo de insectos propuestos.

**Tabla 18 Producción de Biomasa Constantes de Tiempo para Régimen de Temperatura**

*Nominal y Fotoperiodo*

Cultivo	Fracción de Biomasa comestible	Tiempo de inicio de la formación de biomasa comestible	Tiempo para cosechar
Frijol	0.97	40	63
Lechuga	0.93	1	30
Cacahuate	0.49	49	110
Arroz	0.98	57	88
Soya	0.95	46	86
tomate	0.70	41	80

Trigo	1.00	34	62
Papa	1.00	45	138

Frijol	Lechuga	Cacahuete	Arroz
$\frac{365d}{63d} = 5.8 cosechas$	$\frac{365d}{30d} = 12 cosechas$	$\frac{365d}{110d} = 3.3 cosechas$	$\frac{365d}{88d} = 4.1 cosechas$
$(5.8 * 0.97)75u$ = 421kg	$(12 * 0.93)75u$ = 837kg	$(3.3 * 0.49)75u$ = 121kg	$(4.1 * 0.98)75u$ = 301kg
Soya	Tomate	Trigo	Papa
$\frac{365d}{86d} = 4.2 cosechas$	$\frac{365d}{80d} = 4.7 cosechas$	$\frac{365d}{62d} = 5.8 cosechas$	$\frac{365d}{138d} = 2.6 cosechas$
$(4.2 * 0.95)75u$ = 300kg	$(4.7 * 0.70)75u$ = 247kg	$(5.8 * 1.0)75u$ = 435kg	$(2.6 * 1.0)75u$ = 195kg

CC = .25(3.6kg\*365d)

CC=1,314Kg de comida al año para 6 personas

2,857kg de comida generada    1,543kg para conservación

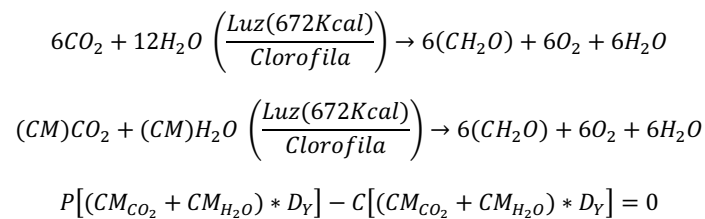
**Tabla 19 Unidades para el sistema de producción de oxígeno y depuración de Co2**

Variable	Unidades	Descripción
A	--	Fracción de Flujo de fotones fotosintéticos absorbido por la copa de la planta.
$A_{MAX}$	--	Máximo valor de A (0.93)
BCF	--	Fracción de carbono de biomasa
CGR	$\frac{g}{m^2} * d$	Tasa de crecimiento de los cultivos
$C_i$	Varias	Coefficientes en las funciones que describen $t_A$ y $CQY_{MAX}$
$[CO_2]$	$\frac{\mu mol_{CO_2}}{mol_{Aire}}$	Concentración atmosférica de dióxido de carbono; Variable del modelo
CQY	$\frac{\mu mol_{C.Rep}}{mol_{Ab.PPF}}$	Rendimiento cuántico de la cosecha
$CQY_{MAX}$	$\frac{\mu mol_{C.Rep}}{mol_{Ab.PPF}}$	Valor máximo para CQY que se aplica hasta $t_Q$
$CQY_{MIN}$	$\frac{\mu mol_{C.Rep}}{mol_{Ab.PPF}}$	Valor máximo para CQY a $t_M$
$CUE_{24}$	--	24 horas de eficiencia en el uso del carbono; por fracción
$CUE_{MAX}$	--	valor Máximo de $CUE_{24}$ aplicable hasta $t_Q$

$CUE_{MIN}$	--	valor Mínimo de $CUE_{24}$ a $t_M$
$DCG$	$\frac{mol_{carbon}}{m^2 * d}$	Ganancia diaria de carbón
$DOP$	$\frac{mol_{O_2}}{m^2 * d}$	Producción diaria de oxígeno
$H$	$\frac{h}{d}$	Fotoperiodo
$MW_C$	$\frac{g}{mol}$	Peso molecular del carbono (12.011)
$n$	--	exponente
$OPF$	$\frac{mol_{O_2}}{mol_{carbon}}$	Fracción de oxígeno producido
$PPF$	$\frac{\mu mol_{foton}}{m^2 * s}$	Flujo de fotones fotosintéticos; Variable del modelo
$TCB$	$g/m^2$	Biomasa total de cultivos, sobre una base seca
$TEB$	$g/m^2$	Biomasa total comestible, sobre una base seca
$t$	$d_{AE}$	Tiempo: variable de modelo
$t_A$	$d_{AE}$	Tiempo hasta el cierre de la cosecha
$t_E$	$d_{AE}$	Tiempo al inicio de la formación del órgano
$t_M$	$d_{AE}$	Tiempo a la cosecha o la madurez del cultivo
$t_Q$	$d_{AE}$	Fracción de la ganancia diaria de carbono asignada a
$XFRT$	--	Fracción de la ganancia diaria de carbono asignada a la biomasa comestible después de $T_E$

## Formulas

### Ecuación de Bucle regenerativo (oxígeno)



Valor de total el sistema de soporte vital

ESM= volumen equivalente del sistema

$$ESM = M + (V * V_{eq}) + (P * P_{eq}) + (C * C_{eq}) + (CT * D * CT_{eq})$$

Sustitución de variables

$$ESM = (167kg) + \left[ \left( (0.45m^3) * 215.5 \frac{kg}{m^3} \right) + \left( (0.9kW_e) * 237 \frac{kg}{kW_e} \right) + \left( (0.9kW_{th}) * \left( 60 \frac{kg}{kW_{th}} \right) \right) + \left( \left( 8 \frac{CM-h}{y} \right) * (0.49y) * \left( 1.14 \frac{kg}{CM-h} \right) \right) \right]$$

$$ESM = (167kg) + [(96.975kg) + (213.3kg) + (54kg) + (4.4688kg)]$$

$$\underline{ESM = 535.74kg \leftarrow \text{MASA DEL SISTEMA NECESARIO}}$$

Calculo por el modelo de Cavazzoni:

Modelos de cascada de energía modificada para la producción de biomasa de cultivos en condiciones nominales.

Donde

$$A_{max} = 0.93$$

t= tiempo variable (días)

tA= 200 –1,000  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$  (se usará el mínimo)

n= es un factor dado por los diferentes tipos de cultivos

Cultivo	n
trigo	1.0
Arroz, Soja, Patata.	1.5
Frijol seco, cacahuete, patata blanca	2.0
Lechuga, tomate	2.5

Formula

$$A = A_{MAX} \left( \frac{t}{t_A} \right)^n$$

Sustitución de variables

$$A_{(trigo)} = 0.93 \left( \frac{120}{200} \right)^{1.0} \quad A_{(arroz)} = 0.93 \left( \frac{100}{200} \right)^{1.5} \quad A_{(frijol)} = 0.93 \left( \frac{93}{200} \right)^{2.0} \quad A_{(lechuga)} = 0.93 \left( \frac{20}{200} \right)^{2.5}$$

$$A_{(trigo)} = 0.558 \quad A_{(arroz)} = 0.3288 \quad A_{(frijol)} = 0.2010 \quad A_{(lechuga)} = 2.94091$$

### 13.3 Aislamiento térmico

Para las condiciones climáticas que se presentan en el entorno donde se aplicara nuestro prototipo tenemos que determinar el nivel de aislamiento que requeriremos.

A continuación, presentaremos una serie de sistemas constructivos analizados de los cuales escogeremos la mejor opción para el prototipo

Las unidades que manejaremos son:

P= Densidad

Cp= calor específico

K= conductividad térmica

**Tabla 20 Propiedades termo físicas de materiales de construcción en muros**

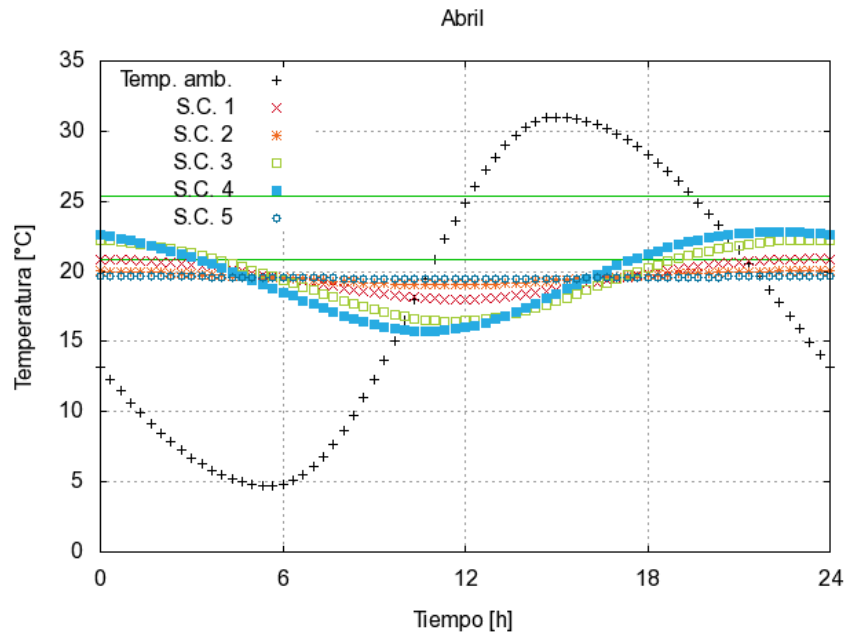
<b>Sistema 1</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Madera de pino	600	2810	.14	.05
Concreto	1500	1000	1.38	.15
<b>Sistema 2</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Lana mineral MW36	50	1030	0.036	.05
Concreto	1500	1000	1.38	.15
<b>Sistema 3</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Adobe	1480	1500	.58.	.05
Concreto	1500	1000	1.38	.15
<b>Sistema 4</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Arena	1860	240	0.72	.05
Muro de mampostería				.15
<b>Sistema 5</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Panel de vacío	100	750	.004	.03
Concreto	1500	1000	1.38	.15
<b>Sistema 6</b>				

Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Panel de vacío	100	750	.004	.03
Concreto	1500	1000	1.38	.15
Placa de aluminio	2702	903	209,3	.02
Concreto	1500	1000	1.38	.15

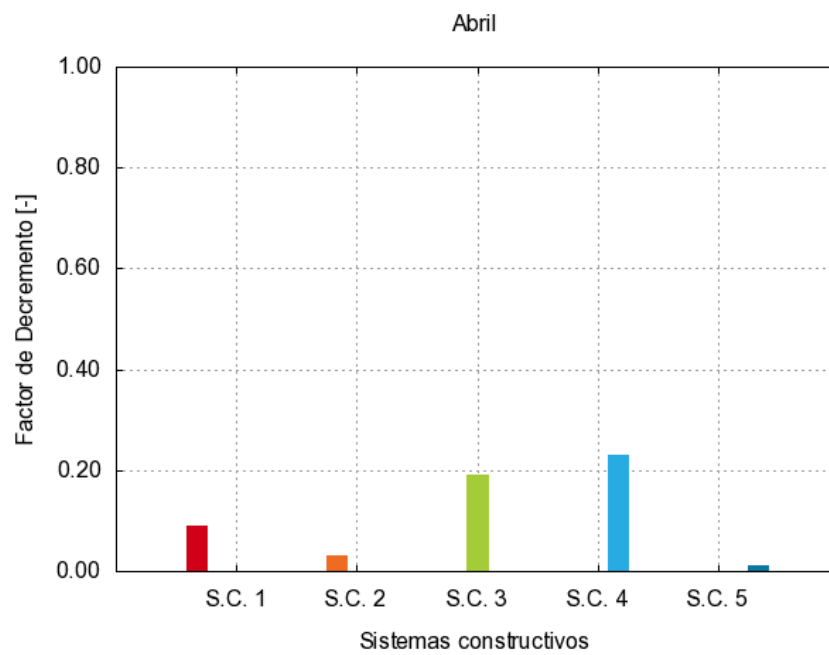
**Tabla 21 Propiedades termo físicas de materiales de construcción en Techos**

<b>Sistema 1</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Madera de pino	600	2810	.14	.05
Concreto	1500	1000	1.38	.15
<b>Sistema 2</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Lana mineral MW36	50	1030	0.036	.05
Concreto	1500	1000	1.38	.15
<b>Sistema 3</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Adobe	1480	1500	.58.	.05
Concreto	1500	1000	1.38	.15
<b>Sistema 4</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Arena	1860	240	0.72	.05
Muro de mampostería				.15
<b>Sistema 5</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
Panel de vacío	100	750	.004	.03
Concreto	1500	1000	1.38	.15
<b>Sistema 6</b>				
Descripción	P (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg·K)	k(W/m·K)	Grosor (m)
				.05
Concreto	1500	1000	1.38	.15

Contemplado nuestros sistemas constructivos los comparamos con la aplicación de ENER-HABITAT la cual nos arroja los siguientes resultados.



Gráfica 17 Temperatura al interior por sistema constructivo



Gráfica 18 Factor de decremento por sistema constructivo

Por lo tanto, se considera el sistema constructivo #5 el mejor. En base a este haremos un modelo digital para análisis de eficiencia energética.

A continuación, los resultados del cálculo.

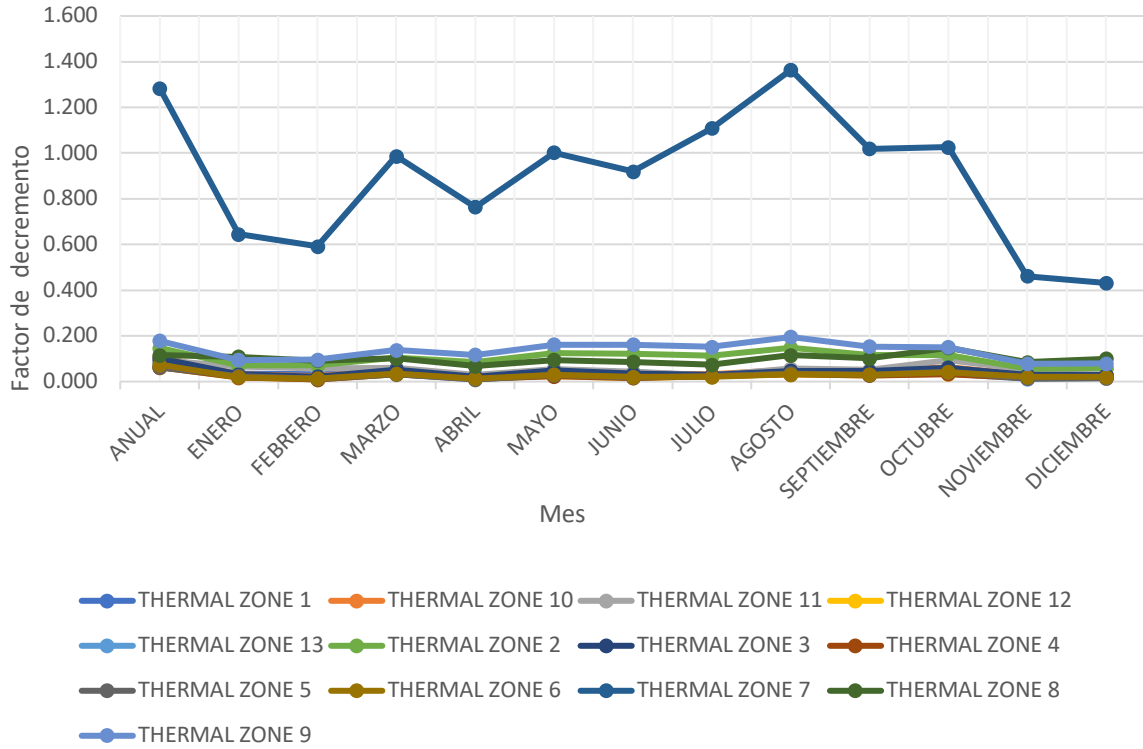
**Tabla 22 Factor de decremento por zona térmica con escala de color**

MES	Zona 1	Zona 10	Zona 11	Zona 12	Zona 13	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9
ANUA	0.085	0.108	0.093	0.063	0.062	0.146	0.101	0.063	0.063	0.074	1.284	0.116	0.178
ENE	0.034	0.031	0.066	0.018	0.022	0.071	0.032	0.017	0.024	0.018	0.644	0.109	0.094
FEB	0.031	0.025	0.057	0.010	0.010	0.070	0.022	0.010	0.011	0.013	0.592	0.092	0.096
MAR	0.047	0.052	0.059	0.032	0.032	0.105	0.052	0.032	0.033	0.035	0.987	0.102	0.137
ABR	0.027	0.022	0.030	0.013	0.011	0.084	0.021	0.013	0.009	0.013	0.764	0.068	0.117
MAY	0.048	0.051	0.056	0.024	0.026	0.126	0.048	0.024	0.029	0.030	1.002	0.094	0.162
JUN	0.040	0.036	0.043	0.016	0.017	0.121	0.034	0.016	0.019	0.020	0.920	0.086	0.162
JUL	0.027	0.031	0.027	0.024	0.024	0.112	0.028	0.024	0.022	0.021	1.109	0.073	0.152
AGO	0.049	0.053	0.057	0.033	0.034	0.148	0.047	0.032	0.035	0.032	1.364	0.115	0.195
SEP	0.041	0.047	0.050	0.028	0.028	0.115	0.046	0.028	0.029	0.030	1.018	0.101	0.153
OCT	0.056	0.062	0.093	0.034	0.036	0.117	0.061	0.033	0.042	0.041	1.025	0.147	0.151
NOV	0.026	0.031	0.051	0.015	0.012	0.056	0.029	0.016	0.013	0.021	0.462	0.085	0.078
DIC	0.028	0.029	0.057	0.015	0.014	0.059	0.029	0.015	0.016	0.021	0.431	0.100	0.079

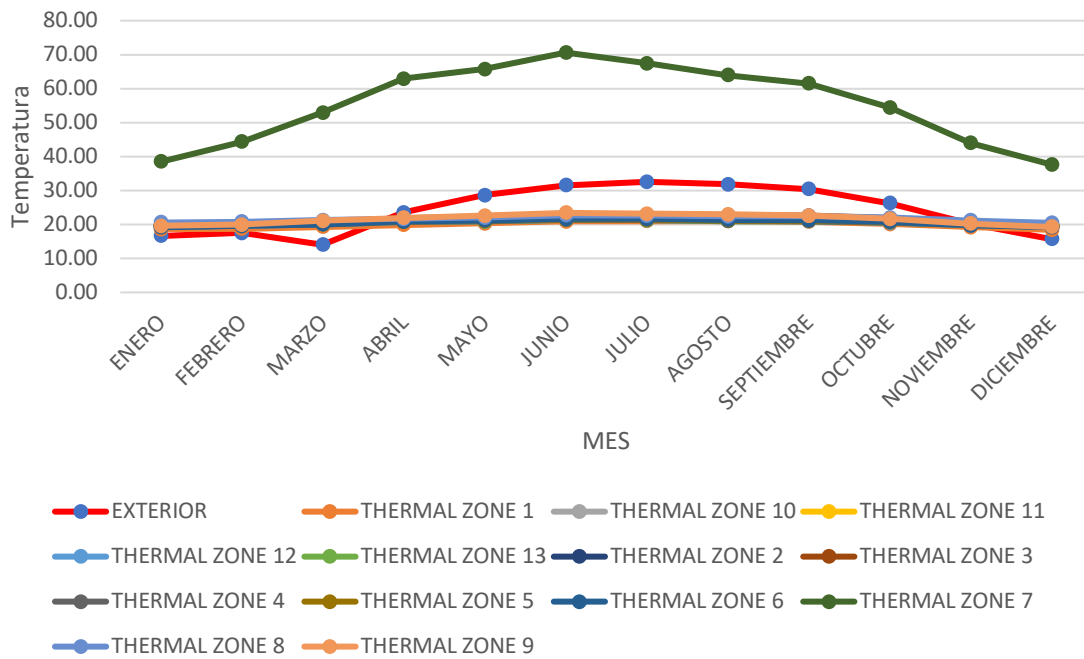
**Tabla 23 Temperaturas al interior por mes por zona térmica con escala de color**

MES	Zona 1	Zona 10	Zona 11	Zona 12	Zona 13	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9
ENE	18.61	19.39	19.80	19.26	19.36	19.49	19.71	19.26	19.50	19.17	38.47	20.64	19.54
FEB	18.76	19.87	19.94	19.64	19.73	19.86	20.18	19.64	19.86	19.56	44.37	20.76	19.96
MAR	19.27	20.62	20.36	20.06	20.12	20.82	20.83	20.06	20.25	20.06	52.89	21.23	21.08
ABR	19.85	21.68	20.99	20.80	20.81	21.59	21.88	20.81	20.92	20.88	62.93	21.67	21.92
MAY	20.29	22.07	21.43	20.94	20.93	22.14	22.23	20.96	21.05	21.14	65.71	21.98	22.60
JUN	20.88	22.84	22.15	21.36	21.36	22.88	22.98	21.39	21.53	21.69	70.60	22.69	23.41
JUL	20.97	22.81	22.18	21.30	21.28	22.69	22.98	21.35	21.48	21.68	67.46	22.60	23.19
AGO	20.97	22.46	22.05	21.01	21.01	22.46	22.67	21.05	21.22	21.37	63.99	22.43	22.94
SEP	20.81	22.32	21.98	20.96	20.97	22.20	22.56	21.00	21.20	21.30	61.52	22.50	22.63
OCT	20.12	21.54	21.34	20.55	20.58	21.39	21.80	20.58	20.82	20.77	54.47	21.99	21.68
NOV	19.15	20.17	20.44	19.78	19.86	20.09	20.52	19.79	20.05	19.80	44.01	21.19	20.21
DIC	18.42	19.33	19.66	19.31	19.40	19.25	19.68	19.31	19.54	19.21	37.63	20.47	19.26





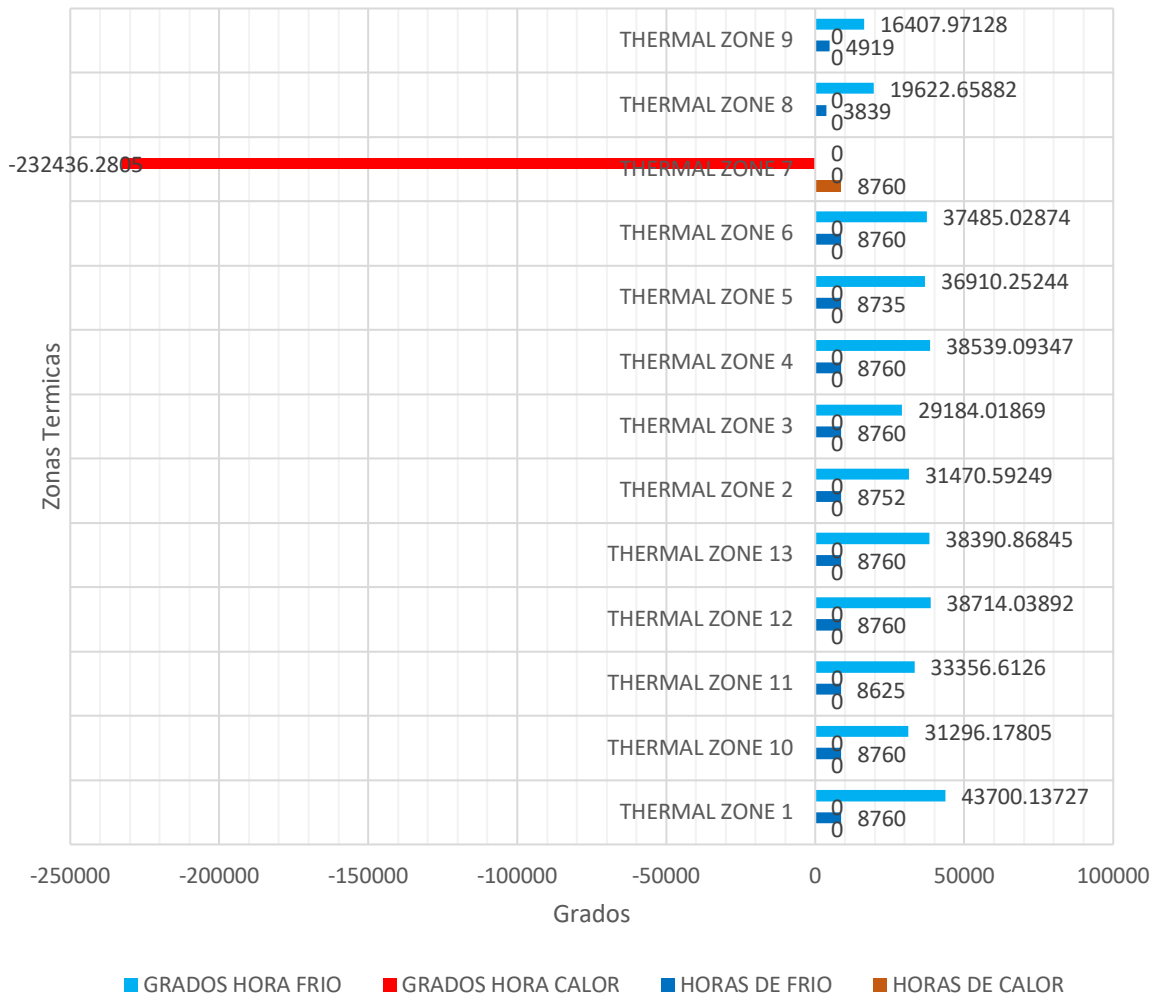
Gráfica 19 Factor de decremento por zona térmica por mes del año



Gráfica 20 Temperatura al interior por zona térmica por mes del año

**Tabla 24 Relación horas/grado de frio y calor por zona térmica**

ZONA	HORAS DE CALOR	HORAS DE FRIO	GRADOS HORA CALOR	GRADOS HORA FRIO
THERMAL ZONE 1	0	8760	0	43700.137
THERMAL ZONE 10	0	8760	0	31296.178
THERMAL ZONE 11	0	8625	0	33356.613
THERMAL ZONE 12	0	8760	0	38714.039
THERMAL ZONE 13	0	8760	0	38390.868
THERMAL ZONE 2	0	8752	0	31470.592
THERMAL ZONE 3	0	8760	0	29184.019
THERMAL ZONE 4	0	8760	0	38539.093
THERMAL ZONE 5	0	8735	0	36910.252
THERMAL ZONE 6	0	8760	0	37485.029
THERMAL ZONE 7	8760	0	-232436.28	0
THERMAL ZONE 8	0	3839	0	19622.659
THERMAL ZONE 9	0	4919	0	16407.971



*Gráfica 21 Gráfica comparativa Horas/Grado de frio y calor por zona térmica*

## CAPITULO XIV: PRESUPUESTO DE PROYECTO.

En este capítulo se revisará la parte económica necesaria para la elaboración del proyecto.

### 14.1 Factor de Salario Real. (FASAR)

Debido a la falta de información sobre los sistemas de CC, se tiene contemplado el uso de mano de obra para la construcción del prototipo.

Datos básicos para el análisis del factor de salario real			
DICAL	Días calendario		366
DIAGI	Días de aguinaldo		15
PIVAC	Días por prima vacacional		1.5
TP	Total de días realmente pagados al año	suma	382
DIDOM	Días de descanso obligatorio		52
DIVAC	Días de vacaciones		6
DIFEO	Días festivos por ley		5
DIPEC	Días perdidos por condiciones de clima (lluvia y otros)		3
DIPCO	Días por costumbre		4
DIPEN	Días por permisos y enfermedad no profesional		3
DINLA	Días no laborados al año suma:		73
TI	Total de días realmente laborados al año (ducal)-(dinla)	suma	293
TP / TI	Días pagados / días laborados		1.305460
FSBC	Factor de salario base de cotización (tp / dical) para cálculo de imss		1.045080

No	Categoría	Salario Nominal Diario "Sn"	Salario Base de Cotización	$\frac{Tp}{TI}$	Ps	$Fsr = Ps \left( \frac{Tp}{TI} \right) + \left( \frac{Tp}{TI} \right)$	SALARIO REAL Sr = Sn * Fsr
1	Oficial albañil	\$308.17	\$322.06	1.30546	0.27217	1.660767	\$511.80
2	Cabo de oficios	\$399.22	\$417.22	1.30546	0.26332	1.649214	\$658.40
3	Ayudante	\$189.09	\$197.61	1.30546	0.29779	1.694213	\$320.36
4	Plomero	\$189.09	\$197.61	1.30546	0.29779	1.694213	\$320.36
5	Herrero	\$189.09	\$197.61	1.30546	0.29779	1.694213	\$320.36
6	Electricista	\$189.09	\$197.61	1.30546	0.29779	1.694213	\$320.36

## Cuadrillas.

Clave	Personal	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
PE	Peón	Hor	6	100	10
CB	Cabo	Hor	6	100	10
MA	Maestro	Hor	6	130	13
PL	Plomero	Hor	6	100	10
EC	Electricista	Hor	6	100	10

## 14.2 Precios Unitarios.

Formato de precio unitario					
Concepto					Unidad
Trazo y nivelación topográfica de terreno para estructuras, estableciendo ejes y referencias para superficies de 300-900m <sup>2</sup>					m <sup>2</sup>
Desglosé					
clave	Concepto	Unidad	cantidad	costo	importe
Materiales					
302-CAL-0102	calhdra, tonelada	TON	0.0001	\$2,240.00	\$0.22
305-M3A-0101	duela de pino de 3a de 3/4x4x8' (0.019x0.10x2.44 m)	PZA	0.0050	\$35.00	\$0.18
303-ARF-0201	varilla r-42 del no. 3, (3/8 ø), kg, 0.557 kg/m	KG	0.000010	\$12.20	\$0.00
<b>Subtotal:</b>	<b>Materiales</b>				<b>\$0.40</b>
Mano de obra					
MO-URB-11-2	topógrafo (urbanización)	JOR	1	\$751.44	\$751.44
MO-URB-03-2	ayudante especializado (urbanización)	JOR	2	\$397.34	\$794.68
	Importe:				\$1,546.12
	Volumen:			0.001000	\$1.55
<b>Subtotal:</b>	<b>Mano de obra</b>				<b>\$1,55</b>
Equipo y herramienta					
EQTRAN	Equipo de topografía	HOR	0.004	\$20.22	\$0.08
%MO1	Herramienta menor	%	0.030	\$1.55	\$0.05
<b>Subtotal:</b>	<b>Equipo y herramienta</b>				<b>\$0.13</b>
	<b>Costo directo</b>				<b>\$3,546.12</b>
	Indirectos				622.10
	<b>Subtotal</b>				<b>4,168.22</b>
	Financiamiento				41.68
	Utilidad				291.77
	<b>Precio unitario</b>				<b>4501.45</b>
Concepto					Unidad
Armado de Sistema de countour crafting. incluye: montaje de partes, materiales y traslado.					m <sup>2</sup>
Desglosé					
clave	Concepto	Unidad	cantidad	costo	importe
Materiales					
CC-01	Montaje de estructura principal para construcciones de 100 a 400 m <sup>2</sup>	Un	4	\$2,356	\$9,424
CC-02	Montaje de rieles para cabezales de extracción de concreto	un	2	\$1,560	\$3,120
CC-03	Equipamiento de cabezales de extruccion con refacciones	un	3	\$756	\$2,260
<b>Subtotal:</b>	<b>Materiales</b>				<b>\$15,800</b>
Mano de obra					
01-0883	Operador de vehículo c/grúa	HOR	0.004	\$20.22	\$0.05

01-0887	Ensamblador	JOR	1	\$115	\$115
	Técnico de Software	JOR	1	\$230.00	\$230.00
<b>Subtotal:</b>	<b>Mano de obra</b>				<b>\$345.00</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
%MO1	Herramienta menor	HOR	0.004	\$20.22	\$0.05
	Equipo y herramienta	%	0.030	\$1.55	\$0.13
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>\$0.18</b>
				<b>Costo directo</b>	<b>\$16,203.18</b>
				Indirectos	2,916.57
				<b>Subtotal</b>	<b>19,119.72</b>
				Financiamiento	191.19
				Utilidad	1338.38
				<b>Precio unitario</b>	<b>20,649.29</b>
<b>Concepto</b>					<b>Unidad</b>
Losa de 30 cm de espesor para cimentación estructurada con contratraves de 60 x 20 cm a base de concreto fc = 250 kg/cm2 premezclado con inclusión de impermeabilizante integral armada con varilla corrugado.					m³
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
1256	Agua de toma municipal	m³	0.0262	\$21.3300	\$0.55
1587	Arena	m³	0.5826	\$201.000	\$11.33
9585	Cemento normal gris tipo I en saco	t	0.0402	\$2,500.00	\$100.55
4588	Grava de 3/4"	m³	0.0683	\$201.00	\$13.72
<b>Subtotal:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$125.30</b>
<b>Mano de obra</b>					
1256	Técnico en extorsión	JOR	1	\$115	\$115
1257	Oficial albañil	JOR	1	\$115	\$115
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$230</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
3455	Maquina CC	H	----	263	263
5452	Revolvedora para concreto	h	0.0549	85.8100	4.7137
%MO1	Herramienta menor			5.00%	20.0979
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>24.801</b>
				<b>Costo directo</b>	<b>379.8</b>
				Indirectos	68.36
				<b>Subtotal</b>	<b>448.16</b>
				Financiamiento	4.48
				Utilidad	31.37
				<b>Precio unitario</b>	<b>479.53</b>
<b>Concepto</b>					<b>Unidad</b>
Estructuras metálicas angular IR (IPR) de 10 x 49" de acero fy=3515, canal y vigas, hasta 13.7kg/m (perfiles ligeros), incluye: montaje hasta 25m. de altura con grúa.					ml
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
1746	Soldadura E-6013 de 1/8"	kg	0.0011	38.300	0.0418
2245	Perfil estructural	kg	1.04	27.000	28.080
<b>Subtotal:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$28.1218</b>
<b>Mano de obra</b>					
1256	Ayudante	Jor	0.0125	249.35	3.11
1257	Herrero de campo	Jor	0.0125	380.69	4.758
1255	Cabo de oficios	Jor	0.04	512.28	0.2134
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$8.089</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
57498	Soldador de arco eléctrico	h	0.0125	7.047	0.0934
%MO1	Herramienta menor			5.00%	0.40
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>0.49</b>
				<b>Costo directo</b>	<b>36.70</b>
				Indirectos	\$6.24
				<b>Subtotal</b>	<b>\$42.94</b>
				Financiamiento	\$0.43
				Utilidad	\$3.01

					Precio unitario	\$45.94
Concepto					Unidad	
Muro divisorio de Concreto Extruido por countourcrafting (CC) con f'c=250kg/cm2 de 15 cm de grosor con interior zigzagado de pare de 5 cm					m <sup>2</sup>	
Desglosé						
clave	Concepto	Unidad	cantidad	costo	importe	
Materiales						
1256	Agua de toma municipal	m <sup>3</sup>	0.0262	\$21.3300	\$0.55	
1587	Arena	m <sup>3</sup>	0.5826	\$201.000	\$11.33	
9585	Cemento normal gris tipo I en saco	t	0.0402	\$2,500.00	\$100.55	
4588	Grava de 3/4"	m <sup>3</sup>	0.0683	\$201.00	\$13.72	
<b>Subtotal:</b>					<b>Materiales</b>	<b>\$125.30</b>
Mano de obra						
1256	Técnico especializado	JOR	.14	\$1156	\$115	
1257	Oficial albañil	JOR	1	\$115	\$115	
<b>Subtotal:</b>					<b>Mano de obra</b>	<b>\$230</b>
Equipo y herramienta						
3455	Maquina CC	H	----	263	263	
5452	Revolvedora para concreto	h	0.0549	85.8100	4.7137	
%MO1	Herramienta menor			5.00%	20.0979	
<b>Subtotal:</b>					<b>Equipo y herramienta</b>	<b>24.801</b>
					<b>Costo directo</b>	<b>379.8</b>
					Indirectos	\$64.57
					<b>Subtotal</b>	<b>\$444.37</b>
					Financiamiento	\$4.44
					Utilidad	\$31.11
					<b>Precio unitario</b>	<b>\$475.47</b>
Concepto					Unidad	
Tubería de PP-R, de 20 mm de diámetro. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.					ml	
Desglosé						
clave	Concepto	Unidad	cantidad	costo	importe	
Materiales						
346-PSD-0101	Tubería de PP-R, de 20 mm de 6m	PZA	12	\$240.3	\$2,880.00	
<b>Subtotal:</b>					<b>Materiales</b>	<b>\$2,880.00</b>
Mano de obra						
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34	
MO083	oficial plomero	JOR	1.000000	\$685.90	\$685.90	
MO094	sobrestante	JOR	0.100000	\$751.44	\$75.14	
	Importe:				\$1158.38	
	Rendimiento: M/JOR		30.000000		\$38.61	
<b>Subtotal:</b>					<b>Mano de obra</b>	<b>\$38.61</b>
Equipo y herramienta						
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$38.61	\$1.16	
<b>Subtotal:</b>					<b>Equipo y herramienta</b>	<b>\$1.16</b>
					(CD) Costo directo	\$65.78
					Costo indirecto integrado	25.40% \$82.49
					<b>Costo directo</b>	<b>\$4,152.36</b>
					Indirectos	\$705.90
					<b>Subtotal</b>	<b>\$4,858.26</b>
					Financiamiento	\$48.58
					Utilidad	\$340.08
					<b>Precio unitario</b>	<b>\$5,198.34</b>
Concepto					Unidad	
Tubo de PVC sanitario de 40 mm de diámetro para cementar, marca: tubos rex. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, soldadura, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.					ml	
Desglosé						
clave	Concepto	Unidad	cantidad	costo	importe	
Materiales						

346-PSD-0101	Tubo PVC sanitario de 40 mm, de 6.00 m extremos lisos	PZA	0.175000	\$148.60	\$26.01
<b>SUBTOTAL:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$26.01</b>
<b>Mano de obra</b>					
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34
MO083	oficial plomero	JOR	1.000000	\$685.90	\$685.90
MO094	sobrestante	JOR	0.100000	\$751.44	\$75.14
	Importe:				\$1158.38
	Rendimiento: M/JOR		30.000000		\$38.61
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$38.61</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$38.61	\$1.16
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>\$1.16</b>
	(CD) Costo directo				\$65.78
	Costo indirecto integrado			25.40%	\$82.49
				<b>Costo directo</b>	<b>\$82.49</b>
				Indirectos	2,916.57
				<b>Subtotal</b>	<b>19,119.72</b>
				Financiamiento	191.19
				Utilidad	1338.38
				<b>Precio unitario</b>	<b>20,649.29</b>
<b>Concepto</b>					<b>Unidad</b>
Tubería de acrílico transparente para Fotobiorreactor de pared de 2mm 80 mmø incluye suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.					ml
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
346-PSD-0101	Tubo Tubería de acrílico transparente mm, de 6.00 m extremos lisos	PZA	0.175000	\$148.60	\$26.01
<b>Subtotal:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$26.01</b>
<b>Mano de obra</b>					
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34
MO083	oficial plomero	JOR	1.000000	\$685.90	\$685.90
MO094	sobrestante	JOR	0.100000	\$751.44	\$75.14
	Importe:				\$1158.38
	Rendimiento: M/JOR		30.000000		\$38.61
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$1938.61</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
EQTRAN	Equipo de topografía	HOR	0.004	\$20.22	\$0.05
%MO1	Herramienta menor	%	0.030	\$1.55	\$0.13
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>\$2.08</b>
				<b>Costo directo</b>	<b>2,379.15</b>
				Indirectos	2,916.57
				<b>Subtotal</b>	<b>19,119.72</b>
				Financiamiento	191.19
				Utilidad	1338.38
				<b>Precio unitario</b>	<b>20,649.29</b>
<b>Concepto</b>					<b>Unidad</b>
Puerta sellada de local de aire reforzada con un abatimiento del lado derecho de 0.90 x 2.10 m de aluminio de 1" con un antepecho de 0.21x0.90 m a base de cristal claro templado de 9mm. de aluminio color natural de 2", incluye: suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips, jaladeras de aluminio de 1 1/2" x 0,75 m. de altura, bisagras hidráulicas, mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación. p.u.o.t.					Pza
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
330-CUP-0000	Perfil de aluminio cuprum	KG	2.450000	\$139.09	\$340.77
330-ALU-0204	Recubrimiento pintado blanco	M2	1.470000	\$113.70	\$167.14
	importe:				\$507.91
	volumen:		0.956000		\$485.56

330-CUP-0000	perfil de aluminio cuprum	KG	5.710000	\$139.09	\$794.20
330-ALU-0204	recubrimiento pintado blanco	M2	1.355000	\$113.70	\$154.06
	importe:				\$948.26
	volumen:		0.144000		\$136.55
330-CUP-0000	perfil de aluminio cuprum	KG	4.048000	\$139.09	\$563.04
330-ALU-0204	recubrimiento pintado blanco	M2	0.989000	\$113.70	\$112.45
	importe:				\$675.49
	volumen:		1.052000		\$710.62
332-HER-0801	pivote descentrado	PZA	1.000000	\$100.09	\$100.09
332-TOR-0303	pija 10x1 1/2	CTO	0.500000	\$58.48	\$29.24
332-TOR-0601	taquete de 1/4	CTO	0.220000	\$21.37	\$4.70
332-VIN-0401	vinil	KG	0.913000	\$94.47	\$86.25
332-SEL-0501	acrilastic cartucho 280 ml	PZA	0.530000	\$91.16	\$48.31
333-VIB-0502	crystal tintex verde de 6 mm	M2	0.927000	\$336.53	\$311.96
332-HEL-0201	jaladera estriada de 25 cms 2028	PZA	2.000000	\$111.33	\$222.66
332-VIN-0501	felpa	M	9.700000	\$1.70	\$16.49
332-PHI-0102	chapa Philips 550 ch sin manijas	PZA	1.000000	\$351.98	\$351.98
330-CUP-0000	perfil de aluminio cuprum	KG	5.612000	\$139.09	\$780.57
	importe:				\$780.57
	volumen:		0.039000		\$30.44
332-TOR-0701	tensor de 3/8 con tuercas y rondanas	JGO	2.000000	\$51.73	\$103.46
SUBTOTAL:				<b>Materiales</b>	<b>\$4629.42</b>
<b>Mano de obra</b>					
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34
MO081	oficial aluminero	JOR	1.000000	\$685.90	\$685.90
MO082	cabo de oficios	JOR	0.100000	\$685.90	\$68.59
	importe:				\$1151.83
	volumen:		2.586000		\$2978.63
MO021	ayudante general	JOR	1.000000	\$371.32	\$371.32
MO066	oficial vidriero	JOR	1.000000	\$607.08	\$607.08
MO082	cabo de oficios	JOR	0.100000	\$685.90	\$68.59
	importe:				\$1046.99
	volumen:		0.108000		\$113.07
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$3091.70</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
%MO1	herramienta menor	%	0.030000	\$3,091.70	\$92.75
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>\$92.75</b>
				<b>Costo directo</b>	<b>\$9,798.59</b>
				Indirectos	\$1,665.76
				<b>Subtotal</b>	<b>\$11,464.35</b>
				Financiamiento	\$114.64
				Utilidad	\$802.50
				<b>Precio unitario</b>	<b>\$12,266.85</b>
<b>Concepto</b>					<b>Precio unitario</b>
Tubo Conduit metálico flexible de 16 mm de Diam. incluye: materiales, mano de obra, herramienta, equipo, desperdicios, cortes, andamios, acarreo horizontales y/o verticales al sitio de los trabajos, limpieza del área. p.u.o.t.					ml
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
342-OMG-0501	tubo Conduit galvanizado pared gruesa 13 mm omega	PZA	0.35000	\$90.13	\$31.55
<b>Subtotal:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$31.55</b>
<b>Mano de obra</b>					
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34
MO084	oficial electricista	JOR	1.000000	\$685.90	\$685.90
MO094	sobrestante	JOR	0.100000	\$751.44	\$75.14
	importe:				\$1158.38
	rendimiento: m/jor		60.000000		\$19.31
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$19.31</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
%MO1	herramienta menor	%	0.030000	\$19.31	\$0.58
%MO2	andamios	%	0.050000	\$19.31	\$0.97



<b>Subtotal:</b>	<b>Equipo y herramienta</b>				<b>\$1.55</b>
	(cd) costo directo				\$52.41
	(ci) indirectos		0.0000%		\$0.00
	subtotal1				\$52.41
	(cf) financiamiento		0.0000%		\$0.00
	subtotal2				\$52.41
	(cu) utilidad		0.0000%		\$0.00
				<b>Costo directo</b>	<b>\$52.41</b>
				Indirectos	9.43
				<b>Subtotal</b>	<b>61.84</b>
				Financiamiento	0.61
				Utilidad	4.33
				<b>Precio unitario</b>	<b>66.17</b>
<b>Concepto</b>					<b>Unidad</b>
Suministro e instalación de tablero de distribución, montaje en pared tipo nq para 18 espacios de un polo, int. principal 3p x 15a, cat. nq184ab100s, incluye: pruebas, mano de obra, herramienta y equipo, andamios, acarreo del material (horizontales y verticales) al sitio de su utilización, limpieza de área al concluir los trabajos conforme a la especificación general de construcción, p.u.o.t. con los siguientes interruptores derivados					Pza
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
ELE-0015	Tablero de distribución square D	pza	1	\$4,506.00	\$4,506.00
<b>Subtotal:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$4,506.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34
MO084	oficial electricista	JOR	1.000000	\$685.90	\$685.90
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$1,032.24</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
%MO1	herramienta menor	%	0.030000	\$19.31	\$0.58
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>\$1.55</b>
				<b>Costo directo</b>	<b>\$5,538.24</b>
				Indirectos	\$941.50
				<b>Subtotal</b>	<b>\$6,479.74</b>
				Financiamiento	\$64.80
				Utilidad	\$453.58
				<b>Precio unitario</b>	<b>\$6,933.32</b>
<b>Concepto</b>					<b>Precio unitario</b>
Panel ET Solar de 260W, incluye: 40 módulo fotovoltaico de 150wp, inversor CD/CA de 3000w, controlador de carga seguidor de máxima potencia de 80A, 12 baterías Cale Solar 12v, 115Ah, cables, soportes y accesorios, marca Breton, incluye: instalación y pruebas.					Pza
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
PS-5521	Panel ET Solar de 260W	Pza	1	\$25,356.20	\$25,356.20
PS-5522	Inversor CD/CA de 3000w	Pza	1	\$10,456.50	\$10,456.50
PS-5523	Controlador de carga	Pza	1	\$530.00	\$530.00
<b>Subtotal:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$35,010.70</b>
<b>Mano de obra</b>					
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34
MO084	oficial electricista	JOR	1.000000	\$685.90	\$685.90
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$1,032.24</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
%MO1	herramienta menor	%	0.030000	\$19.31	\$0.58
<b>Subtotal:</b>	Equipo y herramienta				\$1.55
				<b>Costo directo</b>	<b>\$35,738.24</b>
				Indirectos	\$6,075.50
				<b>Subtotal</b>	<b>\$41,813.74</b>
				Financiamiento	\$418.14
				Utilidad	\$2,926.96
				<b>Precio unitario</b>	<b>\$44,740.70</b>
<b>Concepto</b>					<b>Precio unitario</b>

Cabina de niebla para cultivo con capacidad para 76 plantas con aspersores y sistema de drenado incluido. incluye suministro, colocación, herraje, mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación					Pza
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
330-CUP-0000	Perfil de aluminio cuprum	KG	2.450000	\$139.09	\$340.77
330-ALU-0204	Recubrimiento pintado blanco	M2	1.470000	\$113.70	\$167.14
	importe:				\$507.91
	volumen:		0.956000		\$485.56
330-CUP-0000	perfil de aluminio cuprum	KG	5.710000	\$139.09	\$794.20
330-ALU-0204	recubrimiento pintado blanco	M2	1.355000	\$113.70	\$154.06
	importe:				\$948.26
	volumen:		0.144000		\$136.55
330-CUP-0000	perfil de aluminio cuprum	KG	4.048000	\$139.09	\$563.04
330-ALU-0204	recubrimiento pintado blanco	M2	0.989000	\$113.70	\$112.45
	importe:				\$675.49
	volumen:		1.052000		\$710.62
	Aspersores	pza	10	\$52.00	\$520.00
	Plástico antiséptico traslucido de 2mm	M2	12	\$25.00	\$300.00
<b>Subtotal:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$5,010.70</b>
<b>Mano de obra</b>					
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34
MO081	oficial aluminero	JOR	1.000000	\$685.90	\$685.90
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$1,032.24</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
	herramienta menor	%	0.030000	\$19.31	\$0.58
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>\$1.55</b>
				<b>Costo directo</b>	<b>\$8,123.45</b>
				Indirectos	1,462.221
				<b>Subtotal</b>	<b>9,585.67</b>
				Financiamiento	95.85
				Utilidad	671
				<b>Precio unitario</b>	<b>10,256.7</b>
<b>Concepto</b>					<b>Unidad</b>
Evaporador marca totagua modelo vacudest 120 de 40 Litros, con sistema de auto limpieza y sistema de retorno de agua en bucle. incluye suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación					Pza
<b>Desglosé</b>					
<b>clave</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo</b>	<b>importe</b>
<b>Materiales</b>					
PS-5521	Evaporador vacudest 120	Pza	1	\$45,356.20	\$45,356.20
PS-5522	Control de presión	Pza	1	\$5,465.00	\$5,465.00
<b>Subtotal:</b>				<b>Materiales</b>	<b>\$51,130.24</b>
<b>Mano de obra</b>					
MO031	ayudante especializado	JOR	1.000000	\$397.34	\$397.34
MO084	oficial Mecánico	JOR	1.000000	\$1200.23	\$1200.23
<b>Subtotal:</b>				<b>Mano de obra</b>	<b>\$1597.57</b>
<b>Equipo y herramienta</b>					
%MO1	herramienta menor	%	0.030000	\$19.31	\$0.58
<b>Subtotal:</b>				<b>Equipo y herramienta</b>	<b>\$1.55</b>
				<b>Costo directo</b>	<b>\$52,753.70</b>
				Indirectos	\$8,968.13
				<b>Subtotal</b>	<b>\$61,721.83</b>
				Financiamiento	\$617.22
				Utilidad	\$4,320.53
				<b>Precio unitario</b>	<b>\$66,042.36</b>

## 14.3 Catálogo de conceptos.

PRE	PRELIMINARES		
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad
PRE-001	Trazo y nivelación topográfica de terreno para estructuras, estableciendo ejes y referencias para superficies de 300-900m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	387.22 m <sup>2</sup>
PRE-002	Excavación por medios mecánicos en material tipo ii, en terreno seco o saturado	m <sup>2</sup>	387.22 m <sup>2</sup>
PRE-003	Armado de Sistema de countour crafting. incluye: montaje de partes, materiales y traslado.	Sis	1
CIM	Cimentación		
	Excavación en cepa, con retroexcavadora en material tipo "II" zona "B" seco, de 0.00 a 2.00 m. de profundidad, sin afine de taludes y fondo, incluye: apile del material en el lugar. (no incluye ademes)	m <sup>2</sup>	66.22 m <sup>2</sup>
	Base de tepetate en capas de 20cm. compactada al 90% Proctor.	m <sup>2</sup>	387.22 m <sup>2</sup>
CIM-EST-041	Losa de 30 cm de espesor para cimentación estructurada con contratraves de 60 x 20 cm a base de concreto f <sub>c</sub> = 250 kg/cm <sup>2</sup> premezclado con inclusión de impermeabilizante integral armada con varilla corrugado.	m <sup>2</sup>	160.33 m <sup>2</sup>
CIM-EST-042	Losa de 30 cm de espesor para cimentación estructurada con contratraves de 60 x 20 cm a base de concreto f <sub>c</sub> = 250 kg/cm <sup>2</sup> premezclado con inclusión de impermeabilizante integral armada con varilla corrugado.	m <sup>2</sup>	160.78 m <sup>2</sup>
CIM-EST-043	Losa de 30 cm de espesor para cimentación estructurada con contratraves de 60 x 20 cm a base de concreto f <sub>c</sub> = 250 kg/cm <sup>2</sup> premezclado con inclusión de impermeabilizante integral armada con varilla corrugado.	m <sup>2</sup>	66.22 m <sup>2</sup>
CIM-EST-042	Losa piso de 15 cm, a base de concreto f <sub>c</sub> = 200 kg/cm <sup>2</sup> , armada con varilla del No. 3 a cada 20 cm en ambos sentidos.	m <sup>2</sup>	387.22 m <sup>2</sup>
ESTR	Estructura		
SUP-ESTR-019	Losa plana en super estructura de 15 cm. de peralte, fabricada con concreto f <sub>c</sub> =200 kg/cm <sup>2</sup> , r.n. agreg.max. 20 mm. (3/4"), incluye: cimbra acabado comun, descimbra, habilitado de 100 kg de acero de refuerzo de 5/8" y 1/2" x m3. de concreto, materiales, mano de obra y equipo.	m <sup>2</sup>	66.22 m <sup>2</sup>
SUP-ESTR-066	Perfil I Rectangular IR (IPR) de 10 x 49" de acero fy=3515	m	40.553
SUP-ESTR-067	Perfil I Rectangular IR (IPR) de 14 x 61" de acero fy=3515	m	441.68
SUP-ESTR-068	Perfil C Estandar CE de 5 x 6.7" de acero fy=3516	m	29.938
SUP-ESTR-066	Estructuras metalicas tangular IR (IPR) de 10 x 49" de acero fy=3515, canal y vigas, hasta 13.7kg/m (perfiles ligeros), incluye: montaje hasta 25m. de altura con grua.	ml	40.553
SUP-ESTR-067	Estructuras metalicas Perfil I Rectangular IR (IPR) de 14 x 61" de acero fy=3515, canal y vigas, hasta 13.7kg/m (perfiles ligeros), incluye: montaje hasta 25m. de altura con grua.	ml	441.68
SUP-ESTR-068	Estructuras metalicas Perfil C Estandar CE de 5 x 6.7" de acero fy=3516, canal y vigas, hasta 13.7kg/m (perfiles ligeros), incluye: montaje hasta 25m. de altura con grua.	ml	29.938
SUP-ESTR-105	Placa A-50 de 13 mm (1/2) de Espesor.Estructura de acero de alta resistencia, hecha a base de Placa A-50, Incluye; acabado con praimer anticorrosivo, cortes, desperdicios, habilitado, soldado y montaje, así como el suministro de todos los materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	pza	36
SUP-ESTR-067	Columna metálica con IR 356 X 90.8 (IPR) 13.60 kg/m, incluye: planos de taller, dimensionamiento, cortes, perfilado, montaje, soldadura, primario y final.	ml	302.496
ALB	Albañilería		
ALB-003	Piso de concreto simple de 5cm. de espesor, fabricado con concreto hecho en obra, con revoladora, f <sub>c</sub> =100 kg/cm <sup>2</sup> ., r.n. agr.max. 40 mm. (1 1/2"), con acabado escobillado, incluye: acarreo de los materiales a 1a. estación a 20 m. de distancia horizontal.	m <sup>2</sup>	387.22 m <sup>2</sup>
ALB-009	Registro 0.4x0.6x1m de tabique rojo asentado con mortero cem-are 1:4 incluye: marco y tapa.	Pz	2
MAT-EST-002	Muro de Concreto Extruido por countourcrafting (CC) con f <sub>c</sub> =250kg/cm <sup>2</sup> de 10 cm de grosor con aislante térmico a base de Paneles de Vacío y recubrimiento de masaroca	m <sup>2</sup>	255.91 m <sup>2</sup>
MAT-EST-003	Muro divisorio de Concreto Extruido por countourcrafting (CC) con f <sub>c</sub> =250kg/cm <sup>2</sup> de 15 cm de grosor con interior zigzagado de pare de 5 cm		11.78 m <sup>2</sup>
MAT-EST-003	Muro divisorio de Concreto Extruido por countourcrafting (CC) con f <sub>c</sub> =250kg/cm <sup>2</sup> de 15 cm de grosor con interior zigzagado de pare de 5 cm	m <sup>2</sup>	492.54 m <sup>2</sup>
MAT-EST-004	Losa de Concreto Extruido por countourcrafting (CC) con f <sub>c</sub> =250kg/cm <sup>2</sup> de 10 cm de grosor con aislante termico a base de Paneles de Vacío y recubrimiento de masaroca	m <sup>2</sup>	30.64 m <sup>2</sup>
CICI-01	Cimbra común losas c/tarimas 50x100cm. incluye: materiales y mano de obra.	m <sup>2</sup>	387.22 m <sup>2</sup>

INS-HS	Instalaciones Hidrosanitarias		
INS-HR-010	Tubería de PP-R, de 20 mm de diámetro. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	ml	22.764
INS-HR-011	Tubería de PP-R, de 25 mm de diámetro. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	ml	344.563
INS-HR-012	Tubería de PP-R, de 32 mm de diámetro. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	ml	94.235
INS-HR-013	Tubería de PP-R, de 32 mm de diámetro. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	ml	1.693
INS-SA-001	Tubo de PVC sanitario de 40 mm de diámetro para cementar, marca: tubos red. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, soldadura, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	ml	1.585
INS-SA-002	Tubo de PVC sanitario de 50 mm de diámetro para cementar, marca: tubos red. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, soldadura, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	ml	45.837
INS-SA-003	Tubo de PVC sanitario de 75 mm de diámetro para cementar, marca: tubos red. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, soldadura, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	ml	4.29
INS-SA-004	Tubo de PVC sanitario de 100 mm de diámetro para cementar, marca: tubos red. incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, soldadura, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	ml	2.749
INS-SA-075	SopORTE para tuberías horizontales para un tubo a base Unicanal, marca crimines, figura 200 (tornillería y varilla roscada). incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	Pza.	68.00
PBR-007	Tubería de acrílico transparente para Fotobiorreactor de pared de 2mm 32 mmø: incluye suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	Ml	0.754
PBR-008	Tubería de acrílico transparente para Fotobiorreactor de pared de 2mm 50 mmø incluye suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	Ml	0.032
PBR-009	Tubería de acrílico transparente para Fotobiorreactor de pared de 2mm 80 mmø incluye suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, desperdicios, acarreo dentro de la obra, pruebas de funcionamiento, limpieza propia para ejecutar el concepto, conforme a proyecto y a las especificaciones generales de construcción, precio por unidad de obra terminada.	Ml	499.883
ARQ-HRR	Herrería		
HR-HH-015	Cubierta con sistema integral Danpalon a base de panel de policarbonato con configuración panel de abeja para mayor resistencia al impacto, con mejores prestaciones ópticas y térmicas de 8mm de espesor, incluye: perfil conector y espaciador de aluminio, mano de obra, herramienta y equipo.	pza	1
HR-HH-018	Cancel con una sección de 1.13 x 2.25 mts con 1 ventilas abatibles hacia el exterior. a base de cristal claro templado de 9mm. de aluminio color natural de 2", herrajes para cristal marca philips ó similar, cerrajes, bisagras hidráulicas, incluye: suministro, colocación, mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación. p.u.o.t.	pza	1
HR-HH-004	Puerta sellada de local de aire reforzada con un abatimiento del lado derecho de 0.90 x 2.10 m de aluminio de 1" con un antepecho de 0.21x0.90 m a base de cristal claro	pza	2

	templado de 9mm. de aluminio color natural de 2", incluye: suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips, jaladeras de aluminio de 1 1/2" x 0,75 m. de altura, bisagras hidráulicas, tope, chapa, cierra puertas marca VALE canal de aluminio de 1", mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación. p.u.o.t.		
HR-HH-005	Puerta sellada de local de aire reforzada con un abatimiento del lado derecho de 0.90 x 2.10 m de aluminio de 1" con un antepecho de 0.21x0.90 m a base de cristal claro templado de 9mm. de aluminio color natural de 2", incluye: suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips, jaladeras de aluminio de 1 1/2" x 0,75 m. de altura, bisagras hidráulicas, mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación. p.u.o.t.	pza	18
HR-HH-001	Cancel con una sección de 3.05x 2.64m. dividido en módulos de 1.80 y 1.35 m alternadamente con aluminio color natural de 1" a base de cristal claro templado de 9mm. dos puertas de cristal templado de 9mm de 0.90x2.10 m con sifón de 3" a 0.90m, 3.25m y 5.40m s.n.p.t incluye: suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación. p.u.o.t.	pza	3
INS-ELE	Instalaciones eléctricas		
INS-EL-420	Suministro y conexión de cable del no. 8 con aislamiento tipo THW-LS, 75°C, 600 volts, conductores consume o monterrey, incluye: mano de obra, desperdicio, herramienta y equipo, andamios, acarreo de material (horizontal y vertical) al sitio de su utilización, limpieza del área al concluir los trabajos conforme a la especificación general de construcción.	ml	20
INS-EL-400	Tubo Conduit metálico flexible de 16 mm de diam. incluye: materiales, mano de obra, herramienta, equipo, desperdicios, cortes, andamios, acarreo horizontales y/o verticales al sitio de los trabajos, limpieza del área. p.u.o.t.	ml	46
INS-EL-404	Tubo Conduit metálico flexible de 35 mm de diam. incluye: materiales, mano de obra, herramienta, equipo, desperdicios, cortes, andamios, acarreo horizontales y/o verticales al sitio de los trabajos, limpieza del área. p.u.o.t.	ml	3.47
INS-EL-368	Suministro e instalación de tablero de distribución, montaje en pared tipo nq para 18 espacios de un polo, int. principal 3p x 15a, cat. nq184ab100s, incluye: pruebas, mano de obra, herramienta y equipo, andamios, acarreo del material (horizontales y verticales) al sitio de su utilización, limpieza de área al concluir los trabajos conforme a la especificación general de construcción, p.u.o.t. con los siguientes interruptores derivados	pza	12
INS-EL-331	Apagador sencillo de 15 amp. 120 v., catalogo 5691-2w, con herrajes y placa de acero inoxidable color plata, marca leviton, alojado en caja de lámina galvanizada tipo chalupa incluye: materiales, mano de obra, herramienta, equipo, desperdicios, cortes, andamios, acarreo horizontales y/o verticales al sitio de los trabajos, limpieza del área. p.u.o.t.	pza	18
INS-EL-392	Luminaria de suspensión modelo Olsen fabricada en aluminio y difusor de PMMA blanco opal, marca Belux, incluye: conexiones y pruebas.	Pza	2
INS-EL-342	Luminaria CTLED-160/20W/30 LIBERIA tecnolite Satinado Suspendido	Pza	18
INS-EL-332	Luminaria de crecimiento ADAPT GROW LED tipo cubo de 90W de 2 colores marca ADAPTA	Pza	34
INS-EL-337	Luminaria LED de punto DL-LED/5.5W PARONA II Tecnolite	Pza	16
INS-EL-352	Luminaria PANEL LED PTL-5130/CR IVANKA Cromado Sobreponer en techo 30 W 100-240 V ~	Pza	12
INS-EL-335	Planta solar autónoma básica mod. BRET-PES-1200-CA, incluye: 8 módulo fotovoltaico de 150wp, inversor CD/CA de 3000w, controlador de carga seguidor de máxima potencia de 80A, 12 baterías Cale Solar 12v, 115Ah, cables, soportes y accesorios, marca Bretcon, incluye: instalación y pruebas.	Sis	118
EQ-ESP	Equipos especiales		
EQ-ES-001	Biofiltro para lodos con láminas extraíbles y sistema de drenado. incluye suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.	Pza	3
EQ-ES-002	Cabina de niebla para cultivo con capacidad para 76 plantas con aspersores y sistema de drenado incluido. incluye suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación	Pza	8
EQ-ES-003	Evaporador marca totagua modelo vacudest 120 de 40 Litros, con sistema de auto limpieza y sistema de retorno de agua en bucle. incluye suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación	Pza	1
EQ-ES-005	Destilador de agua tratada por condensación metálico, de capacidad de 5 litros al día. incluye suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación	Pza	2

EQ-ES-006	Planta de tratamiento de aguas negras de 4 partes con capacidad de 10000L incluye suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación	Pza	1
EQ-ES-007	Filtro de impurezas de diatomita para agua pre tratada incluye suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación	Pza	2
EQ-ES-008	Intercambiador iónico para tratamiento de agua de resinas incluye suministro, colocación, herrajes para cristal marca Philips mano de obra especializada, acarreo, elevaciones, maniobras, equipo, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación	Pza	2

## 14.4 Presupuesto de obra

Para la elaboración de este presupuesto es necesario aclarar que muchos de los equipos propuestos no están hechos para un mercado comercial y su precio puede variar drásticamente.

La mayoría de los precios presentados son aproximaciones y el presupuesto tiene un margen de error que puede variar.

CLAVE	DESCRIPCION	PRESUPUESTO
<b>PRE</b>	Preliminares	\$45,360.00
<b>CIM</b>	Cimentación	\$89,390.00
<b>EST</b>	Estructura	\$1,635,856.00
<b>ALB</b>	Albañilería	\$1,060,331.00
<b>HRR</b>	Herrería	\$75,200.00
<b>IHS</b>	Instalaciones Hidrosanitarias	\$169,630.00
<b>IEL</b>	Instalaciones Eléctricas	\$122,712.00
<b>ISP</b>	Instalaciones especiales	\$102,508.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$3,300,987.00</b>

## CAPITULO XV. FINANCIAMIENTO

En este capítulo se expondrán los posibles programas de financiamiento para el prototipo de acuerdo a los campos de aplicación y la naturaleza de estas algunas de las posibles soluciones de financiamiento son las siguientes:

### 15.1 Fuentes de financiamiento nacionales.

Fondo	Función
 <p>FONDOS Y APOYOS CONACYT</p>	<p>Otorgan apoyos y financiamientos para actividades directamente vinculadas al desarrollo de la investigación científica y tecnológica; becas y formación de recursos humanos especializados; realización de proyectos específicos de investigación científica y modernización, innovación y desarrollos tecnológicos, divulgación de la ciencia y la tecnología; creación, desarrollo o consolidación de grupos de investigadores o centros de investigación, así como para otorgar estímulos y reconocimientos a investigadores y tecnólogos, en ambos casos asociados a la evaluación de sus actividades y resultados.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos</a></p>
 <p>FONDOS SECTORIALES</p>	<p>Fideicomisos que las dependencias y las entidades de la Administración Pública Federal conjuntamente con el CONACYT pueden constituir para destinar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos/fondos-sectoriales">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos/fondos-sectoriales</a></p>
 <p>FONDOS SECTORIALES CONSTITUIDOS</p>	<p>Son fideicomiso creado para apoyar proyectos de investigación científica y tecnológica que contribuyan a generar el conocimiento requerido para atender los problemas y necesidades del País.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2</a></p>

Fondo	Función
 <p>FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIAL SEDESOL - CONACYT</p>	<p>Fideicomiso creado para apoyar proyectos de investigación científica y tecnológica que contribuyan a generar el conocimiento requerido para atender los problemas, necesidades y oportunidades en materia de desarrollo social.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/sedesol-conacyt">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/sedesol-conacyt</a></p>
 <p>FONDO SECTORIAL CONACYT - INEGI</p>	<p>Otorga apoyos y financiamientos para la realización de investigaciones científicas, desarrollo tecnológico, innovación, el registro nacional e internacional de propiedad intelectual, y la formación de recursos humanos especializados.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-inegi">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-inegi</a></p>
 <p>FONDO SECTORIAL DE HIDROCARBUROS CONACYT - SENER</p>	<p>Fideicomiso creado para atender las principales problemáticas y oportunidades en materia de HIDROCARBUROS a través del desarrollo de tecnología y la formación de recursos especializados.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-sener-hidrocarburos">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-sener-hidrocarburos</a></p>
 <p>FONDO SECTORIAL DE SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA CONACYT - SENER</p>	<p>Impulsa la investigación científica y tecnológica aplicada, así como la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico en materia de Fuentes renovables de energía, Eficiencia energética, uso de tecnologías limpias, y diversificación de fuentes primarias de energía.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-sener-sustentabilidad-energetica">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-sener-sustentabilidad-energetica</a></p>
 <p>FONDO SECTORIAL CONAFOR - CONACYT</p>	<p>Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas que afectan al sector forestal.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conafor-conacyt">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conafor-conacyt</a></p>
 <p>FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO SOBRE EL AGUA.</p>	<p>Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas que afectan al Sector Agua.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conagua-conacyt">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conagua-conacyt</a></p>
 <p>FONDO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO PARA EL FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO DE VIVIENDA Y EL</p>	<p>Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas que afectan al Sector de Vivienda.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conavi-conacyt">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conavi-conacyt</a></p>



Fondo	Función
<p style="text-align: center;"><b>CRECIMIENTO DEL SECTOR HABITACIONAL</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>SEMARNAT - CONACYT FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL</b></p>	<p>Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas que afectan al sector medio ambiente.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/semarnat-conacyt">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/semarnat-conacyt</a></p>
 <p style="text-align: center;"><b>FONDO MIXTO</b></p>	<p>Son un instrumento que apoya el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal, a través de un Fideicomiso constituido con aportaciones del Gobierno del Estado o Municipio, y el Gobierno Federal, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos/fondos-mixtos">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos/fondos-mixtos</a></p>
 <p style="text-align: center;"><b>FONDOS MIXTOS CONSTITUIDOS</b></p>	<p>Apoya proyectos de investigación científica y tecnológica que generen el conocimiento requerido para resolver los problemas, necesidades u oportunidades del Estado.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-mixtos-constituidos">http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-mixtos-constituidos</a></p>
 <p style="text-align: center;"><b>FONDO INSTITUCIONAL DE FOMENTO REGIONAL PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN (FORDECYT)</b></p>	<p>Busca el desarrollo económico y social de las regiones del país mediante el financiamiento a propuestas de investigación, desarrollo e innovación tecnológica de alto impacto potencial que aporten soluciones a los problemas y necesidades que limitan el desarrollo o que generen oportunidades de mejora.</p> <p><a href="http://www.conacyt.mx/index.php/fondo-institucional-de-fomento-regional-para-el-desarrollo-cientifico-tecnologico-y-de-innovacion-fordecyt">http://www.conacyt.mx/index.php/fondo-institucional-de-fomento-regional-para-el-desarrollo-cientifico-tecnologico-y-de-innovacion-fordecyt</a></p>

## 10.2 Fuentes de financiamiento internacionales.

El Financiamiento internacional es otra posible fuente para desarrollar el proyecto.

---

	<b>FONDO DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.</b>	Fomentar la Cooperación Científica y Tecnológica entre México y los países miembros de la Unión Europea en los sectores contemplados en el Acuerdo de Cooperación en Ciencia y Tecnología UE-México. <a href="http://www.conacyt.mx/pti/index.php/foncicyt">http://www.conacyt.mx/pti/index.php/foncicyt</a>
	<b>PROYECTOS Y OPERACIONES DEL BANCO MUNDIAL</b>	La institución otorga préstamos con bajo interés, créditos sin intereses y donaciones a los países en desarrollo que apoyan una amplia gama de inversiones en educación, salud, administración pública, infraestructura, desarrollo del sector privado y financiero, agricultura y gestión ambiental y de recursos naturales. Algunos de estos proyectos se cofinancian con Gobiernos, otras instituciones multilaterales, bancos comerciales, organismos de créditos para la exportación e inversionistas del sector privado. <a href="http://www.bancomundial.org/projects">http://www.bancomundial.org/projects</a>
	<b>FUNDACIÓN BILL &amp; MELINDA GATES</b>	Encamina la investigación científica hacia aquellas áreas donde pueda lograr un mayor impacto y agilizar la traducción de hallazgos en soluciones que permitan mejorar la salud de las personas y salvar vidas. Busca ideas y soluciones que emanen de mentes creativas a nivel mundial especializadas en ámbitos diversos, e invertimos en investigación que fomente los descubrimientos a través de diversos canales, entre ellos nuestros programas de subvenciones Grandes Retos. <a href="http://www.gatesfoundation.org/es/">http://www.gatesfoundation.org/es/</a>

---

## CONCLUSIÓN

El deterioro progresivo de nuestro planeta debido a actividades humanas y en este caso concernientes a el sector de la construcción ha generado una serie de problemáticas que son críticas para resolver en corto plazo, de no dar una respuesta critica puede que el planeta pierda las propiedades que posee para preservar la vida como la conocemos, el cambio climático y la perdida de ambientes pueden tornar nuestro entorno en un ambiente hostil para los seres humanos y la vida en general.

El sector de la construcción, al tener un porcentaje destacable en las problemáticas actuales surge la necesidad de implementar y desarrollar conocimientos que mitiguen dichas problemáticas.

La terraformación, pese a ser un término relativamente nuevo, y el ser creado en las novelas de ciencia ficción ha ganado campo en la investigación y puede ser una importante solución a diversas problemáticas, pese a ser un concepto desconocido para muchos arquitectos e ingenieros parece que este concepto se vuelve aplicable a las necesidades de hoy. Su concepción nos permite imaginarnos un futuro donde es posible cambiar lugares inhabitables y extremosos, a habitables y fértiles. El inconveniente está en que hasta el momento se carecemos del entendimiento del complejo sistema que es nuestro planeta para poder imitarlo, por eso la paraterraformación es la solución más factible por estar basada en sistemas de soporte vital, usando elementos mecánicos para proporcionar los elementos necesarios para sustentar la vida.

Desde la década de 1960 ha desarrollado la tecnología para realizar proyectos con capacidad autosustentable, pero la falta de interés en implementar nuevas tecnologías en el sector de la construcción y el continuo uso de las mismas prácticas y técnicas de edificación, algunas de las cuales datan desde la época del imperio romano, han generado apatía por parte de las empresas constructoras al momento de la innovación. Las prácticas y procesos constructivos actuales han arrastrado una serie de problemáticas que se ignoran constantemente las cuales han desembocado en una serie de males tanto ambientales como sociales.

El cambio de costumbres, formas de trabajo y los factores económicos y sociales, son factores muy difíciles de cambiar, pero es de vital importancia que se aporte todo lo posible por parte de los agentes que tienen participación en las problemáticas para intentar mitigar las

problemáticas presentes en nuestro entorno, así como le corresponde su parte al sector de la construcción.

Una instalación con propiedades de una casa mundo, usando sistemas de soporte vital para crear un CES, puede ser una solución factible para diversas problemáticas, además de presentar una futura rama en el campo de la construcción, al generar instalaciones con gran capacidad de autosuficiencia, o aportar para la amortiguación de los cambios medioambientales o a la resiliencia en caso de pérdida de ambientes, o en desastres naturales. En un futuro lejano, de ir adoptando y desarrollando las técnicas de paraterraformación pueden volverse un estándar para las edificaciones del futuro con la esperanza que su desarrollo e implementación no representen un daño al entorno.

En la actualidad, una instalación CES es perfectamente implementable en una gran variedad de proyectos necesarios (refugios y centros de investigación en zonas de riesgo), abonado a esto, las tecnologías de soporte vital pueden implementarse en construcciones actuales siguiendo el concepto de la paraterraformación, a manera de hacer las edificaciones actuales sustentables, o reducir su impacto en el medio ambiente.

Pese a estar enfocado a una vivienda, y tener un diseño acorde a la manera de lotificar en México, en teoría el proyecto puede ser desarrollado en cualquier zona con riesgo de desertificación, aunque por las características del proyecto, es difícil que un usuario común pueda financiar el proyecto. Esta parte principalmente recaería en inversiones privadas o gubernamentales para comprobar su fiabilidad y colaborar en su desarrollo. Finalmente pese a ser una solución a varias problemáticas actuales, la posibilidad de desarrollar una instalación CES completamente cerrada por la ausencia de tecnología adecuada y el consumo de energía proveniente fuera del sistema hace que por el momento muy difícil y costosa esta clase de proyecto, pero a la larga, se espera la aparición de nuevas innovaciones tecnológicas que solucionen los desafíos que implican una CES, puede que el mercado adopten esta clase de sistemas y aportar al mejoramiento del planeta.

# BIBLIOGRAFÍA

- Adams, C. M. (1999). *The role of habitability studies in space facility and vehicle design*. NASA-JSC, Space Habitation Design Group. Florida: Flight Crew Support Division.
- Alenia. (2005). “REMSIM – Final Report. Turin: ALENIA SPAZIO.
- AlShrouf, A. (2013). *Hydroponics, Aeroponic and Aquaponic as Compared Hydroponics, Aeroponic and Aquaponic as Compared*. Abu Dhabi Food Control Authority, R & D Division. Abu Dhabi: ASRJETS.
- ALSP. (2003). *Advanced Life Support Requirements Document*. Lyndon B. Johnson Space Center, Engineering Directorate Crew and Thermal Systems Division. Houston, Texas: National Aeronautics and Space Administration.
- Armentrout, B., & Koppes, H. (2003). *Studies in Closed Ecological Systems: Biosphere in a Bottle*. Washington: University of Washington.
- AST Ingeniería. (2014). *Oportunidades de negocio alrededor de las microalgas*. Gijón: Parque Científico y Tecnológico de Gijón.
- B. W., A. J., & K. B. (1989). *INTERIOR LANDSCAPE PLANTS FOR INDOOR AIR POLLUTION ABATEMENT*. National Aeronautics and Space Administration.
- Bannova, O. (2016). *Designing for extremes: A methodological approach to planning in Arctic regions*. Gothenburg: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- Bannova, O., & Nystrom, M. (2016). *Architectural engineering approach to developing a matrix for planning in extreme environments*. Göteborg: Chalmers University of Technology.
- Bozeman Science. (27 de Agosto de 2015). *Environmental Systems*. Obtenido de Bozemanscience: <http://www.bozemanscience.com/ap-es-002-environmental-systems>

- Brown, M. J. (5 de Marzo de 2004). *Urban Dispersion – Challenges for fast response modeling*. Vancouver: Los Alamos National Laboratory. Obtenido de Wikipedia.
- Cambridge Dictionary. (s.f.). *life-support system*. Obtenido de Cambridge Dictionary: <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/life-support-system#translations>
- Cardomone, M. A. (09 de Mayo de 1984). *Wetlands and coal surface mining: A management handbook*. University of Kentucky. Lexington, Kentucky: Water Resources Research Institute. Obtenido de WIKIBOOKS: [https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos\\_ambientales/Extracci%C3%B3n\\_y\\_procesamiento\\_de\\_minerales](https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Extracci%C3%B3n_y_procesamiento_de_minerales)
- CENAPRED. (s.f.). *Sistema de Consulta de Declaratorias 2000-2017*. Obtenido de Visualización de Datos: <http://www.atlalnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visualizacion-datos.html>
- CONAFOVI. (2006). *Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda*. Mexico DF: Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda.
- CONAVI. (2006). *Guía CONAFOVI: uso eficiente de la energía en la vivienda*. Ciudad de México: Arroyo+Cerda, S.C.
- CONAVI. (2008). *Criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales sustentables en México*. D.F, Delegación Miguel Hidalgo, México: CONAVI.
- CONTOUR CRAFTING. (2017). *Building Automated Construction*. Obtenido de Contour Crafting: <http://contourcrafting.com/building-construction/>
- Definitions. (21 de Marzo de 2018). *physical system*. Obtenido de Definitions: [https://www.definitions.net/definition/physical system](https://www.definitions.net/definition/physical%20system)
- Dempster, W. F. (1997). *Biosphere 2 engineering design*. Institute of Ecotechnics. Santa Fe.: Biospheric Design.

- Diario Oficial de la Federación. (2014). PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA 2014-2018. Diario Oficial de la Federación. Obtenido de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014)
- Dufour, P. A. (1981). *INSECTS: A NUTRITIONAL ALTERNATIVE*. The George Washington University Medical Center, Department of Medical and Public Affair. Washington, D.C.: NASA.
- EcoShere. (2018). *EcoSphere History*. Obtenido de EcoShere: <https://ecosphere.com/ecosphere-history/>
- Elorduy, J. R. (2006). *Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to*. Instituto de Biología, Departamento de Zoología. Distrito Federal: Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. doi:10.1186/1746-4269-2-51
- FAO. (2010). Desertificación - Dar a la población rural pobre la oportunidad de salir de la pobreza. *Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola*, 4.
- FAO. (2013). *Edible insects - Future prospects for food and feed security*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2016). *La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente I*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2018). *Degradación del Suelo*. Obtenido de Portal de Suelos de la FAO: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- Fogg, M. J. (2011). *PLANETARY ENGINEERING BIBLIOGRAPHY*. Londres: Probability Research Group.
- Gitelson, I., & Lisovsky, G. (2008). *Creation of Closed Ecological Life Support Systems: Results, Critical Problems and Potentials*. Krasnoyarsk: Institute of Biophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences.
- Hanford, P. A. (2004). *Advanced Life Support Baseline Values and Assumptions Documen*. Huston: NASA - Lockheed Martin Space Operations.

- Harris, C. M. (1998). *Practical Plumbing Engineering* (Vol. VII). (C. M. Harris, Ed.) Des Plaines, IL: American Society of Plumbing Engineers.
- Hjort, R., & Sandberg, V. (2013). *LED plant lighting for household environments*. Division of Design & Human Factors, Department of Product- and Production Development. Gothenburg, Sweden: Chalmers University of technology.
- IGBP. (Abril de 2009). The Ocean in a High-CO2 World - The Second Symposium on Ocean Acidification. *Global Change NewsLetter*, 1-10.
- IICA. (2010). *IICA – Hydroponics Manual*. (H. Muñoz, Ed.) Guyana: Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture.
- INEGI. (2008). *Construcción*. Obtenido de Cuentamer INEGI Actividades económicas secundarias:  
<http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/construccion/default.aspx?tema=E>
- INEGI. (2012). *Estadísticas a propósito de la Industria de la Construcción. 2012*. INEGI.
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de*. Ginebra: IPCC.
- IPCC. (2013). *Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014 Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, 157. Ginebra, Suiza: IPCC.
- Khoshnevis, B. (2003). *Automated construction by contour crafting—related robotics and information technologies*. University of Southern California, Department of Industrial & Systems Engineering. Los Angeles: Elsevier B.V. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2003.08.012>



- Khoshnevis, B. (2004). AUTOMATED CONSTRUCTION BY CONTOUR CRAFTING – RELATED ROBOTICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES. *Automation in Construction*, 5-19.
- Levine, J. S. (1992). Terraforming earth and Mars. *LUNAR AND PLANETARY EXPLORATION* (págs. 17-26). Hampton, VA,: NASA Langley Research Center.
- Macauley, M. K. (18 de Febrero de 2017). *Environmentally Sustainable: Space Exploration: Reconciling Challenges Of Planetary Protection*. Ontario: 2005. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Terraformaci%C3%B3n>
- MacCallum, T., Poynter, J., & Bearden, D. (2004). *Lessons Learned From Biosphere 2: When Viewed as a Ground Simulation/Analog for Long Duration Human Space Exploration and Settlement*. Tucson. AZ: National Academy of Science.
- Mansour Rahimi, M. A. (2009). *CRAFTING TECHNOLOGIES*. California: University of Los Angeles.
- McKay, C. P. (2007). *Planetary Ecosynthesis on Mars: Restoration Ecology and Environmental Ethics*. San José, California: NASA Ames Research Center.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. Washington, DC.: World Resources Institute.
- NASA. (2003). *Advanced Life Support Equivalent System Mass Guidelines Document*. California: Ames Research Center.
- NASA. (2003). *Bioregenerative Life Support Systems Test Complex (BIO-Plex) Food Processing System; A Dual System*. NASA-Johnson Space Center. Huston, Texas: Society of Automotive Engineers, Inc.
- NASA. (2005). NASA facts. *International Space Station Environmental Control and Life Support System*, 4.
- Nelson, M., Pechurikin, N., Allen, J., Somova, L., & Gitelson, J. (2009). *Closed Ecological Systems, Space Life Support and Biospherics*. New York: Humana Press.

- Noyola, A., Morgan-Sagastume, J. M., & Güereca, L. (2013). *Selección de Tecnologías para el Tratamiento de aguas residuales municipales*. UNAM, Instituto de Ingeniería. Mexico: Instituto de Ingeniería.
- NRCS. (2001, Agosto 26). *Land Degradation: An overview*. New Delhi, India.: Natural Resources Conservation Service. Retrieved from National Resources Conservation Service:  
<https://web.archive.org/web/20120120202018/http://soils.usda.gov/use/worldsoils/papers/land-degradation-overview.html>
- Obregón Biosca, S. A., & Bueno Ortiz, C. O. (2015). *Dispersión urbana e integración funcional, Caso de estudio: Zona Metropolitana*. Gestión y Política Pública.
- ONU. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Río de Janeiro: Naciones Unidas.
- ONU. (2015). Convención Marco sobre el Cambio Climático. *21er período de sesiones*, (pág. 40). Paris.
- ONU. (21 de Octubre de 2015). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, 40. Asamblea General de las Naciones Unidas.
- ONU. (17 de Agosto de 2017). *Día Mundial de Lucha contra la Desertificación-Desertificación*. Obtenido de Naciones Unidas:  
<http://www.un.org/es/events/desertificationday/desertification.shtml>
- ONU. (17 de Junio de 2017). *Día Mundial de Lucha contra la Desertificación-Portada*. Obtenido de Naciones Unidas:  
<http://www.un.org/es/events/desertificationday/index.shtml>
- Parsons, S., & Jefferson, B. (2006). *Introduction to Potable Water Treatment Processes*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Pérez, A. H., & Labbé, J. I. (2014). *Microalgas, cultivo y beneficios*. Vitacura: Revista de Biología Marina y Oceanografía.

- Profeco. (2014). Insectos Comestibles. *Revista del Consumidor*, 62-65.
- Riebeek, H. (2010, Junio 03). *Global Warming*. Retrieved from Earth Observatory: <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/>
- Rothschild, L., & Mancinelli, R. (18 de Marzo de 2001). *Life in extreme environments*. NASA. California: NASA Ames Research Center. doi:10.1038/35059215
- Scott, D. (2012). *Geoengineering and Environmental Ethics*. Director Mansfield Center, Nature Education. Nature Education Knowledge.
- SEArch & Clouds AO. (20 de Octubre de 2015). *Mars Ice House*. Obtenido de 3D Printing with Ice: <http://www.marsicehouse.com/3d-printing-with-ice/>
- SEArch & Clouds AO. (2015). *the habitat*. Obtenido de MARS ICE HOUSE: <http://www.marsicehouse.com/habitat/>
- SEGOB. (2014). *Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030*. SEGOB.
- SEMARNAT. (2003). *Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre en la República Mexicana*. Chicoluapan: Memoria Nacional.
- Semarnat. (26 de Agosto de 2016). *Emisión nacional de gases de efecto invernadero*. Obtenido de SEMARNAT - Atmósfera • Cambio climático: [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen14/05\\_atmosfera/5\\_2\\_2.html#a1\\_1](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/05_atmosfera/5_2_2.html#a1_1)
- SEMARNAT. (11 de Diciembre de 2016). *Protocolo de Kioto sobre cambio climático*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/protocolo-de-kioto-sobre-cambio-climatico?idiom=es>
- SENER. (2012). *Prospectiva de Energías Renovables 2012 - 2026*. México: Secretaría de Energía.
- SENER. (2016). *Balance Nacional de Energía 2015*. Ciudad de México: Subsecretaría de Planeación y Transición Energética.

- Shamsian, J. (2 de Octubre de 2015). *Fact-Checking “The Martian”: Can You Really Grow Plants on Mars?* Obtenido de modern farmer: <https://modernfarmer.com/2015/10/can-you-grow-plants-on-mars/>
- Taylor, R. L. (1992). *Paraterraforming - The worldhouse concept*. NASA, Scientific and Technical Information program. London: British Interplanetary Society, Journal.
- The Good Stuff. (13 de Octubre de 2015). *Inside Biosphere 2: The World's Largest Earth Science Experiment*. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=yAcD3wuY2Q>
- Tikhomirov., P. A. (4 de Enero de 2013). *BIOS-3*. Obtenido de Biosmhars: <http://www.biosmhars.eu/expe/bios-3>
- UNFCCC. (1998). *PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. kioto: UNFCCC.
- Wald, R. M. (14 de Marzo de 1984). *General Relativity*. Chicago and London: The University of Chicago Press. Obtenido de Wikipedia.
- Walter, A., & Lambrecht, S. C. (2003). *Biosphere 2 Center as a unique tool for environmental studies*. Columbia University. Oracle: Biosphere 2 Center.
- Wheeler, P. R. (1997). *Use of bioregenerative technologies for advanced life support : Some considerations for BIO-PLEX and related testbeds*. NASA, Biomedical Office. Florida: Kennedy Space Center.
- Wheeler, R., & Strayer, R. (1997). *Use of bioregenerative technologies for advanced life support: some considerations for BIO-PLEX and related testbeds*. Florida: NASA Biomedical Office.
- Zhang, Y. (2004). *Indoor air Quality Engineering*. Boca Raton, Londres, Nueva York: CRC Press.