



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Centro de producción Agrícola Urbano:  
Cultivos Hidropónicos en Santiago Centro

Postulante: Jennifer Pacheco Piña

Profesor Guía: Jaime Díaz Bonilla

Memoria para revalidar título de Arquitecto obtenido en la Universidad de  
Chile - Santiago de Chile Julio 2023 -

## Índice

Introducción.....	2
CAPITULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.1 Problema: Situación actual en Chile.....	5
1.2 Objetivo General.....	6
1.3 Objetivos específicos.....	6
CAPITULO 2: CONTEXTUALIZACIÓN CONCEPTUAL.....	7
2.1 Cultivos Hidropónicos.....	7
2.2.1. Sistemas utilizados en la Hidroponía:.....	9
Características de los sistemas hidropónicos:.....	17
2.3 Huertos Urbanos.....	19
2.4 Referentes:.....	22
CAPITULO 3: CASO DE ESTUDIO .....	35
3.1 Análisis urbano:.....	37
3.1.1 Contexto geográfico y climático:.....	37
3.1.2 Densidad de Población y Vivienda:.....	38
3.1.3 Ferias libre y Mercados:.....	39
3.1.4 Zonificación General:.....	43
3.1.5 Contexto histórico:.....	45
3.1.6 Vialidad:.....	48
3.1.7 Usos del suelo:.....	50
3.1.8 Mapeo de la zona:.....	51
CAPITULO 4: PROPUESTA GENERAL.....	53
4.1. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO.....	53
4.2 Requerimientos Normativos del predio:.....	56
4.3 Consideraciones de diseño .....	59
4.4 Propuesta Programática:.....	67
4.5 Propuesta de Gestión .....	70
4.6 Planimetría.....	71
Conclusiones.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	89

## Introducción

Debido al crecimiento poblacional constante, uno de los mayores retos actuales es la producción de alimentos de manera sostenible y eficiente. Al crecer las ciudades aumenta la cantidad de habitantes que requiere de insumos, entre las necesidades principales se encuentran los alimentos, los cuales provienen del uso constante y la explotación de los ecosistemas. Actualmente un 11% de la superficie terrestre existente en el mundo es empleada para ser cultivada (FAO, 2012, p. 25), la producción agrícola genera un gran impacto ambiental tanto en la degradación del suelo, utilización del recurso del agua y emisión de gases invernadero.

De forma paralela, al expandirse las ciudades, se modifican los usos, en su mayoría asociados a actividades industriales o residenciales. Lo que provoca la incapacidad de autoabastecimiento en zonas urbanas, no solo el aumento de la población es un reto, sino que además debemos tomar en cuenta la brecha física que separa los campos agrícolas de la ciudad. La agricultura tradicional se encuentra bajo una presión muy grande ya que no es sostenible a largo plazo.

El caso chileno no resulta muy ajeno a la situación descrita hasta aquí, ya que según datos de la ONU (2017), Chile presentaba un 68% de población urbana al año 1960, mientras que en la actualidad esta cifra llega hasta un 87%. Esta concentración de la población en ciudades, se presenta principalmente en la zona central del país, teniendo especial predominancia en la Región Metropolitana. Así, la urbanización de Santiago presenta su inflexión denominada “boom inmobiliario” hacia el año 1998, pasando de 33.963 hectáreas en 1975 a 61.679 hectáreas en 2009, denotando una expansión cercana a las 28 hectáreas (Rojas, 2016; Romero et al., 2012).

Una alternativa opuesta a la agricultura tradicional son los cultivos hidropónicos. Los mismos son sistemas que acondicionados apropiadamente puede desligarse de las estaciones climáticas y disminuir el impacto generado ocasionado por el traslado de largas distancias que usualmente ocurren entre las zonas de cultivos y el espacio de venta, además de representar una posibilidad de mejora en el rendimiento de producción.

A modo de abastecer de formar más eficiente a la población se reconoce el potencial de la agricultura vertical, la cual propone la configuración de un espacio donde puedan acondicionarse distintos cultivos con la finalidad de aumentar su rendimiento. Este uso puede ser complementado con otros espacios como: tiendas para la venta de estos productos, jardines comunitarios, zonas de reciclaje de residuos orgánicos, restaurantes y áreas de conferencia o enseñanza sobre los distintos procesos de los cultivos hidropónicos.

**Palabras clave:** agricultura urbana, huerto urbano, huerto vertical, granja vertical urbana, cultivos hidropónicos, arquitectura sostenible.

## CAPITULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 Problema: Situación actual en Chile

El crecimiento poblacional en zonas urbanas ha aumentado en los últimos años a nivel mundial, esto por una parte, debido al desarrollo de las actividades económicas y el acceso a servicios básicos que resultan precarios o escasos en ciertas localidades. En el 2020, se calculó que un 56% de la población mundial vive en zonas urbanas, lo cual se estima continuará aumentando progresivamente. Entre las regiones más urbanizadas del mundo se encuentra América Latina y el Caribe, con el 81% de la población viviendo en ciudades y zonas urbanas, siendo presididas por Australia y Nueva Zelanda con el 86% (ONU, 2022).

En el caso de Chile, de acuerdo a datos del Banco Mundial ONU, para el año 2020 presentaba un 88% de la población urbana, en contraste a un 68% correspondiente a la población urbana del año 1960, demostrando el inevitable crecimiento de las zonas urbanas (Banco Mundial, 2022).

Por otro lado, “la degradación de los suelos es un problema de larga data en Chile, con diversos impactos negativos sobre la provisión de servicios ecosistémicos. La degradación de suelos tiene como expresión la reducción en la calidad del mismo, la que se expresa de distintas maneras y está conectada con otros problemas ambientales como la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la contaminación, entre otros”...“A esto se suma una serie de malas prácticas agrícolas y una laxa regulación ambiental que provoca una continua degradación del recurso. Es así como en casi todas las regiones del país se han detectado problemas de contaminación de los suelos de diversa índole. La falta de conocimiento del recurso es probablemente uno de los factores más críticos en Chile” (*Informe País Estado Del Medio Ambiente En Chile. Suelos*, 2018).

Estas razones hacen necesario pensar en un modelo sostenible, cónsono con los estilos de vida de la actualidad, observando la implementación de huertos urbanos verticales como una oportunidad y una alternativa para la mitigación de la crisis alimentaria, mediante el reemplazo del suelo natural por el suelo artificial, la optimización de los recursos naturales, alineados a los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Así como también, permite minimizar la huella de carbono asociada al transporte de los alimentos.

## **1.2 Objetivo General**

Desarrollar un proyecto dentro de la ciudad para generar una granja vertical urbana, creando espacios de producción, venta y concientización sobre frutas y hortalizas.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Plantear como oportunidad, el desarrollo de un huerto vertical dentro de la ciudad, a partir de una zona céntrica y densamente poblada que esté limitada al acceso de frutas y verduras, con la finalidad de abastecer y facilitar el acceso de este tipo de alimentos.
- Proponer una edificación que considere criterios de sostenibilidad, en cuanto a su funcionamiento y materialidad. Entendiendo a los huertos urbanos como una oportunidad de generar empleos para optimizar los recursos naturales y artificiales, como lo son el suelo, el agua, la luz natural y artificial y, los residuos orgánicos generados por su actividad.
- Divulgar y concientizar sobre el proceso del cultivo de alimentos, creando espacios que incentiven a la enseñanza, recreación, y relación con el espacio público.

## CAPITULO 2: CONTEXTUALIZACIÓN CONCEPTUAL

### 2.1 Cultivos Hidropónicos

El término hidroponía se deriva del griego *hydro* (agua) y *ponos* (trabajo o actividad), es decir, trabajo del agua o actividad del agua. Un cultivo hidropónico es un sistema aislado del suelo, utilizado para cultivar plantas cuyo crecimiento es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídrico-nutricionales, a través del agua y solución nutritiva (Beltrano et al., 2015).

Los cultivos hidropónicos o la hidroponía consisten en la implementación de agua con nutrientes esenciales, en lugar de la tierra, para el cultivo de las plantas. Los estudios de la hidroponía datan desde épocas ancestrales, existen antecedentes de que fue utilizada en la antigua China, India, Egipto e incluso en la cultura Maya, destacando los jardines colgantes de Babilonia los cuales mostraban grandes jardines colocados en terrazas de piedras de forma escalonada, en las que se sembraron diversos árboles, arbustos y flores (Albuja et al., 2021). Siendo implementados durante la Segunda Guerra Mundial en las bases militares de los soldados estadounidenses y británicos, y posteriormente extendiéndose su práctica por todo el mundo.

Los sistemas hidropónicos constituyen una biotecnología prometedora para la producción de alimentos y el tratamiento de aguas residuales. Algunas plantas han revelado capacidades para crecer en sistemas hidropónicos alimentados con aguas residuales, reduciendo las cargas contaminantes (Prazeres et al., 2017).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No depende de fenómenos meteorológicos.</li> <li>• Permite cultivar la misma especie ciclo tras ciclo.</li> <li>• Rinde varias cosechas al año.</li> <li>• Presenta buen drenaje.</li> <li>• Mantiene el equilibrio entre aire, agua y nutrimentos.</li> <li>• Mantiene la humedad uniforme y controlada.</li> <li>• Ahorra en el consumo de agua.</li> <li>• Facilita el control de pH.</li> <li>• Permite corregir deficiencias y excesos de fertilizante.</li> <li>• Admite mayor densidad de población.</li> <li>• Logra productos de mayor calidad.</li> <li>• Rinde más por unidad de superficie.</li> <li>• Acorta el tiempo para la cosecha.</li> <li>• Reduce los costos de producción.</li> <li>• Facilita la limpieza e higiene de las instalaciones.</li> <li>• Utiliza materiales nativos y de desecho.</li> <li>• No requiere mano de obra calificada.</li> <li>• Reduce la contaminación del ambiente y los riesgos de erosión.</li> <li>• Elimina el gasto de maquinaria agrícola.</li> <li>• Recupera la inversión con rapidez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cultivos comerciales, precisa tener conocimientos acerca de las especies que se siembran y de su química inorgánica.</li> <li>• Inversión inicial relativamente alta</li> <li>• Requiere mantenimiento y cuidado de las instalaciones, solución nutritiva, materiales, entre otros.</li> </ul> <p style="text-align: right;">(Zárate Aquino, 2014).</p>

Tabla 1: Resumen ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos

## 2.2.1. Sistemas utilizados en la Hidroponía:

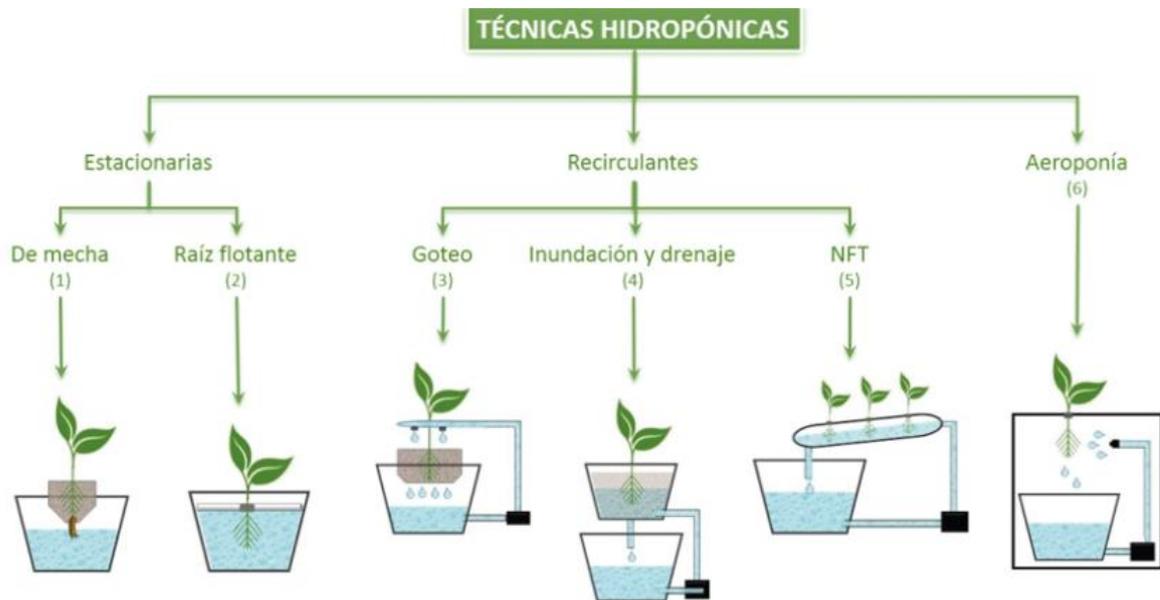


Figura 2: Técnicas Hidropónicas. Fuente: <https://hidroponiaalcubo.wordpress.com/tecnicas/>

- **Sistema Raíz Flotante**

En este sistema las plantas son sostenidas por una estructura flotante, generalmente placas perforadas o planchas de espuma, sobre un recipiente opaco donde se coloca la solución nutritiva (Castañares, 2020). Este tipo de sistema se emplea comúnmente en lechugas, es ideal en hortalizas de hoja y plantas aromáticas, como por ejemplo: lechuga, acelga, espinaca, rúcula, menta, apio, perejil y orégano. Funcionando en la mayoría de las plantas donde su desarrollo sea superficial como el melón (Beltrano et al., 2015).

El sistema de raíz flotante precisa semanalmente el cambio de solución o renovar parte de la misma, y diariamente de la aireación del sistema por medio del agite de la solución. Este método es de bajo costo, no demanda uso de energía extra y es sencillo de implementar. Sin embargo, requiere de un consumo importante de agua, y se debe prever la contaminación del soporte

de espuma por algas que encuentran su fuente de alimento en la solución nutritiva, incentivadas por el acceso a la luz (Gilsanz, 2007). Además, no está disponible para todas las especies de plantas, como por ejemplo los árboles frutales o los vegetales de fruto subterráneo como las papas, las zanahorias y otros tubérculos (Albuja et al., 2021).



Figura 3: Sistema de raíz flotante. Fuente: <http://urveg.blogspot.com/p/hidroponia-metodos-hidroponicos.html> <https://agrotendencia.tv/agropedia/tipos-de-sistemas-de-hidroponia/?noamp=mobile>

- **Sistema NFT (Nutrient Film Technic)**

Se denomina técnica de la solución nutritiva recirculante o de película de nutrientes, consiste en realizar el cultivo sin sustrato, en este sentido, los nutrientes son disueltos en agua y llevados en contacto con las raíces directamente. Gracias a la gravedad, la solución nutritiva fluye permanentemente sobre las raíces. Para ello, se emplea una bandeja de cultivo en ángulo, la cual permite que el agua fluya hacia el tubo de drenaje, y constantemente se bombea nueva solución en el extremo superior del tubo (Beltrano et al., 2015).

El sistema está conformado por caños de distribución, un tanque de almacenamiento de la solución, tanques de formulación y una bomba que contemple las necesidades del sistema. En éste se permite que las raíces y la

solución estén en contacto con el aire, o el agua es aireada. El soporte de las plantas se realiza a través de enganches o cables metálicos.

Este método es implementado en cultivos de largo ciclo o que por el consumo de solución no pueden realizarse con otro sistema, tales como: el tomate, melón y morrón. Una de sus desventajas es la demanda de energía que se necesita para bombear el agua requerida a través de los caños de distribución, esto hace que el sistema sea más costoso. Además, se requiere de formulación, chequeo frecuente del pH y salinidad de la solución, así como también resulta necesario examinar el efecto de la temperatura sobre el nivel de oxígeno en el sistema de distribución, por ello los caños son pintados frecuentemente de colores claros (Gilsanz, 2007).

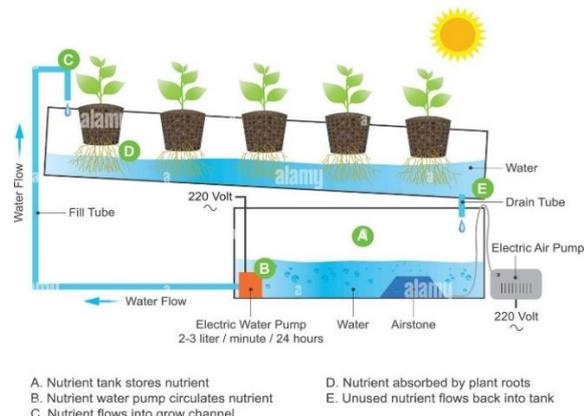


Figura 4: Sistema NFT. Fuente: <https://www.thegrowhub.com/nutrient-film-technique.html>  
<https://www.alamy.es/imagenes/nutrient-film-technique.html>

Este sistema se basa principalmente en lo que es la reducción del espacio buscando que no tenga mucha separación de una planta a la otra, comúnmente esta técnica se utiliza para la producción de hortalizas ya que se puede supervisar de una forma más detallada y dar una mejor calidad del producto. Otra desventaja es que este necesita luz propia para el crecimiento de las plantas lo que implica que cuando exista alguna pérdida de luz puedan tardar en el crecimiento y causar un problema en el sistema, teniendo en cuenta que la implementación de esta instalación es costosa pero que a la final de buenos resultados (Albuja et al., 2021).

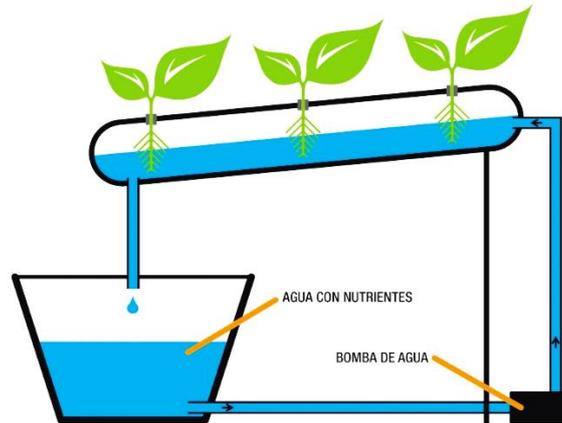


Figura 5: Sistema NFT. Fuente: <http://urveg.blogspot.com/p/hidroponia-metodos-hidroponicos.html>

- **Sistema Estático (SAT)**

En este sistema se implementa un método a partir de tanques o contenedores profundos donde se sumergen las raíces de las plantas, que incluyen la solución nutritiva.

Se implementa una sola carga de solución nutritiva al comienzo del ciclo de crecimiento, actuando de acuerdo al consumo específico de la planta. La circulación del sistema se basa en el ancho del contenedor y de la cámara de aire que va quedando al consumirse la solución nutritiva (Medina Ramos et al., 2011).

Los volúmenes de la solución nutritiva requerida varían de estación a estación, al variar la evapotranspiración. Es usado principalmente en cultivos de ciclo corto como lechuga y espinaca. Entre sus ventajas destaca que no requiere de energía, ya que no se emplea bombeo ni aireación mecánica<sup>1</sup> o por agregado de oxígeno externo, la no aparición de algas, debido a que no hay entrada de luz porque la placa es apoyada en los bordes del contenedor (Gilsanz, 2007).

---

<sup>1</sup> Técnicas para acelerar el crecimiento de los cultivos mediante la aireación de las raíces. Se facilita la oxigenación del agua mediante alternativas como: burbujeo, salto de agua o NFT.

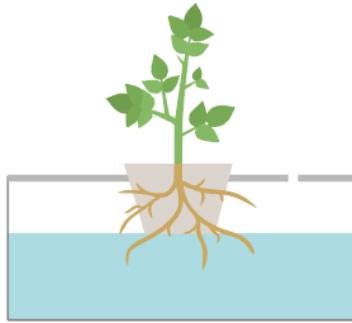


Figura 6: Sistema SAT. Fuente: (Gilsanz, 2007) Representación gráfica: elaboración propia.

- **Sistema DTF (Deep Flow Technique)**

Este sistema es clasificado como un híbrido entre el sistema NFT y el sistema raíz flotante, ya que utiliza la recirculación de la solución nutritiva al igual que el NFT, por medio de una bomba y dispone de una plancha sobre la superficie de la solución nutritiva como el sistema raíz flotante. Es implementado para cultivos de hoja y plantas aromáticas (Medina Ramos et al., 2011).

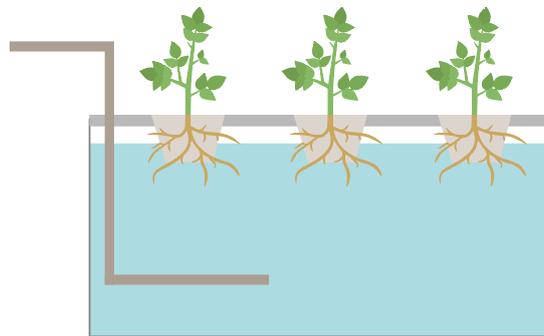


Figura 7: Sistema DTF. Fuente: (Gilsanz, 2007) Representación gráfica: elaboración propia.

- **Sistema Aeropónico**

Esta técnica consiste en mantener las raíces libres de cualquier otro medio quedando en contacto con el aire y dentro de un medio oscuro. La solución nutritiva se aplica en forma de nebulización por medio de nebulizadores, controlados por temporizadores.

Sin embargo, es más limitada en relación a la cantidad que se pueda producir, que los otros sistemas reseñados. (Albuja et al., 2021).

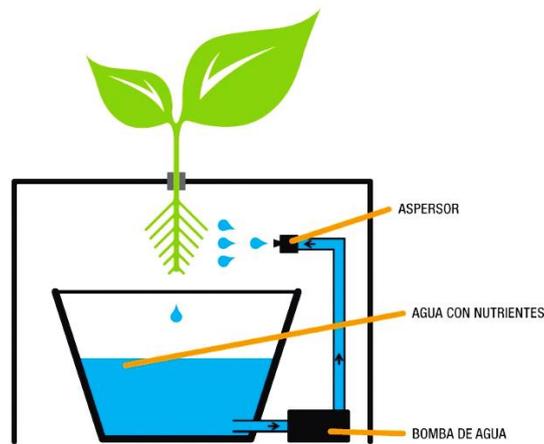


Figura 8: Sistema Aeropónico. Fuente: <http://urveg.blogspot.com/p/hidroponia-metodos-hidroponicos.html>

- **Técnica de los sustratos**

En lugar de tierra se emplea algún material denominado sustrato, el cual no contiene nutrientes, les brinda la suficiente humedad así como el espacio necesario para la expansión del tubérculo o raíz. Una de las ventajas más importantes de la hidroponía con el uso de sustratos es el hecho de que se puede trabajar con un sustrato totalmente desinfectado. Esto otorga control máximo sobre la esterilidad del cultivo. Las raíces se adhieren al sustrato dando soporte y agarre, prescindiendo por completo del suelo. Los nutrientes se suministran por medio del agua de riego del cultivo. Es la manera principal de sustituir el suelo en este tipo de cultivo y, además, el sustrato interviene en el proceso de respiración de la planta, tanto en el proceso físico como en el químico (Albuja et al., 2021).

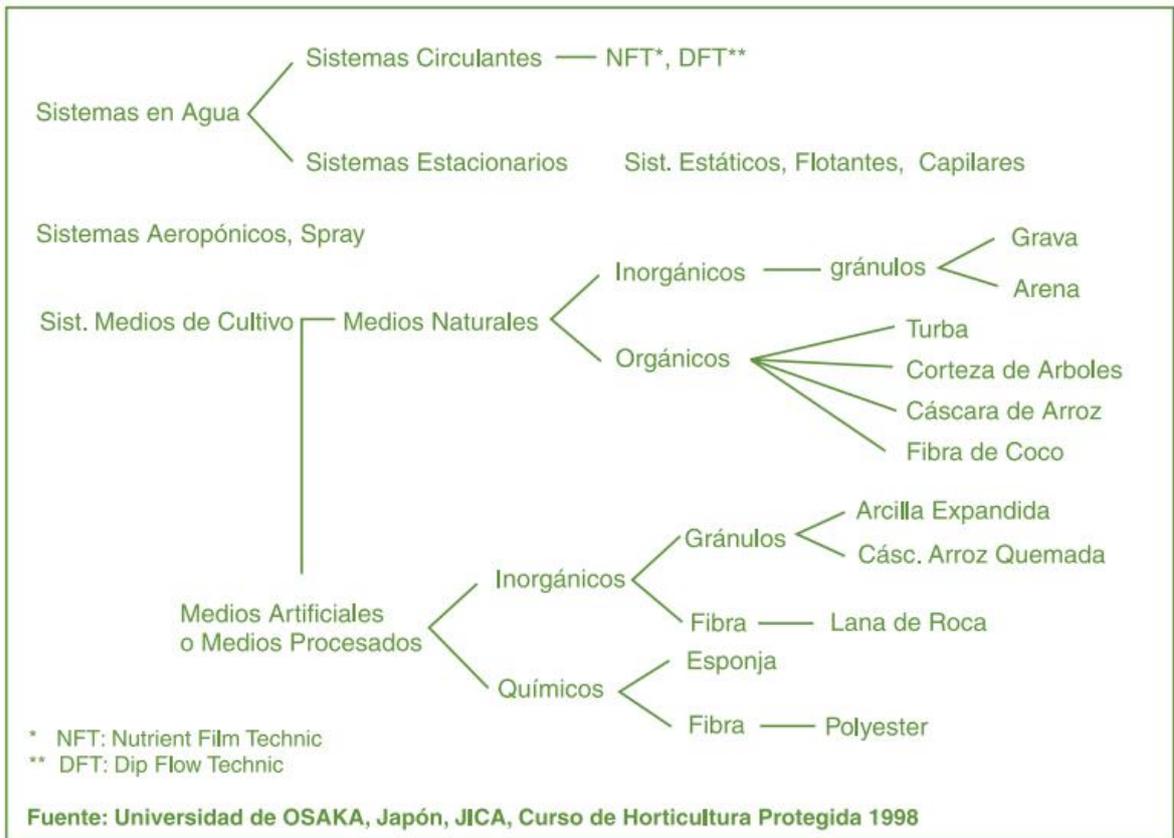


Figura 9: Clasificación de Sistemas Hidropónicos. Fuente:(Gilsanz, 2007)

	<b>Técnicas Hidropónicas</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
<b>1</b>	<b>Técnica estacionaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La acumulación de sales insolubles en el sustrato es mínima.</li> <li>• Tiene un bajo costo e independiente del uso de energía extra.</li> <li>• Permite cultivar en lugares donde hay condiciones ambientales limitantes.</li> <li>• Elimina la necesidad de utilizar herbicida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La absorción de nutrientes por parte de la planta es más lenta.</li> <li>• Nunca consigue recuperarse el 100% de la solución nutritiva.</li> <li>• No está disponible para todas las especies de plantas.</li> <li>• Requiere muchos detalles y atenciones particulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El consumo de agua es considerablemente menor, dependiendo claro del clima.</li> <li>• El impacto ambiental de la hidroponía es considerablemente mucho menor, porque evita el uso de herbicidas.</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Técnica Recirculante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita el tiempo de cosecha</li> <li>• Aprovechamiento del espacio</li> <li>• Ahorro de fertilizantes</li> <li>• La instalación es más sencilla</li> <li>• El crecimiento es mucho más rápido</li> <li>• Mayor tipos de cultivos</li> <li>• Menor agua y mas rendimiento</li> <li>• Conveniente en lugares urbanos</li> <li>• Posible desarrollo en sótanos o almacenes</li> <li>• Fácil de armar</li> <li>• Absorbe gran cantidad de vitaminas y minerales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere de un cuidado adecuado</li> <li>• Necesita de luz propia para el crecimiento de las plantas</li> <li>• Gastos de instalación altos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor gasto de agua</li> <li>• Ahorra del 50% al 35% del uso de fertilizantes</li> <li>• Evita el uso de los pesticidas y plaguicidas</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Técnica Aeropónica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor agua y mas rendimiento</li> <li>• Conveniente en lugares urbanos</li> <li>• Posible desarrollo en sótanos o almacenes</li> <li>• Fácil de armar</li> <li>• Absorbe gran cantidad de vitaminas y minerales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor cantidad de cultivos</li> <li>• Depende de la solución nutritiva, sin errores</li> <li>• Para automatización requiere de mucho conocimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de usar aguas grises</li> <li>• Agua que puede recircular</li> <li>• 90% menos agua que en otro sistemas hidropónicos</li> <li>• 95% menos agua que en cultivos en suelo</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Técnica de Sustratos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita el manejo del cultivo.</li> <li>• Ofrece un buen drenaje y ahorra fertilizantes.</li> <li>• Cultivo fácil de esterilizar.</li> <li>• El sistema de riego es de fácil automatización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto de instalación alto.</li> <li>• Infraestructura más elaborada.</li> <li>• El sustrato es susceptible a cambios bruscos de temperatura.</li> <li>• Las plantas son sensibles al nivel de PH y a la temperatura de la solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro de fertilizante y evita el uso de pesticidas por la facilidad de desinfección y control.</li> <li>• Reciclaje del sistema de riego.</li> </ul>

Tabla 2: Matriz de comparación entre las diversas técnicas hidropónicas. Fuente: (Albuja et al., 2021)

## Características de los sistemas hidropónicos:

Algunas de las especies más comunes que pueden crecer en un entorno hidropónico son las: lechugas, acelgas, rúcula, tomate, rábanos, tomates, col, pepinos, espinacas, frijoles, cebollas, albahaca, fresas, arándanos, entre otras (Albuja et al., 2021).

Al no necesitar grandes cantidades sustrato estos sistemas hidropónicos son excelentes para espacios reducidos como departamento o azoteas, pero éstas deben cumplir las siguientes condiciones: tener luz directa, proveniente de un toma corriente de 110 V junto con una bomba para transportar el agua y un temporizador, que permitirá determinar el tiempo que cada planta necesitará para absorber la sustancia nutritiva, su tamaño puede ser ajustado, desde solo ser del tamaño de una maceta que permite cultivar hasta 3 plantas que utilizaran 3 litros de agua o también se puede cultivar una parcela entera utilizando más de 20000 litros de agua que pueden llegar a ser utilizados entre 30 y 40 días. El tamaño mediano de una estructura hidropónica suele ser de 120 cm de alto por 120 cm de ancho y de 52 cm de profundidad con la capacidad de contener hasta un máximo de 96 plantas acomodado de forma modular en tres pisos (Albuja et al., 2021).

“Los contenedores pueden ser de la forma que se desee y casi de cualquier material: concreto, madera, aluminio, poliéster, acrílico, ladrillo, polivinilo, cartón asfaltado, plástico, etcétera. No se recomienda metal oxidable que pudiera hacer reacción con la solución nutritiva. La colocación de los contenedores puede ser horizontal o vertical. Para los horizontales se recomienda que tengan de 10 a 30 cm de profundidad (dependiendo de la especie) y de 20 a 120 cm de ancho. El largo es variable, pueden tener hasta 50 metros. Los contenedores verticales generalmente son bolsas tubulares de polietileno que miden entre 10 y 50 cm de diámetro y hasta dos metros de alto” (Zárate Aquino, 2014).

Hortaliza	Distancia entre plantas (cm)	Hortaliza	Distancia entre plantas (cm)
Acelga	30	Ajo	20
Alcachofa	100	Apio	30
Betabel	10	Brócoli	50
Calabacita	100	Cebolla	10
Chícharo	5	Chile	50
Cilantro	5	Col	35
Coliflor	50	Col de bruselas	50
Espinaca	10	Ejote	30
Jitomate	30	Haba	20
Lechuga	30	Melón	30
Nabo	10	Papa	20
Pepino	15	Perejil	20
Porro o puerro	10	Rábano	5
Sandía	100	Tomate	30
Zanahoria	5		

Tabla 3: Distancia entre plantas al trasplantar. Fuente: (Zárate Aquino, 2014)

Las plantas que comúnmente se cultivan en hidroponía son especies de alto valor comercial, las cuales se aprovechan por sus usos alimenticios u ornamentales, dentro de ellas podemos mencionar:

- Hortalizas:

Hortalizas de hoja: Lechuga, acelga, espinaca, col, apio, rúcula, berros.

Hortalizas de flor: Brócoli, coliflor, alcachofa, etc.

Hortalizas de fruto: Tomate, pimiento morrón, pepino, chile manzano, melón, sandía, calabacín, berenjena y fresa, etc.

- Especies aromáticas: Albahaca, menta, cilantro, perejil.

- Ornamentales: Rosas, anturios, nochebuenas, orquídeas, crisantemos, lilis, gerberas, etc. (OASIS, s.f.)

### 2.3 Huertos Urbanos

A diferencia de los cultivos hidropónicos, los huertos urbanos son infraestructuras verdes de escala a nivel local y de barrio (Ojeda Bustos, 2020), es decir cultivos domésticos localizados en terrazas, jardines, o pequeñas áreas públicas.

Los Módulos para Huertas Urbanas Verticales (MHUV) nacen como un híbrido de los jardines verticales y la agricultura urbana. Entre sus beneficios están el hecho de consumir alimentos libres de químicos, no transgénicos, regados con agua potable y orgánicos 100% (Navas Navarro & Peña Torres, 2012).

Los huertos urbanos son una expresión de la agricultura sostenible: aquella que se preocupa de armonizar los criterios económicos – social – ambiental en el entorno; es una derivación aterrizada de forma contemporánea que trabaja en el concepto de “acercar los alimentos a la población, con la finalidad de evitar la adición de costos de transporte a los productos y la necesidad de generación de vegetales de consumo fresco más sanos e inocuos (Masaquiza Moposita et al., 2021).

El término de agricultura urbana y periurbana fue propuesto por la FAO definiéndolo como “pequeñas superficies (por ejemplo, solares, huertos, márgenes, terrazas, recipientes) situadas dentro de una ciudad y destinadas a la producción de cultivos y la cría de ganado menor o vacas lecheras para el consumo propio o para la venta en mercados de la vecindad”. A su vez para referirse a una actividad que tradicionalmente se ha vinculado a los países pobres como estrategia de seguridad alimentaria y de desarrollo justo y sostenible; teniendo un impacto sobre el bienestar social que no se limita a la producción de alimentos, sino que abarca una serie de funciones estratégicas para el equilibrio ecológico, social, político y económico y de servicios ecosistémicos (Fantini, 2016).

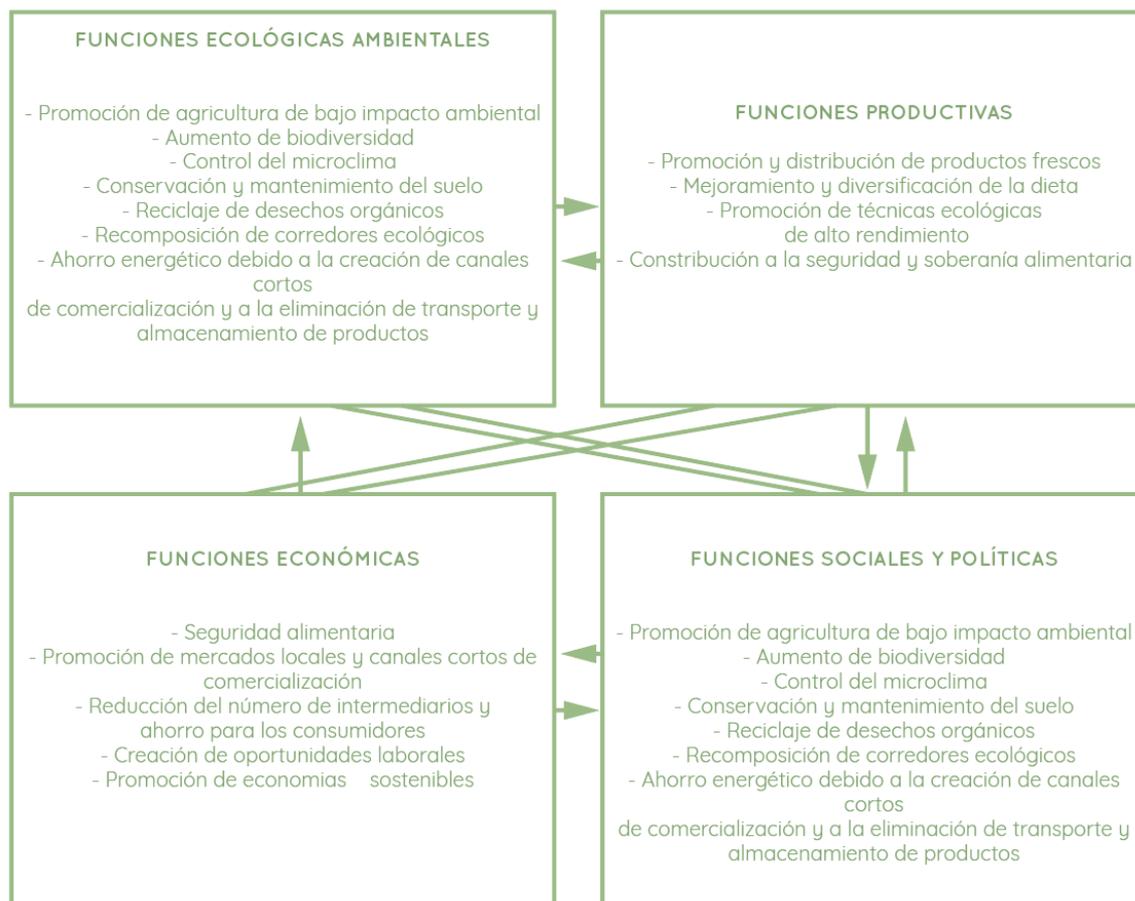


Figura 9: Distintas funciones de la agricultura urbana y periurbana. Fuente: (Fantini, 2016)

Precisamente por estas características, la agricultura urbana y periurbana se ha convertido en una realidad importante en todas las latitudes, ya resulte de una contingente necesidad de la población de proveer a su propio abastecimiento, por iniciativa de un proyecto económico y socio-político o de programas más complejos de manejo del medio ambiente urbano y periurbano. Desde este punto de vista, el creciente reconocimiento institucional de su multifuncionalidad parece responder a una tendencia mundial que asigna a la agricultura urbana y periurbana un papel importante en la planificación y gestión de problemas complejos con respecto al espacio urbano y a las zonas de franja entre ciudad y campo.

Desde el punto de vista ecológico/ambiental, la integración de la agricultura urbana y periurbana en la ciudad supone un importante ahorro energético en

la producción alimentaria al reducir la distancia entre el espacio de producción y el espacio de consumo de alimentos. Al mismo tiempo, la actividad agrícola puede contribuir al desarrollo de mallas verdes, corredores ecológicos y microclimas peculiares, garantizando una mejor protección de la biodiversidad, a la vez que permite el reciclaje/reutilización de residuos orgánicos urbanos mediante la producción de compost y la disminución de los transportes y de la energía necesaria para la distribución y el almacenamiento de los productos. Desde el punto de vista productivo y económico, podemos evidenciar la promoción de técnicas más eficientes y de alto rendimiento, la creación de fuentes de empleo e ingresos, la provisión de alimentos de calidad para la población urbana, y el desarrollo de redes de producción y consumo local capaces de contribuir a una redefinición del sistema agroalimentario urbano desde una perspectiva distinta con respecto a la dominante, orientada a fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria, a crear economías más justas y sostenibles (Fantini, 2016).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015) los huertos urbanos pueden ser mucho más ecológicos y eficientes que los tradicionales, llegando a producir hasta 20 kg anuales de alimentos por m<sup>2</sup>. Una persona consume unos 60 kg de fruta y verdura. Es decir, se necesitarán 3 m<sup>2</sup> de terreno, para alimentar a una sola persona, en el supuesto caso que se alimente exclusivamente del huerto.

## 2.4 Referentes:

### LA CITÉ MARAÎCHÈRE EN ROMAINVILLE

Firma: Ilimelgo

Fecha construcción: 2021

Ubicación: Romainville, Francia

Es granja vertical se construye con la finalidad de brindar a la ciudad un lugar que fomente la nutrición saludable a partir de productos frescos con baja huella de carbón. Se considera la reducción del uso de la carretera para transportar alimentos y la creación de puestos de trabajo a escala local.

Este invernadero vertical proyectado en el 2016 y construido en el 2021, tiene 1.000 m<sup>2</sup> conformados por dos edificios ecológicos rectangulares con una estructura de hormigón, acero y vidrio, proyectados para aprovechar al máximo su exposición a la luz solar, que dispone de aislamiento natural utilizando madera, con un esquema que hace posible el intercambio de calor, con recuperación de aguas pluviales y drenaje, gestión, almacenamiento y redistribución del agua, así como ventilación natural con gestión de apertura inteligente.



Figura 10: La Cité Maraîchère por ilimelgo. Fotografía Guillaume Mauchuit Lecomte (Metalocus; 2021)



Figura 11: La Cité Maraîchère por ilimelgo. Fotografia Paul Lengereau (Metalocus; 2021)



Figura 12: La Granja Vertical por ilimelgo. (Divisare; 2017)

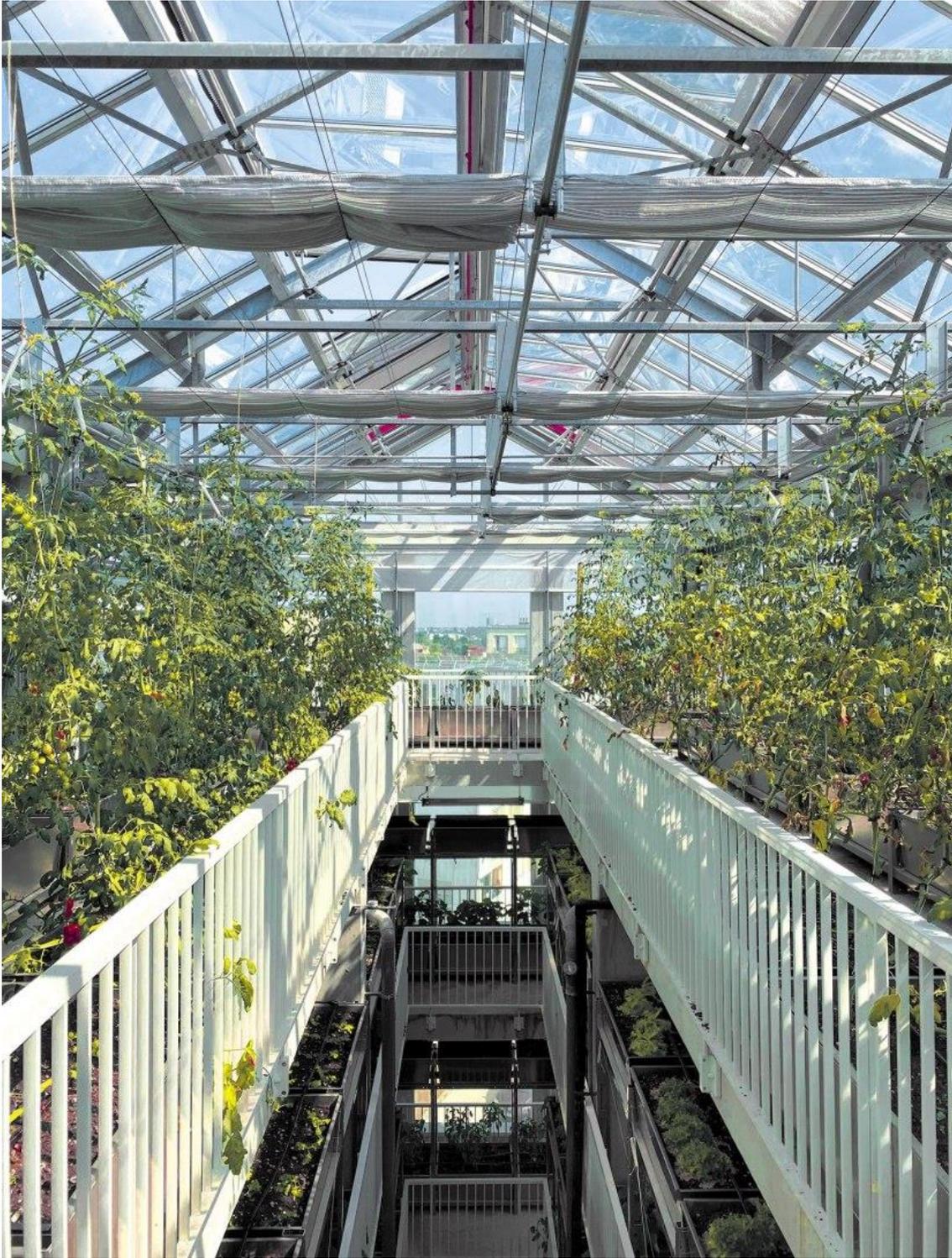


Figura 13: La Cité Maraîchère. Fotografía por ilimelgo (Metalocus; 2021)

## VERTICAL HARVEST: COSECHA VERTICAL

Firma: E/YE DESIGN AND LARSEN LTD

Fecha construcción: 2014

Ubicación: 155 W Simpson Ave, Jackson, Wyoming, Estados Unidos

Este invernadero vertical surge a raíz del desafiante clima en Wyoming, donde la nieve permanece durante 8 meses al año y existe una alta dependencia a la importación de frutas y hortalizas. La edificación está conformada por tres pisos donde se estima una producción de 45 toneladas de alimentos frescos al año. Su construcción inició en noviembre del 2014, aunque Vertical Harvest está situado en un terreno de 1/10 de acre, el invernadero podrá producir el equivalente a 5 acres de agricultura

tradicional. El eficiente diseño del edificio y los carruseles de cultivo de Vertical Harvest convertirán una superficie de 4500 pies cuadrados en 18.000 pies cuadrados, es decir, cuatro veces la superficie de cultivo.

Penny McBride (Licenciada en Ciencias Políticas y Sociología) y Nona Yehia (Arquitecta) son las creadoras de este proyecto, cuyo objetivo es producir alimentos en un clima extremo, teniendo en cuenta que en la ciudad donde se emplaza el proyecto neva ocho meses del año. También se proyectan distintos espacios para como áreas de enseñanza, entrenamiento para transferir las habilidades de producción de cultivos hidropónicos.



Figura 14: Vista exterior del edificio. Vertical Harvest. (E/YE DESIGN AND LARSEN LTD; 2016)



Figura 15: Corte del edificio. Vertical Harvest. (E/YE DESIGN AND LARSEN LTD; 2016)



Figura 16: Planta del primer piso (E/YE DESIGN AND LARSEN LTD; 2016)

## THE FARMHOUSE: LA GRANJA

Firma: Studio Precht

Fecha Proyecto: 2007

Ubicación: Penda, China

El proyecto nace el año 2007 con la idea de crear un circuito ecológico dentro de un edificio y plantea un programa conformado por un edificio de viviendas, los apartamentos generan una gran cantidad de calor, que puede reutilizarse para que crezcan plantas como papas, nueces o frijoles. Junto a un sistema de tratamiento de agua que filtra las aguas pluviales y grises, las enriquece con nutrientes y las recicla de regreso a los invernaderos. Los desechos de alimentos se pueden recolectar localmente en el sótano de los

edificios, convertirlos en abono y reutilizarlos para cultivar más alimentos.

Se utilizan paneles de Madera Laminada Cruzada para desarrollar el sistema modular de estructura, acabados y jardineras. Cada pared del marco posee 3 capas. Una capa interior con acabados, electricidad y canalizaciones, una capa intermedia con estructura y aislamiento y, una capa exterior con elementos de jardinería y suministro de agua. Trabajar con CLT tiene muchos beneficios. Es preciso en el proceso de fabricación, fácil de transportar y rápido de instalar.



Figura 17 y 18: Área de acceso al mercado. (Pretch; 2019)



Figura 19: Render vista exterior de “The Farmhouse”. (Pretch; 2019)

## NEW FARM\_NEW YORK: GRANJA VERTICAL DE USO MIXTO

Firma: Agritecture  
Fecha proyecto: 2015  
Ubicación: Manhattan, NYC

NEWFARM es un edificio mixto para artistas, cultivadores y fabricantes con conciencia ecológica. El edificio ofrece residencias con espacios de estudio, granja urbana o laboratorio de fabricación. Ya sea para fabricar productos, cultivar o ayudar con el mantenimiento general de su edificio. Los residentes ganan dinero vendiendo sus productos en las tiendas de planta baja o mediante los talleres que ofrecen en sus espacios. También cuenta con un área para empacar los productos + un área para que los residentes y visitantes dejen los desechos de alimentos para su compostaje.

El edificio cuenta con sistemas de agricultura hidropónica altamente

productivos y que ahorran agua. Considera una producción de más de 350 toneladas de alimentos frescos al año, lo cual equivale a la alimentación de más de 90 personas únicamente en calorías, es decir una parte de la dieta de cada individuo. Utiliza luces de crecimiento LED especializadas, de alto rendimiento en todas partes. Esto complementa la luz que falta debido a su orientación hacia el sol

Recolecta el agua del techo, las terrazas, High Line y el atrio. Esta agua se recicla constantemente en todo el edificio, primero en el atrio para limpiarla con ozono, oxígeno y plantas antes de regar todos los sistemas de cultivo. La madera para su construcción fue extraída localmente de un bosque gestionado de forma sostenible.



Figura 20: Distribución del programa y sección. (AGRITECTURE; 2016)



Figura 21: Render vista exterior de "NEW FARM: NEW YORK". (AGRITECTURE; 2016)

## SOA: GRANJA VERTICAL & MUSICAL

Firma: SOA & Holdup

Fecha proyecto: 2012

Ubicación: Bordeaux, Francia

Espacio donde ocurren intercambios musicales, educativos y artísticos, resaltando como uso principal del edificio una granja vertical urbana.

El proyecto con una superficie construida de 2800m<sup>2</sup>, contiene un espacio de exhibición, teatro, espacios de servicio de galería en la planta baja que sostienen una estructura modular de acero liviano apilada.

El edificio en sí se convierte en un componente educativo, invitando al visitante a observar cada proceso de producción de alimentos y el ciclo de vida hasta la semilla misma.

El sistema adaptable implementa un proceso de reciclaje eficiente del agua, un uso amplio y efectivo de la energía solar y un método de producción de alimentos sostenible que reduce en gran medida la necesidad de transporte y sus consiguientes recursos.



Figura 22 y 23: Área de mantenimiento, galería y producción de vegetales. (Designboom; 2012)



Figura 24: Render vista exterior de “LA FERME MUSICALE”. (Designboom; 2012)

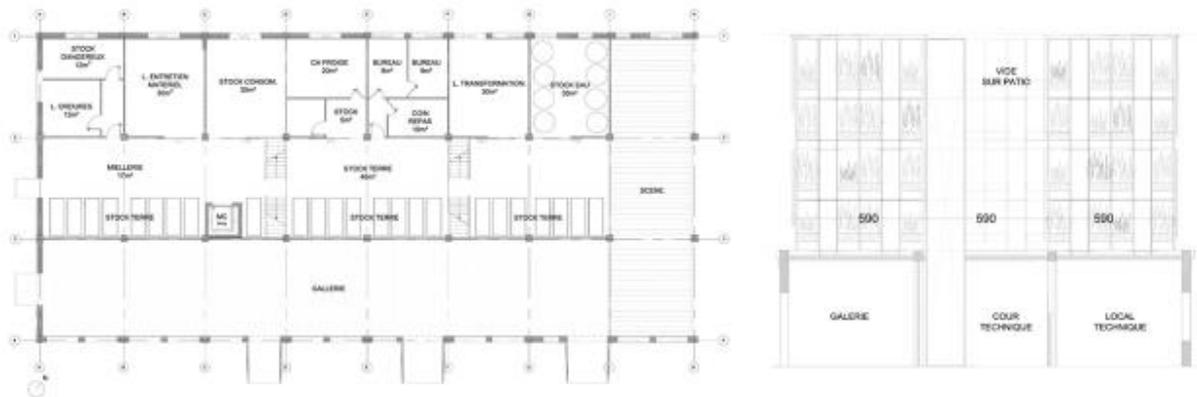


Figura 25: Planta Nivel 0 y Corte trasversal del proyecto. (Designboom; 2012)

## FOOD FARM TOWER

Firma: ABF Lab

Fecha Proyecto: 2016

Ubicación: Romainville, Francia

Este huerto vertical es el segundo proyecto ganador de un concurso en Romainville, en el año 2016, cuya finalidad consistió en reorientar la identidad del barrio hacia la sostenibilidad dando importancia a los principios de la agricultura urbana como catalizador de una mejor convivencia.

Los arquitectos e ingenieros de ABF Lab se propusieron optimizar el volumen de la edificación siguiendo la

trayectoria del sol, haciéndolo lo más productivo posible mediante su forma aterrizada y al aprovechar la mayor cantidad de luz natural posible se disminuye el uso de luz artificial para suministrar energía a los jardines.

El edificio cuenta con una superficie de 2000 m<sup>2</sup>, donde busca integrar a la comunidad a través de un jardín público, y principalmente desea mejorar el entorno de vida, transmitido por la producción de alimentos locales, sanos y calidad, reducción de costos, emisiones de CO<sub>2</sub> y demanda de energía fósil.



Figura 26: Vista interior y fachada principal. (Designboom; 2016)

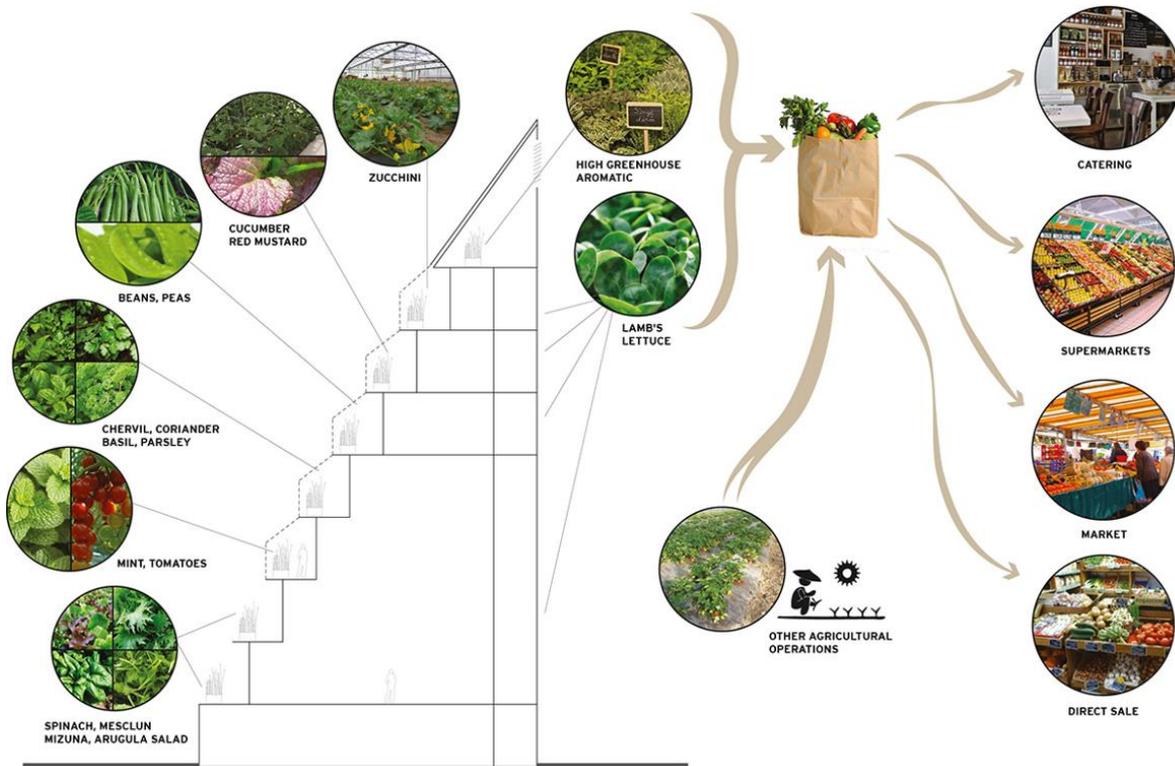
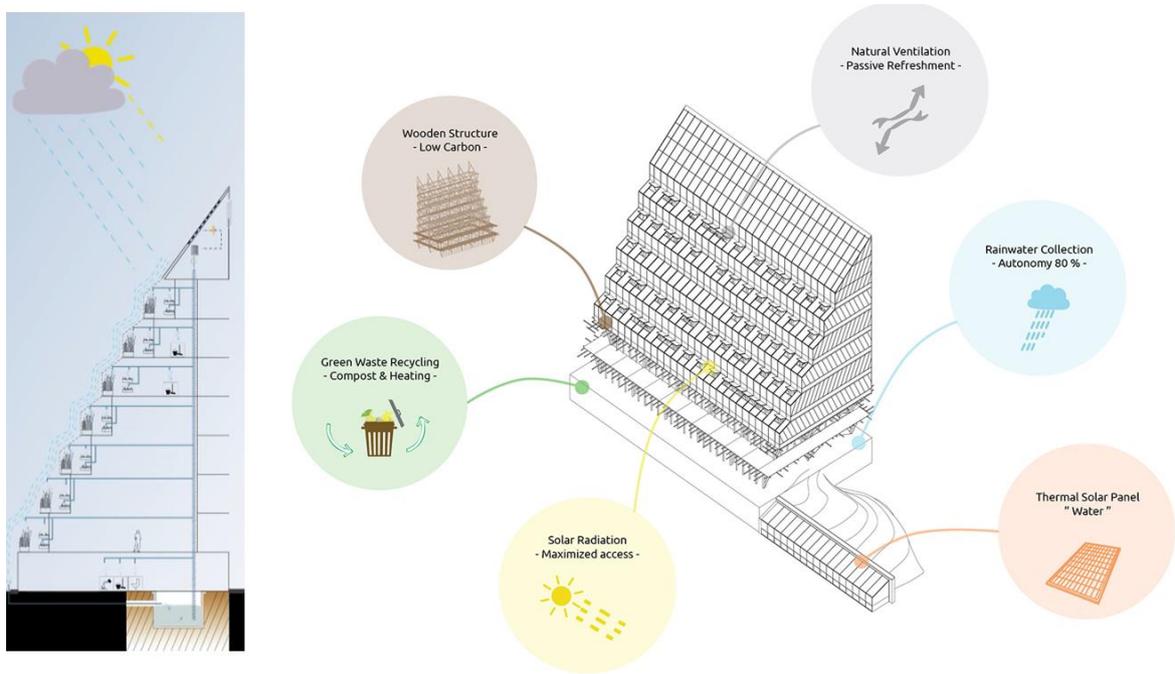


Figura 27: Consideraciones de diseño y distribución de las hortalizas. (Designboom; 2016)

### CAPITULO 3: CASO DE ESTUDIO

Actualmente en Chile un 87% de la población vive en las ciudades, esto se refleja con mayor énfasis en la zona central del país, en especial en la Región Metropolitana (ONU, 2017). Según datos geográficos del 2017 emitidos por el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, esta región alberga la población más significativa del país, representada por 7.112.808 habitantes los cuales se distribuyen en 52 comunas donde la mayoría son zonas urbanas, y sólo 18 son zonas rurales.

Esta gran densidad poblacional trae consigo problemas como la contaminación del aire y la necesidad de abastecer a los ciudadanos de servicios básicos, entre los principales podemos mencionar luz, agua potable, y la demanda de alimentos como una necesidad básica del ser humano.

La adquisición de alimentos por parte de los consumidores se da principalmente en los supermercados, ferias libres o pequeños negocios. Detrás de estos medios de distribución se encuentra las múltiples industrias, productores y campesinos, que trabajan los suelos como principal recurso para alimentar a la población.

Los suelos productivos en Chile están siendo afectados por el cambio climático y las deficientes prácticas de manejo agrícola y forestal, el mismo se ha degradado, erosionado y contaminado en diversas zonas del país. Adicional a esto, actualmente Chile es uno de los pocos países de la OCD<sup>2</sup> que en el presente no cuenta con una Ley de Protección de Suelos (CIPER ACADÉMICO; 2017), es decir, el principal recurso para generar alimentos dirigidos a la población se encuentra desprotegido; por ende es necesario generar nuevas alternativas que satisfagan la demanda necesaria de

---

<sup>2</sup> Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

alimentos de forma sostenible y obteniendo productos saludables. Se está perdiendo área cultivable por el cambio climático, malas prácticas agrícolas e igualmente se disminuyen las áreas verdes que han sido ocupadas por la expansión y crecimiento de la ciudad hacia las periferias. Según señala el Informe del Estado del Medio Ambiente (MMA, 2018), la pérdida de terrenos cultivables por expansión urbana ha crecido de forma exponencial especialmente en las áreas metropolitanas de Santiago, Valparaíso y Concepción (CIPER ACADÉMICO; 2017).

Todo lo anterior, hace de Santiago un caso de estudio interesante para explorar oportunidades al generar espacios para producir alimentos localmente, de forma más amigable con el medio ambiente, fácil acceso y al mismo tiempo más eficiente en cuanto a su demanda como a su distribución. Así, se plantea la posibilidad de diseñar un espacio de producción de alimentos independiente del recurso del suelo o la tierra como soporte y aporte nutricional.

## 3.1 Análisis urbano:

### 3.1.1 Contexto geográfico y climático:



Fig. 28: Plano ubicación región y comuna seleccionada

El presente estudio se sitúa en la zona central de Chile en la Región Metropolitana de Santiago, donde viven alrededor de 7.112.808 habitantes distribuidos en 52 comunas, las cuales están conformadas en su mayoría por asentamientos urbanos y 18 zonas rurales. Entre las principales provincias se encuentra Santiago donde habita el 78% de la población regional, representando la población más alta del país. (2017; Gobierno Regional Metropolitano de Santiago)

La ciudad de Santiago se caracteriza por la presencia de la Cordillera de la Costa y el alejamiento del mar, siendo los principales factores que definen sus dos tipos de climas: el templado de tipo mediterráneo con estación seca prolongada y el frío de alturas en la Cordillera de los Andes con temperaturas extremas que llegan a cero grados. Entre ellos se registra una temperatura media anual de 14°C con la excepción de máximas en verano que llegan a superar los 30°C durante el día.

En cuanto a las precipitaciones se registran durante las temporadas invernales, especialmente en los meses de mayo, junio, julio y agosto. Santiago presenta 369,5 mm de agua caída promedio anual (s.f.; BCN), lo cual se clasifica dentro de las precipitaciones escasas y se traduce en un porcentaje cercano al 50% de déficit de aguas de lluvia, las cuales son importantes para mantener las fuentes de abastecimiento destinadas al consumo del agua, además contribuyen al desarrollo de la vegetación, contrarrestar la sequía, entre otros temas afectados relacionados al sector climatológico.



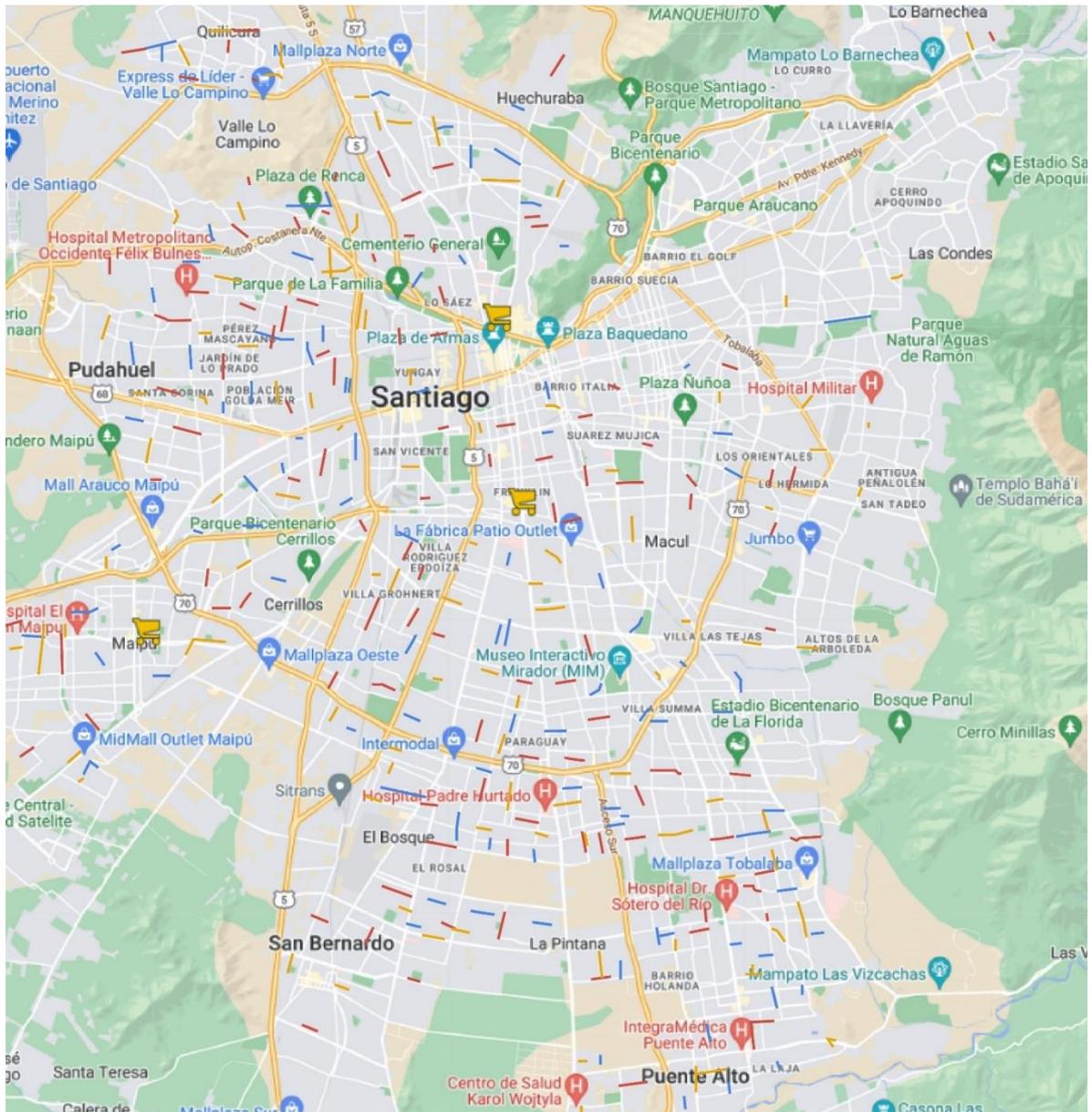
### 3.1.3 Ferias libre y Mercados:

En Santiago las ferias libres se caracterizan por ser lugares temporalmente ubicados en espacios públicos como calles, plazas o parques. En ellos se comercian principalmente frutas y hortalizas, las cuales son parte fundamental de una alimentación equilibrada en fibra, vitaminas y minerales. De acuerdo a datos generales publicados por la ASOF<sup>3</sup> la economía de las Ferias Libres representa un 70% del total de frutas y verduras transados en Santiago y un 50% de los pescados y mariscos, abasteciendo aproximadamente a 2.000.000 de habitantes (Observatorios de Ciudades, 2010) Adicional a esto, la adquisición de productos en la feria es beneficiosa para el consumidor ya que representa una alternativa más económica en algunas ocasiones. De acuerdo a lo señalado desde la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) se "ha detectado una diferencia de hasta un 60% entre los precios de las ferias libres y los supermercados".

En la Figura 30 se observa las ferias libres de Santiago diferenciadas por los días de la semana en las que se encuentran abiertas al público. Si consideramos cada grupo de color de forma aislada, se aprecian grandes distancias para acceder a estos lugares.

---

<sup>3</sup> Asociación Nacional de Feriantes Libres



**FIERAS DE SANTIAGO:**

	Miércoles, Sábado		Jueves, Domingo		Martes, Viernes
	La Vega Central		Persa Bio Bio		Mercado Municipal de Maipú

Figura 30: Ferias de Santiago y Principales Mercados populares. (Google Maps; 2021) Fuente: [Link](#)

En el 2019, el Ministerio de Agricultura de Chile dio a conocer algunas zonas de acceso limitado a frutas y hortalizas frescas (ODEPA; 2019), las cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

Tipo	Región	Zona de acceso limitado
Sector centro cívico	R.M.	(1) Comuna de Santiago, sector centro (Avenida Bulnes).
	R. O'Higgins	(2) Comuna de Rancagua, sector Sur Poniente (Terminal ferroviario sector Plaza de la Marina)
Sectores de ingresos medios	R.M.	(3) Comuna de Ñuñoa, sector centro Norte (Unidad Vecinal N° 9).
	R.M.	(4) Comuna de La Florida, sector Oriente Av. La Florida
	R. O'Higgins	(5) Comuna de Machalí, sector Nor-Oriente.
Sectores de ingresos bajos	R.M.	(6) Comuna de Pudahuel, sector Nor-Poniente (El Noviciado).
	R. O'Higgins	(7) Comuna de Rancagua, sector Sur poniente (Galilea etapa B)
Sectores de expansión urbana	R.M.	(8) Comuna de San José de Maipo
	R. O'Higgins	(9) Comuna de Santa Cruz, sector Suroriente

Tabla 4: Zonas de acceso limitado a frutas y hortalizas frescas. (ODEPA; 2019)

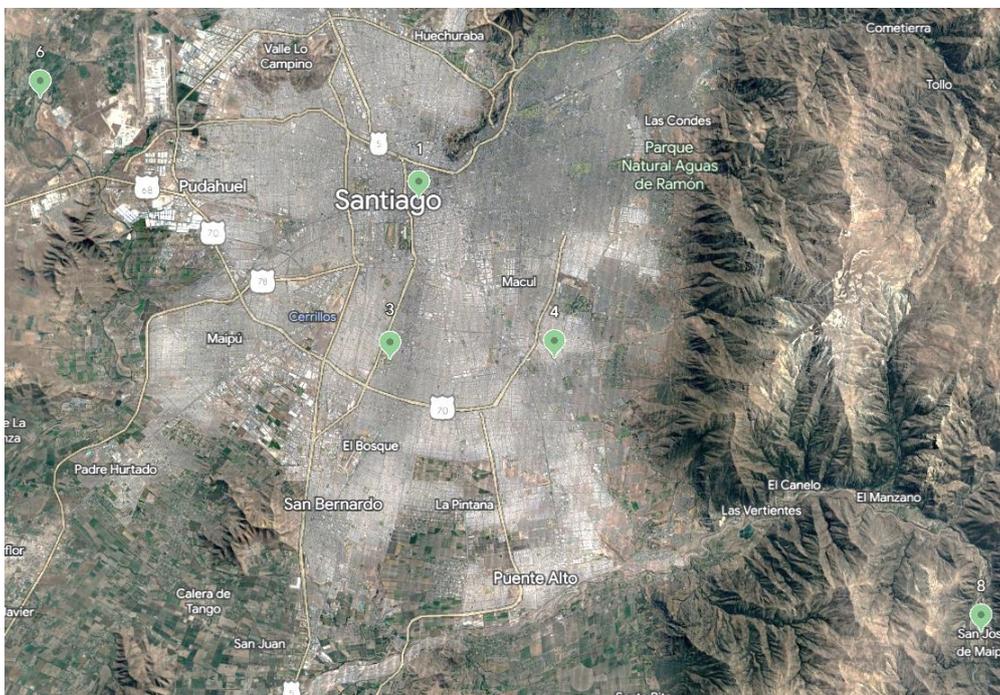


Figura 31: Zonas de acceso limitado a frutas y hortalizas frescas según Tabla 4. (ODEPA; 2019)

Destaca la Zona de acceso limitada indentificada como (1) en la Tabla anterior, por su ubicación en un sector altamente densificado como lo es el

centro de la ciudad, además de su cercanía a vías expresas y distintas estaciones de metro, es por ello que se pone foco en esta zona con amplias oportunidades de desarrollo.

Al acercarnos en el mapa al sector centro y espacios aledaños a Avenida Bulnes, el cual es señalado como el primer sector de acceso limitado a frutas y hortalizas frescas, se identifica un área definida en color amarillo en la Figura 32 donde existen rangos de desplazamiento por encima de 600 a 1000 m entre las ferias libres, este rango es definido por la ODEPA para identificar zonas de “acceso limitado”.



Figura 32: Ferias de Santiago, Mercados populares, y supermercados (Google Maps; 2021)

### 3.1.4 Zonificación General:



Figura 33: Plan Regulador PRS - 01 G de Zonificación General. (DOM; 2013)

En el área de estudio identificada predominan tres zonas definidas por el Plan Regulador de Santiago como Zona A, B y C, las mismas están articuladas por la presencia de Áreas verdes existentes como lo son el Parque Almagro, El Paseo Bulnes y las diversas plazas contiguas al Palacio de La Moneda. A continuación, se indica brevemente que representa cada color o zona de la Figura 33, en orden de importancia de acuerdo a la zona de acceso limitada a frutas y hortalizas mencionada anteriormente:

**Zona B:** usos del suelo:

- **Residencial:** Vivienda Edificaciones y locales destinados al hospedaje
- **Equipamiento:** (con las excepciones indicadas en a.2.1 del PRCS; 2021)  
Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación,

Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social

- **Actividades Productivas:** Taller Artesanal, de acuerdo a la definición establecida en el artículo 9 y de acuerdo a la TAP N°2 (PRCS; 2021; p.14)
- **Infraestructura:** Infraestructura de Transporte como helipuertos, según excepciones del PRCS
- **Espacio Público,**
- **Área Verde**

**Zona E:** predominan los mismos usos mencionados en la zona B como lo son residencias, equipamiento, infraestructura, espacio público y área verde, a diferencia que, también presenta Sectores Especiales y Zonas de Conservación Histórica que se rigen bajo otras condiciones (PRCS; 2021; p.119)

**Zona A:** usos del suelo:

- predominan los mismos usos mencionados en la zona B como lo son residencias, equipamiento, infraestructura, espacio público y área verde, a diferencia que, para el uso de Infraestructura se presenta Infraestructura de Transporte y sanitaria, según excepciones del PRCS.

### 3.1.5 Contexto histórico:

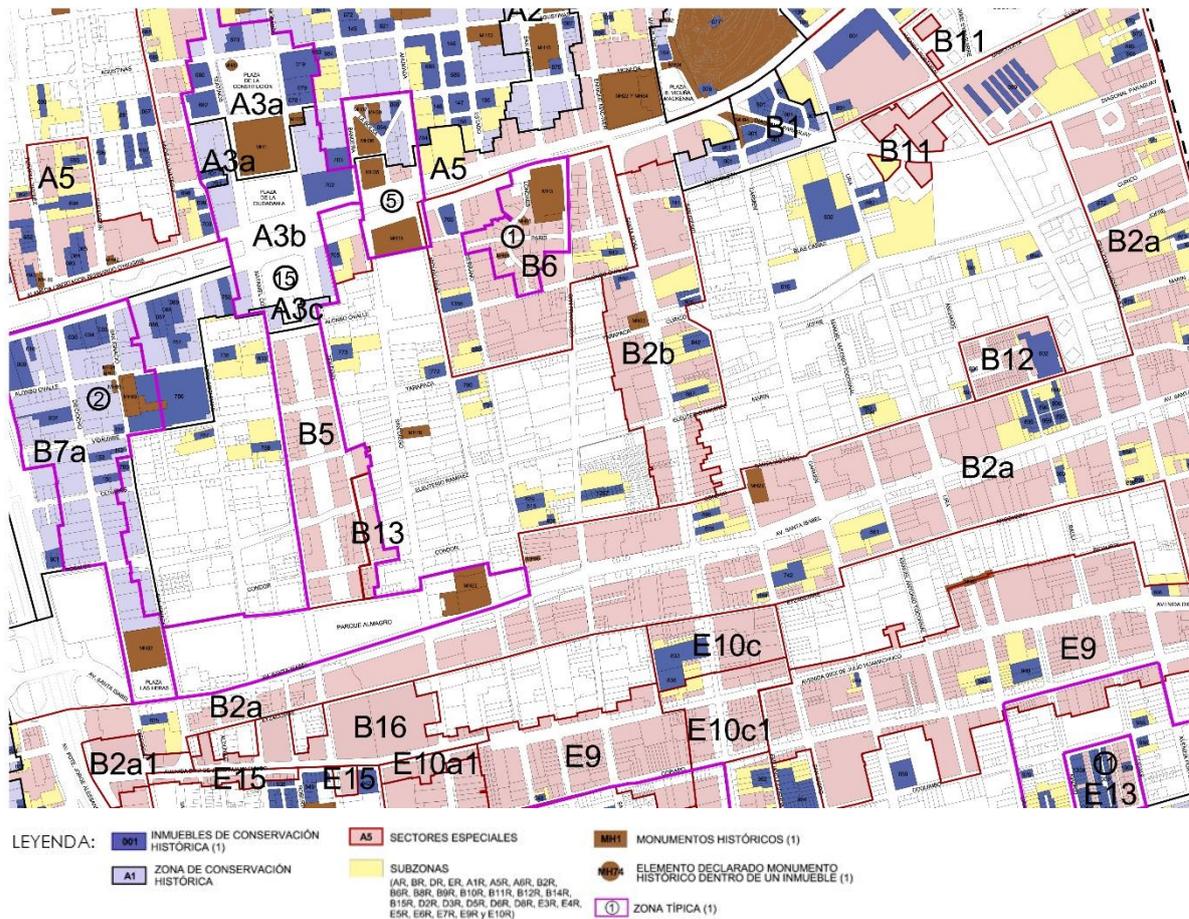


Figura 34: Plan Regulador PRS - 02 H de Zonificación Especial. (DOM; 2019)

En cuanto a la Zonificación espacial, el Plan Regulador del sector cuenta con las siguientes categorías: Sectores especiales, Monumentos Históricos, Inmuebles y Zonas de Conservación Histórica y Sub-zonas. Cada una de las zonas está identificadas con un código alfanumérico propio<sup>4</sup>. Entre las zonas más reconocidas y de importancia histórica se identifican las zonas B5 (Av. Bulnes), B2a (Corredor Santa Isabel) y B7a (Dieciocho - San Ignacio).

Cabe destacar, la importancia del eje Bulnes como parte de la Historia del Centro Cívico de Santiago, y su estrecha vinculación con el Parque Almagro

<sup>4</sup> Definido por la Ordenanza Local del Plan Regulador Comunal de Santiago (ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO ASESORIA URBANA; 2021)

.. El barrio cívico está conformado por la Plaza de la Constitución desde calle Agustinas, La Moneda, la Plaza de la Ciudadanía y el Paseo Bulnes conformado por seis cuadras, el cual comienza en la Alameda y termina en el Parque Almagro. Bajo el segundo gobierno de Arturo Alessandri Palma, en 1930 se crea el Barrio Cívico, proyecto de Karl Brunner, arquitecto y urbanista austríaco, quien propone que la Avenida Central (Av. Bulnes) alcance hasta la actual Av. Santa Isabel y el actual Parque Almagro. “Este plan responde a los objetivos de concentrar los servicios de gobierno, revitalizar el centro de la ciudad y mejorar la accesibilidad desde el sur” (Consejo de Monumentos Nacionales de Chile). Posteriormente, el proyecto fue ajustado por el arquitecto Carlos Vera Mandujano, con aprobación oficial del Plan Seccional en 1937.

El eje Bulnes se proyectó como una arteria que pudiera unir el norte con el centro de la ciudad, conectando el Palacio de La Moneda con la Plaza Almagro, actualmente convertida en parque. El eje junto con el barrio Cívico y el parque Almagro fue declarado Zona Típica por decreto en el 2008. Desde hace unos años, fue remodelado y transformado en paseo peatonal (Martínez e Israel, 2010).



Figura 35: Eje Bulnes. (Teresita Pérez / Plataforma Urbana)  
<https://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/09/18/guia-urbana-de-santiago-barrio-civico/>

Por otra parte, en esta misma zona se encuentra el Barrio Dieciocho, es importante reseñar que el mismo fue reconocido como Zona Típica al ser promulgada la actual ley de monumentos nacionales (Decreto Supremo

17.288 del ministerio de Educación) en 1983, buscando proteger al conjunto de edificaciones dentro esta zona. Denominando al barrio como zona urbana patrimonial ZT (Zona Típica y Pintoresca declarada por el Consejo de Monumentos Nacionales), esto significa que es una zona con importante valor para la nación (Schnell, 2020).



Figura 36: Fachadas Calle Dieciocho, vereda oriente, entre Alonso de Ovalle y Vidaurre. Fuente: (Schnell, 2020)

### 3.1.6 Vialidad:



Figura 37: Plano de vialidad del proyecto. Plano elaboración propia. Clasificación de vías según (OGUC Ilustrada, 2020)

En el plano de vialidad se visualiza con énfasis las vías expresas Autopista Central Ruta 5 y Av. Libertador Bernardo O'Higgins, las cuales representan una oportunidad para establecer relaciones intercomunales. En segundo lugar, se identifican las vías troncales o conexiones entre las zonas intercomunales, en este caso destacan la calle San Diego y Av. 10 de Julio Huamachuco, donde predomina el flujo de transporte público y automóviles. En Tercer Lugar, en color amarillo, se identifican las vías de servicios conocidas como las vías de centros urbanos que permiten comunicar los distintos servicios y comercios de la zona. Y por último, en un color amarillo más tenue se indican las vías locales caracterizadas por establecer conexiones entre el conjunto de vías mencionadas anteriormente, también por tener menos flujo vehicular.

Es importante mencionar que esta zona es de fácil acceso peatonal ya que cuenta con diversas estaciones de metro cercanas, de la línea 1, 2, 3, 5 y 6, además de las dos vías troncales antes mencionadas y varios recorridos del transporte público. En la Figura 38 se denota en color amarillo las cinco líneas de metro antes mencionado, las cuales conectan el Norte, Sur, Poniente y Oriente de la ciudad. Entre las subzonas del sector resalta el eje Bulnes por su constante flujo de preferencia peatonal, intersectado por el Parque Almagro de fácil acceso a la estación de metro en la Calle San Diego.

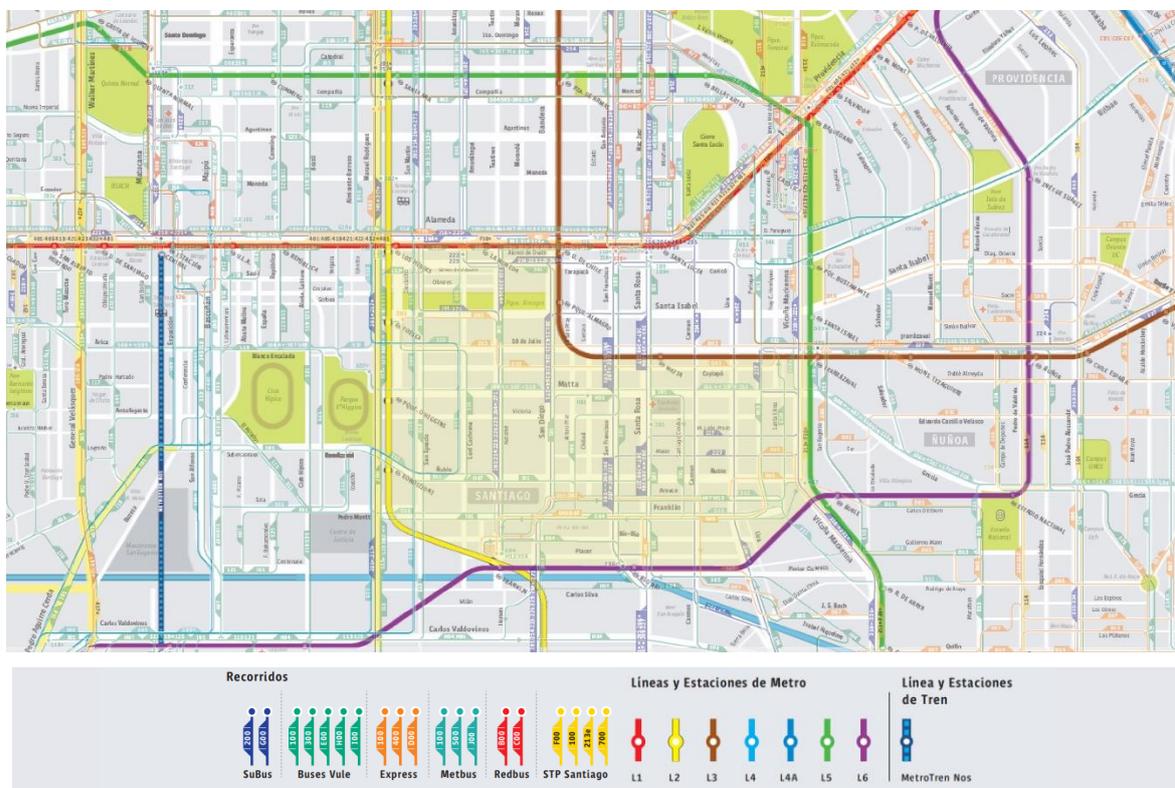


Figura 38: Mapa de recorridos del Gran Santiago. Red de Transporte Público (DTP Metropolitano, 2020) Fuente: [LINK](#)

Es importante mencionar que en Santiago, las áreas de cultivos de alimentos se encuentran en las afueras de la ciudad. En la antigüedad los sectores agrícolas estaban inmersos en la ciudad, éstos se denominaban chacras<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Las chacras se definieron en el período colonial como propiedades rurales donde habían áreas de cultivo. En Santiago de Chile, de las chacras, fundos o haciendas que rodeaban la capital surgía gran parte de los productos que iban a los mercados y casas de la ciudad. Desde el siglo XVII en el Valle Mapocho los predios se habían organizado en función de la

Actualmente, el 60 % de la superficie sembrada correspondiente a 4.120 ha que se concentran en Melipilla, Lampa, Curacaví y Colina. Asimismo, los cultivos que ocupan mayor superficie en la región son choclo (1146,1 ha), papa (890,4 ha) zapallo de guarda (701,4) frutilla (374,7 ha) y melón (231,9 ha) (Ciren, 2022). Esto es un indicativo que para abastecer las comunas de Santiago con frutas y hortalizas se requiere de su constante transporte y distribución, observándose una oportunidad de producir cultivos de forma local y disminuir las emisiones de dióxido de carbono que contaminan continuamente el aire.

### 3.1.7 Usos del suelo:

Se identifica como un área de usos mixtos donde predomina el área residencial, comercial y de educación, por la presencia de edificaciones de la Universidad Central de Chile. También se hace énfasis en algunas edificaciones de carácter histórico como el Museo Palacio Cousiño, Iglesia de Los Sacramentinos y El edificio de la Casa Central de la Universidad de Chile. Resaltan las áreas verdes o espacios de esparcimiento del Parque Almagro y el paseo Bulnes. En su minoría se identifican algunos espacios de servicios como edificaciones administrativas, edificaciones del sector de la salud, culto y seguridad.

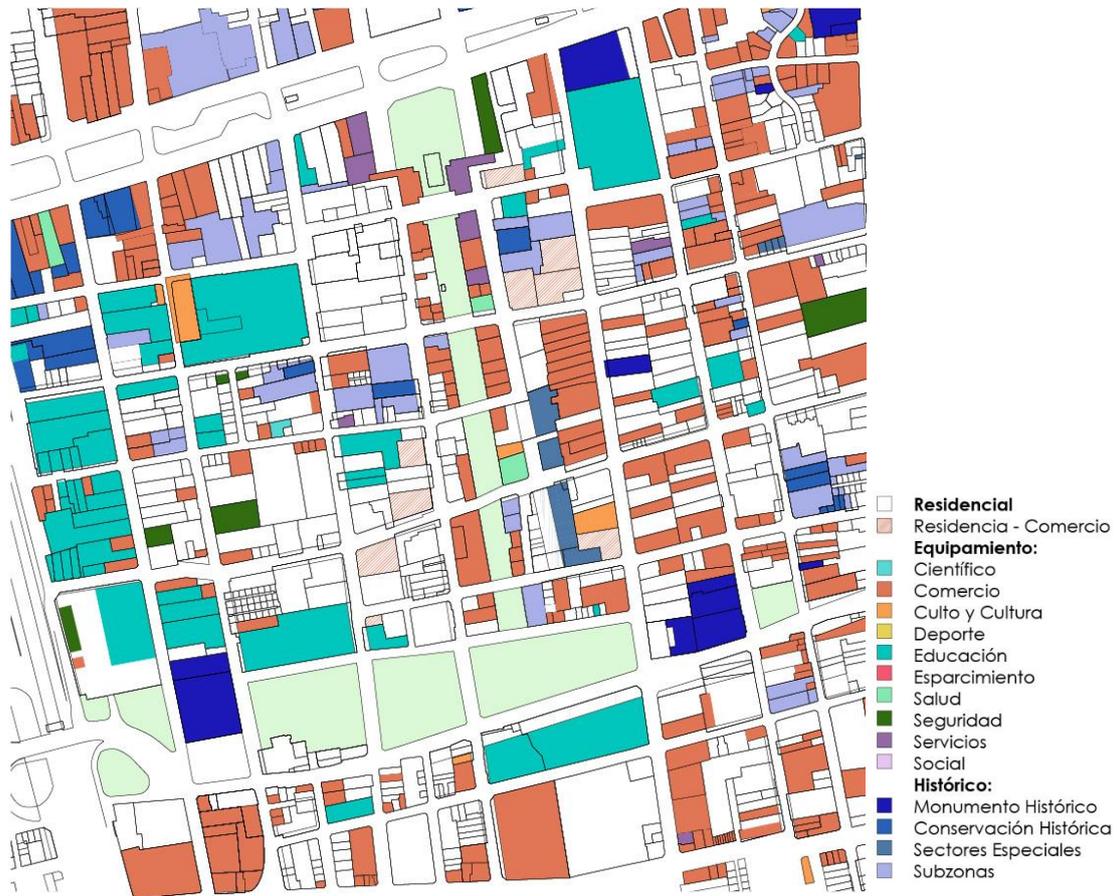


Figura 39: Tipos de usos del suelo. Elaboración propia. En base a Google Maps

### 3.1.8 Mapeo de la zona:

Se realiza un mapeo de la zona donde se identifica la presencia de edificios de vivienda en altura de más de 15 pisos, como se observa en la figura 40 y fotografías posteriores que son parte del recorrido del sector. En la figura se identifican varios ejes donde predominan estas edificaciones de alta densidad de viviendas como Eleuterio Ramírez, Av. Santa Isabel, San Diego, Arturo Prat, San Francisco, Lord Cochrane y Nataniel Cox.



Figura 40: Plano de altura de edificaciones. Elaboración propia



Figura 41: Recorrido Mapeo del Plano de altura de edificaciones I. Fotografía propia

## CAPITULO 4: PROPUESTA GENERAL

### 4.1. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO



Figura 42: Análisis del sector. Elaboración propia

Se selecciona como emplazamiento el predio delimitado por las calles Nataniel Cox, Lord Cochrane, Cóndor y Mencía de los Nidos. *Es este espacio se observa:*

- Limitación al acceso de frutas y hortalizas. El sector no cuenta con ferias de frutas verduras cercanas y abiertas público de forma constante. Se identificas los grandes supermercados de la zona.
- Es una zona altamente densificada. En gris oscuro se señalan las manzanas con mayor densidad de vivienda, las cuales representan según el Instituto Nacional de Estadísticas una densidad de 301 o más viviendas por hectárea.
- Presenta fácil acceso a vías expresas, distintas estaciones de metro y recorridos del transporte público
- Es un sector con varios lugares de interés turístico e histórico, como el Eje Bulnes, Barrio Dieciocho, Museo Palacio Cousiño y la Iglesia de los Sacramentinos.
- La presencia de distintas edificaciones de carácter educativo las cuales pertenecen a la Universidad Central de Chile, tales como la

Facultad de e Ciencias Económicas y Administrativas, Jurídicas y Sociales, y la Facultad Arquitectura, Urbanismo y Paisaje universidad central urbanismo.

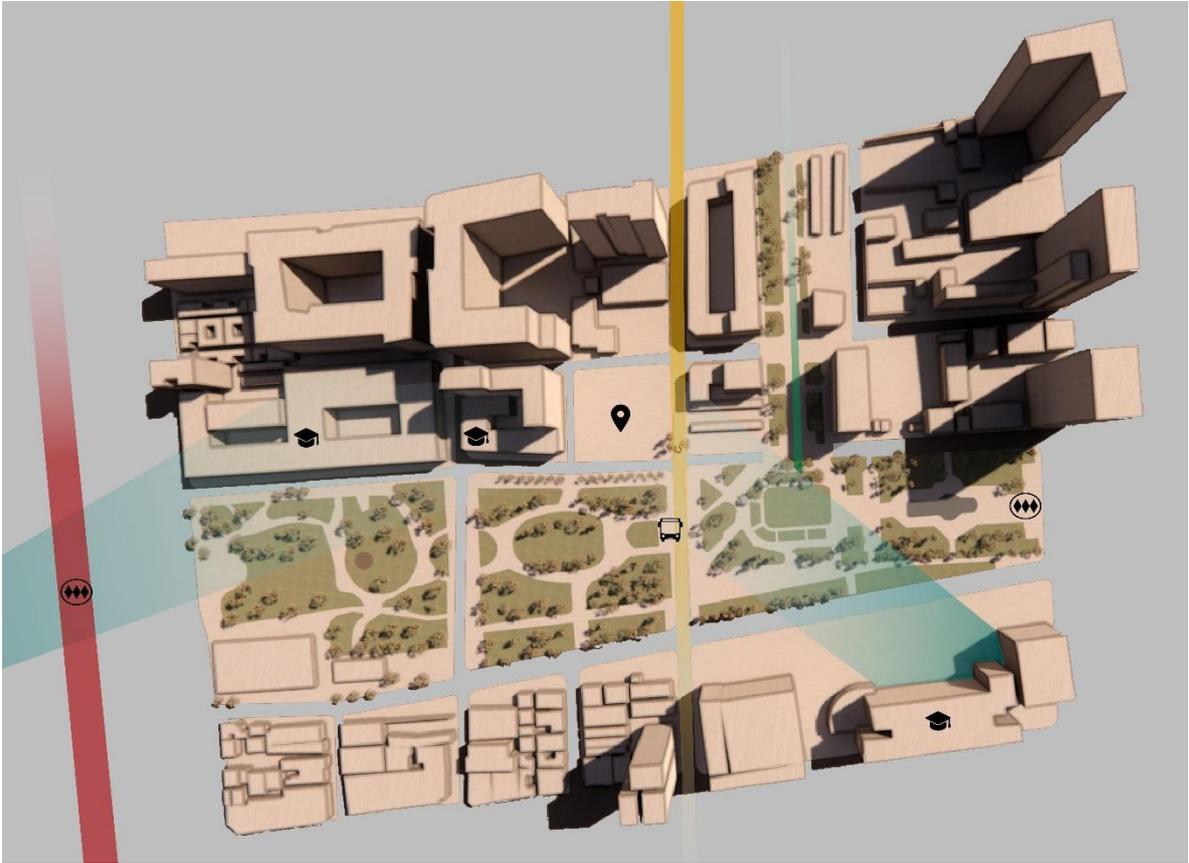


Figura 43: Análisis del sector. Elaboración propia

En resumen, el espacio seleccionado cuenta con diversas oportunidades destacando su densidad residencial, sectores de comercio, educación, historia y cercanía a áreas verdes y de esparcimiento. Además, presenta fácil acceso a distintos medios de transporte y vías peatonales como el Eje Bulnes que contribuyen a una afluencia de personas positiva. Y principalmente se identifica el sector como zona limitada de acceso a frutas y hortalizas lo cual representa un potencial para brindar un aporte programático de esta índole.



Figura 44 Contexto inmediato del emplazamiento. Fotografía propia

El proyecto propone una edificación asociada a la optimización de la producción agrícola, que albergue espacios para cultivos hidropónicos y un jardín comunitario. También se contemplan espacios para la venta de lo cosechado en la edificación, un restaurante, y áreas de conferencia o enseñanza sobre los distintos procesos de los cultivos hidropónicos, entre otros temas asociados al funcionamiento de la edificación, que permitan educar sobre los principios de la sostenibilidad.

## 4.2 Requerimientos Normativos del predio:



Figura 45: Predio Seleccionado. Base de Datos Catastro Municipalidad de Santiago. Fuente: [Link](#)

A partir del Catastro de la Municipalidad de Santiago se obtiene la información del predio en cuanto a su Línea Oficial de Edificación, Zonificación, Altura máxima y datos obtenidos de la Ordenanza Local del Plan Regulador Comunal (Ilustre Municipalidad; 2021; p. 73). A continuación se presenta un resumen de los requerimientos normativos:

## Constructibilidad, Ocupación del suelo y ocupación de pisos superiores:

Requerimientos Normativos:

Coeficiente de Constructibilidad	1.0
Coeficiente de Ocupación de Suelo	1.0 piso 1° 0.7 piso 3°-x
Coeficiente Máximo de Constructibilidad	5.5
Altura Máxima	22.5 m
Estacionamiento	1/75m <sup>2</sup> Art. 14 <sup>1</sup>

Cálculos:

### Coeficiente de Constructibilidad

$$2594 \text{ (Predio)} \times 5.5 \text{ (Coeficiente)} = 14.267 \text{ m}^2 \text{ Máximo para el predio}$$

### Ocupación de Suelo

$$2594 \text{ (Predio)} \times 1.0 \text{ (Coeficiente)} = 2.594 \text{ m}^2 \text{ Máximo para el predio}$$

### Ocupación Pisos Superiores

$$2594 \text{ (Predio)} \times 0.7 \text{ (Coeficiente)} = 1.815 \text{ m}^2 \text{ Máximo para el predio}$$

6

Figura 46: Constructibilidad, Ocupación del suelo y ocupación de pisos superiores aplicados al terreno seleccionado. Elaboración propia

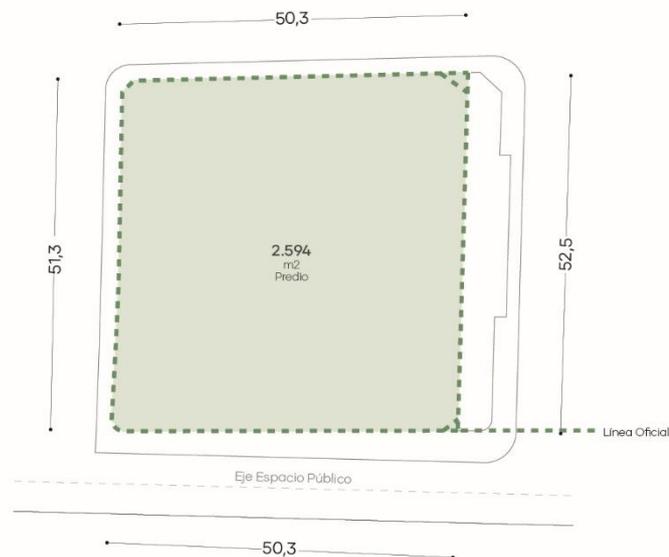


Figura 47: Área y dimensiones del predio. Elaboración propia

<sup>6</sup> Ordenanza Local PRC” ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO. 2021

**Superficie máxima permitida por piso:**

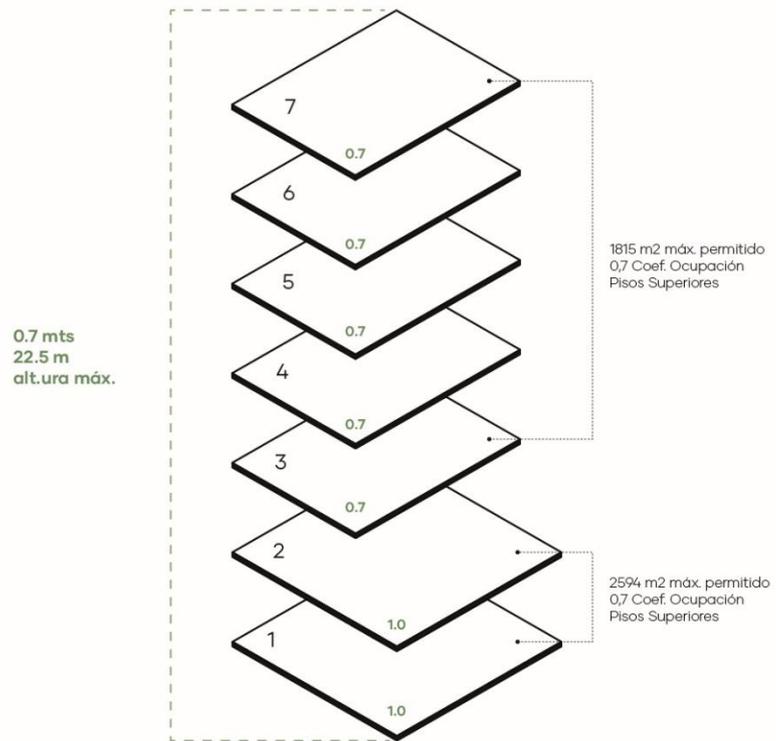
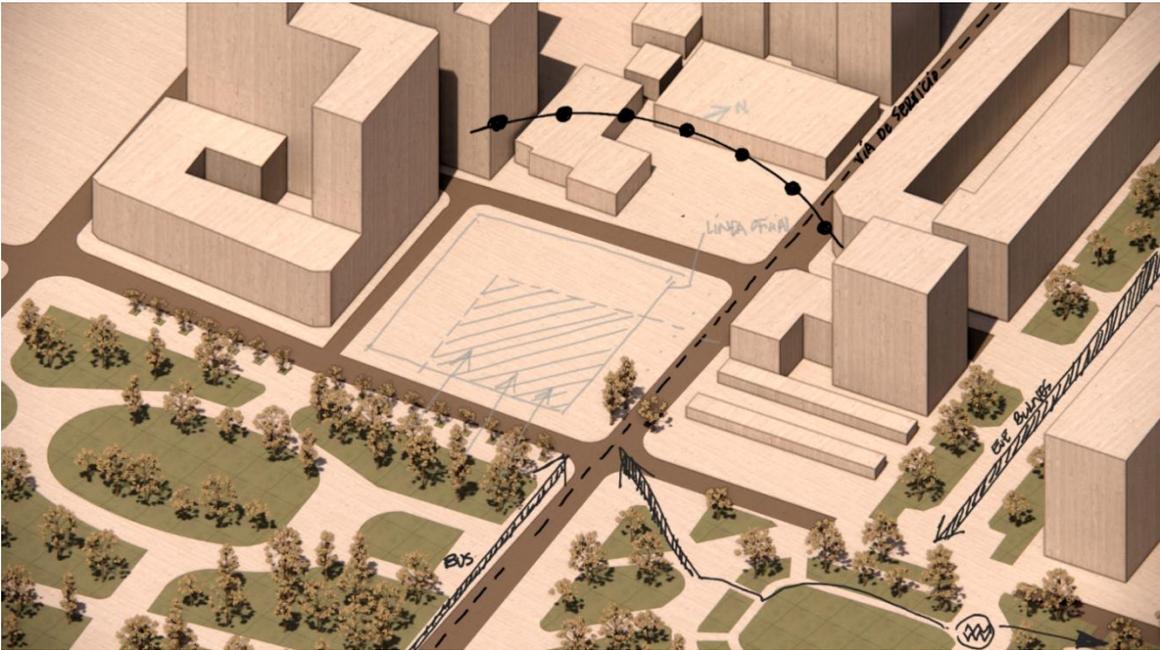


Figura 48: Superficie máxima permitida por piso. Elaboración propia

### 4.3 Consideraciones de diseño



7

El proyecto está basado en dos conceptos reiterativos; por una parte, concepto de huerto vertical como herramienta de producción agrícola sostenible, esto considera la optimización del volumen para acoger la presencia de cultivos hidropónicos, al incorporar diversas tecnologías, climatización y optimización de los recursos. Por otra parte, la sustentabilidad tanto en su materialidad y programa propuesto en la edificación.



Se propone un volumen a partir del reconocimiento de la esquina que recibe el flujo peatonal proveniente del metro Parque Almagro, Paseo Bulnes y el paradero más cercano, enmarcando un

espacio público de encuentro con mobiliario y huertos para la comunidad. El volumen considera la substracción de dos espacios centrales que permitan la entrada de la luz y la circulación vertical del aire.

<sup>7</sup> Figuras 49 y 50: Esquemas conceptuales del diseño. Elaboración propia

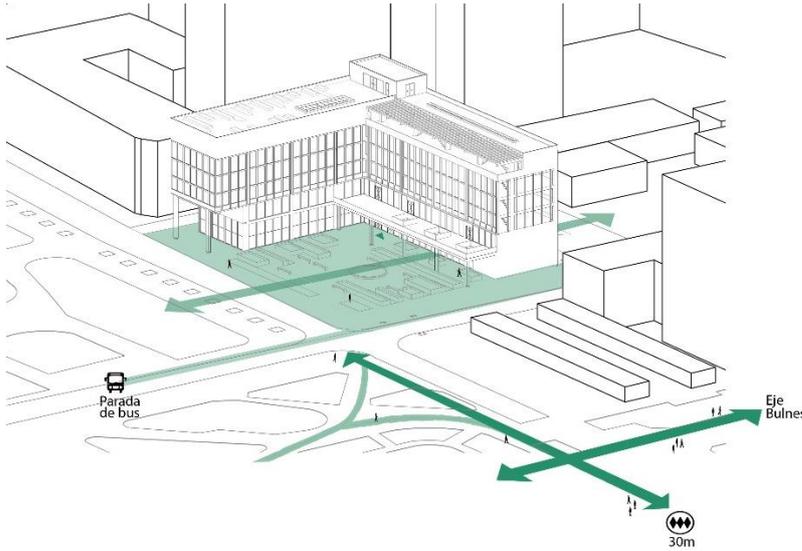


Figura 51: Área y dimensiones del predio. Elaboración propia

### ACCESIBILIDAD Y CONFORT:

Considera la cercanía al metro y un paradero en su inmediatez. Se reconoce como positivo el flujo peatonal del Eje Bulnes y se incorpora un espacio abierto en continuidad al Parque Almagro generando zonas de descanso con mobiliario urbano.



Figura 52: Área y dimensiones del predio. Elaboración propia

### APROVECHAMIENTO DE LAS VISTAS:

Se busca aprovechar las vistas desde el primer piso hasta la terraza del restaurant y azotea, creando espacio abiertos al aire libre.

Se propone una terraza en el piso tres para visualizar el huerto urbano, Parque Almagro y acompañar el programa de recorrido de las instalaciones, enseñanza y difusión. El cuerpo de la volumetría es de vidrio con un cerramiento de madera, el cual controla la entrada de la luz en las fachadas de mayor exposición al sol, igualmente permitiendo visualizar el exterior.



Figura 53: Área y dimensiones del predio. Elaboración propia

### ÁREAS VERDES:

Como principal uso del edificio se busca aprovechar el interior para el cultivo hidropónico de hortalizas, especies aromáticas y ornamentales<sup>8</sup>, las mismas abastecerán el restaurante y tiendas propuestos en el edificio y serán distribuidas para la venta.

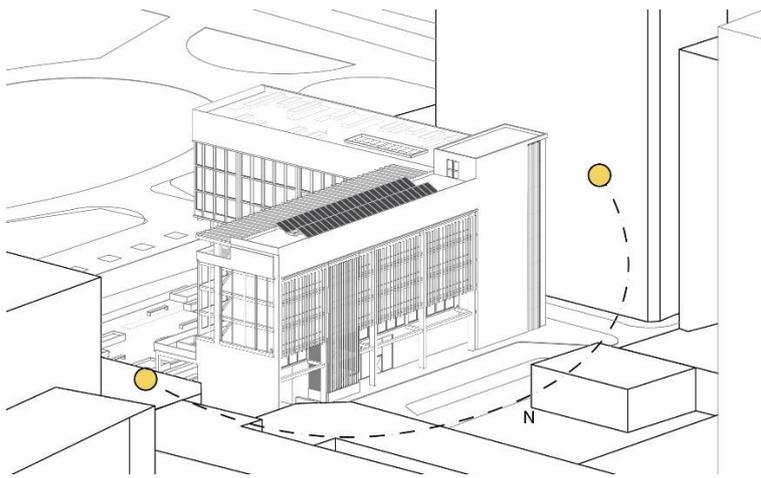
Se contará con 3400 m<sup>2</sup> de superficie para cultivos hidropónicos, contemplando un estimado de 150 toneladas en alimentos frescos al año.<sup>9</sup>

Adicionalmente, en el jardín comunitario y azotea se consideran huertas en cajones con algunas especies comúnmente cultivadas en la zona centro-sur tales como: el apio, zanahoria, betarraga, tomate, pepino, zapallo, entre otros recomendados según la estación (Ediciones UC, 2019)

Además, en el jardín comunitario y perímetro del proyecto se proponen especies nativas y exóticas introducidas en Chile, éstas tendrán fines ornamentales además de los beneficios propios de cada especie. Se toman en cuenta los siguientes árboles de bajo consumo hídrico, recomendados en jardines y vías urbanas: Pruno, Espino, Jacarandá, Ginkgo y Peral en Flor; se toman en cuenta especies existentes en el contexto inmediato que sería el Plátano Oriental y Sophora Japónica, cuya intención es dar continuidad a esta segunda especie a lo largo de la vereda. Se complementan las áreas con cubresuelos, arbustos y herbáceas, Se sugieren las siguientes especies: Escalonia, Pichi Romero, Pata de Guanaco, lavanda francesa, y como cubresuelo nativo la cotula. Se sugiere para las plantaciones la utilización de hidrogeles para ayudar a reducir el consumo del agua.

<sup>8</sup> En la sección 2.2 se mencionan ejemplos como lechuga, acelga, espinaca, berro, tomate, morrón, berenjena, fresa, albahaca, menta, perejil, cilantro, rosas, orquídeas, etc.

<sup>9</sup> Se estima un rendimiento promedio obtenido del siguiente dato: "En un invernadero hidropónico de baja tecnología se pueden obtener producciones de 30 kg/m<sup>2</sup> por año, en uno de mayor tecnología se



## ILUMINACIÓN Y ENERGÍA:

Se proyectan celosías de madera en la fachada para reducir la intensidad de la luz solar, pensando en que los espacios utilizados tengan luz natural indirecta. También, se piensa la hidroponía como el principal uso del edificio, donde cada

Figura 54: Área y dimensiones del predio. Elaboración propia

cultivo tiene una exigencia de luz diferente por lo cual se requiere del apoyo de luces led de alta eficiencia las cuales puede ser sostenibles mediante la energía producida por paneles solares. Los paneles solares mediante la electricidad producida alimentan los sistemas de iluminación, ventilación y riego necesarios para este cultivo. Otra tecnología existente para el ahorro energético son los cables de fibra óptica<sup>10</sup> que pueden dirigir la luz solar de forma directa al interior de las zonas de cultivo para reducir la necesidad de luz artificial.

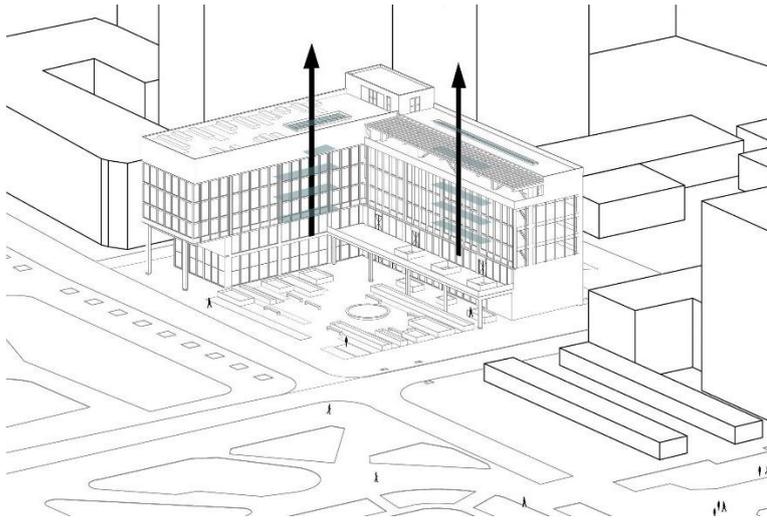
En cuanto a artefactos de cocina, insumos de oficina y luminarias que se requerirán en la edificación, se estima el uso de equipos eléctricos con criterios de eficiencia energética<sup>11</sup> Además, se considera un biodigestor, ya que esta tecnología permite a los visitantes y trabajadores dejar sus residuos para el compostaje. Los residuos de los alimentos se convierten en nutrientes orgánicos garantizando un aporte para que los vegetales crezcan de forma más amigable con el medio ambiente.

---

pueden llegar a obtener más de 65 kg/m<sup>2</sup> por año, del mismo cultivo” (Hydroponics Systems International, 2020)

<sup>10</sup> Los cables de fibra óptica cocidos por transmitir datos y permitirnos el uso del internet, también pueden estar diseñados para transportar luz de un punto a otro, mediante recolectores conformado por pequeños espejos puede transportarse la luz solar desde en el exterior hacia el interior de un edificio (Energysage;2023)

<sup>11</sup> En la actualidad existe una política energética de Gobierno, que fomenta a través el Ministerio de Energía el uso eficiente de este recurso (CITECUBB, 2015). Un ejemplo o referente de consumo de energía son Las etiquetas de eficiencia energética utilizadas en los refrigeradores domésticos.



## CLIMATIZACIÓN:

Además de las consideraciones de iluminación natural y protección solar, se incluyen sistemas pasivos como la ventilación natural de forma vertical<sup>12</sup> que permite la renovación del aire y termorregulación de los espacios.

Figura 55: Área y dimensiones del predio. Elaboración propia

Para cubrir las necesidades de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria se propone la utilización de una bomba de calor geotérmica la cual se sustenta de la temperatura del terreno para mantener climatizada la edificación.

- **AHORRO DEL AGUA**

Se estima una producción anual de 65 toneladas de cultivos, con una reducción de al menos un 70% menos del agua empleado en la agricultura tradicional mediante el sistema de recirculación<sup>13</sup> propio de los cultivos hidropónicos. Adicional a esto, considerando el estado de sequía de Santiago, y la baja posibilidad de recolección de aguas de lluvias, se busca reciclar constantemente las aguas grises contemplando su mantenimiento antes ser dirigida al sistema de riego de los cultivos, mediante una planta de tratamiento de aguas residuales<sup>14</sup>, el proceso consiste en recoger las aguas grises y de lluvia en lo posible, para procesarlas mediante un sistema de filtrado y luego reutilizarlas en el riego de todas las área verdes. Se toma

---

<sup>12</sup> Sistema de ventilación obtenido a través del estudio de los montículos de termitas de *microtermes*, en África, donde se observa las ventajas de las construcciones animales aplicables en la arquitectura, un ejemplo representativo es el El Eastgate Centre en Harare en Zimbabwe diseñado en los años noventa (Arribas, 2016).

<sup>13</sup> Un *sistema de recirculación del agua en cultivos hidropónicos* o NFT (Técnica de la solución nutritiva recirculante) permite optimizar el agua mediante la recolección del agua en bandejas, la cual se traslada por tuberías con una pequeña pendiente hacia un depósito de recogida (Novagric, s.f). Se puede ahorrar entre un 70 a un 95% del agua.

<sup>14</sup> *Planta de tratamiento de aguas residuales*: sistema de tratamiento de agua que filtra las aguas pluviales y grises, las enriquece con nutrientes y las recicla de regreso a los invernaderos. Los desechos de alimentos se pueden recolectar localmente en el sótano de los edificios, convertirlos en abono y reutilizarlos para cultivar más alimentos.

en consideración el uso de artefactos sanitarios y de cocinas que posean sello de eficiencia hídrica.

- **SISTEMA ESTRUCTURAL Y MATERIALIDAD**

Se contempla Mass Timber<sup>15</sup> como estructura principal del edificio a excepción del subterráneo proyectado en hormigón. Se consideran pilares, vigas y arriostramientos laminados de madera, además de losas, muros y escaleras de madera laminada cruzada. Se trabaja con un sistema estructural de Marco Rígido, el cual funciona mediante uniones rígidas de pilares y vigas que permite soportar los esfuerzos de carga, empuje y torsión en caso de un sismo. La edificación principal al ser representada por una “L”, se compone de dos unidades que funcionan estructuralmente de forma independiente, permitiendo el correcto movimiento en caso de sismo.

Por otra parte, En cuanto al revestimiento y cubiertas predomina de igual forma la madera por sus propiedades en cuanto a sustentabilidad y bienestar al usuario.

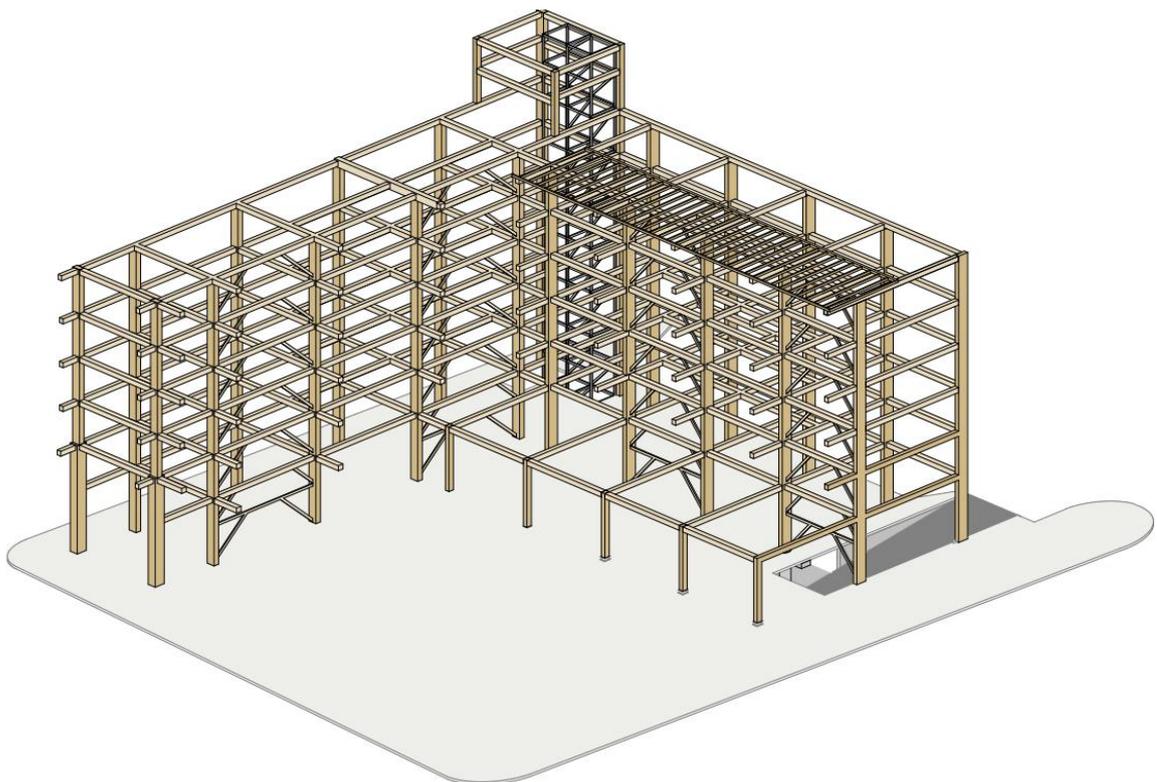


Figura 56: Sistema Estructural. Elaboración propia

---

<sup>15</sup> El Mass Timber es un material de construcción compuesto por capas de madera de grado estructural. Dentro de esta categoría encontramos el CLT (cross laminated timber o madera laminada cruzada) y el GLT (glue laminated timber, glulam o vigas laminadas de madera). Elementos con los cuales es posible construir edificios de varios pisos de altura (arboreal, s.f)



Figura 57: Referente: Escuela Curanilahue, Chile. Arquitectos: Macchi - Jeame - Danus & Boza - Boza - Labbé - Ruiz Risueño. Obtenido de: [www.archdaily.cl](http://www.archdaily.cl)

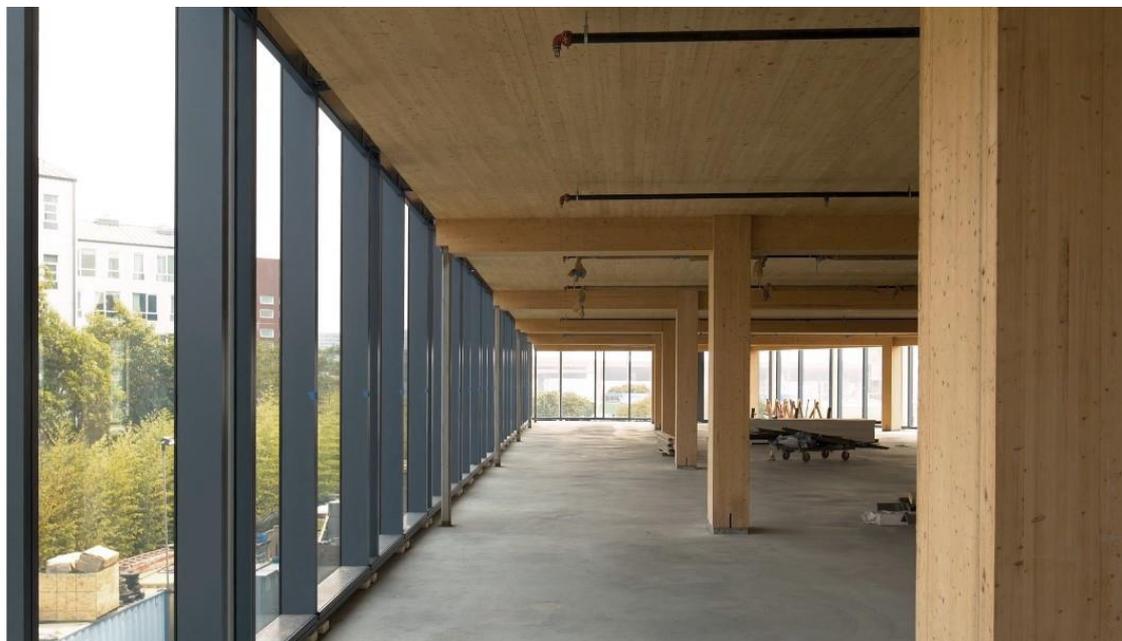


Figura 58: Referente: 1 De Haro, San Francisco, California. Firma: Perkins&Will. Obtenido de: [www.perkinswill.com](http://www.perkinswill.com)

## Beneficios de la construcción con CLT y GLT

Los elementos constructivos de madera contralaminada son una alternativa sostenible para la construcción, de bajas emisiones de carbono en comparación con materiales como el hormigón y el acero. Así como reseñan Karacabeyli & Douglas (2013) algunos de los beneficios de la construcción con CLT podrían ser los siguientes:

- **Materiales renovables:** como material de madera, el CLT es renovable.
- **Materiales locales:** los CLT se fabrican en Chile. Mientras menor la distancia de los fabricantes más fácil es el abastecimiento para el lugar de construcción.
- **Madera certificada:** los fabricantes de CLT pueden obtener la certificación de la cadena de custodia para una gestión forestal sostenible.
- **Almacenamiento de carbono<sup>16</sup>:** el impacto que genera construir con madera en el entorno es menor considerando todos sus ciclos, es decir su transporte, fabricación, eliminación o reutilización al final de su vida útil.
- **Compensación de carbono:** el valor de las emisiones de gases de efecto invernadero es menor con respecto a otros materiales con una mayor huella de gases de efecto invernadero como el hormigón.
- **Uso del ciclo de vida durante el diseño del edificio:** considera una serie de directrices para el diseño ecológico, con el objetivo de que produzcan edificios con un impacto mínimo.
- **Beneficios para la salud, el confort y el bienestar:** los ocupantes expuestos a la madera han demostrado beneficios en su bienestar; una cualidad importante del material es que no afecta negativamente a la calidad del aire interior y brinda bienestar emocional.
- **Reutilización:** tiene un buen potencial de desmontaje y reutilización, lo cual va acompañado del desarrollo de detalles constructivos para el desmontaje y la infraestructura para poder trasladar los productos a un nuevo emplazamiento.
- **Ahorro de energía en la explotación:** su masa térmica contribuye al ahorro global de las cargas de calefacción y refrigeración de un edificio.
- **Uso eficiente de los recursos:** al ser un producto prefabricado, tiene un mínimo de residuos en la obra y el tiempo de construcción se acorta.
- **Capacidad de resistencia a las catástrofes:** se minimizan los impactos del ciclo de vida asociados a la mantención ya que los fallos están diseñados para producirse en las conexiones (Karacabeyli & Douglas, 2013).

Tabla 5: Beneficios de la construcción con CLT y GLT

---

<sup>16</sup> La captura y el almacenamiento de carbono (CO<sub>2</sub>) es el proceso por el cual se elimina de la atmósfera el exceso de dióxido de carbono que produce el efecto invernadero. Por tanto, es una herramienta más dentro de la lucha contra el calentamiento global.

#### 4.4 Propuesta Programática:

- **Jardín Comunitario y Mercado:** proyectado en el piso de acceso al edificio, busca Integrar a la comunidad a través de un jardín rodeado de tiendas abiertas al público para ofrecer un espacio de venta y concientización sobre las prácticas de la agricultura urbana. Se diseña con la intención de acoger al público y dar continuidad a dicho espacio, representado por el Parque Almagro.
- **Mezzanina:** se considera un área de exclusivo acceso a los trabajadores que contempla el área administrativa, espacios de descanso, kitchinette, lockers, baños y camerines.
- **Espacios de enseñanza y difusión:** salas para educar sobre los procesos de los cultivos hidropónicos y traspasar los conocimientos sobre habilidades prácticas. Se considera que desde este espacio puedan observarse los cultivos hidropónicos como parte de un recorrido educativo.
- **Zonas de producción:** uso principal representado por el cuerpo la edificación donde se encontrarán los cultivos hidropónicos. Se busca aprovechar al máximo la exposición a la luz solar y conectar verticalmente mediante vacíos entre losas para climatizar el espacio.
- **Restaurante:** se propone un restaurante cuyos productos vengan de las zonas de cultivo a la mesa, los cuales sean servidos con un origen controlado, no expuestos a químicos nocivos y brinden la oportunidad de excelencia en calidad por su fuente nutritiva.
- **Ducto de residuos orgánicos:** los desechos de alimentos se podrán transportar a través de un ducto que comunica a todas las plantas de la edificación con la finalidad de recolectar en el sótano los desperdicios y reutilizarlos como abono procesados mediante un biodigestor.
- **Azotea:** se considera un espacio de cultivo y mirador, con mobiliarios, cajones de huertas con especies de arbustos y herbáceas resistentes a la exposición solar como la santolina, salvia rusa y el huilmo<sup>17</sup>.
- **Bicicleteros y Estacionamiento subterráneo**

---

<sup>17</sup> Manual de especies recomendadas y arbolado urbano (Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, 2022)

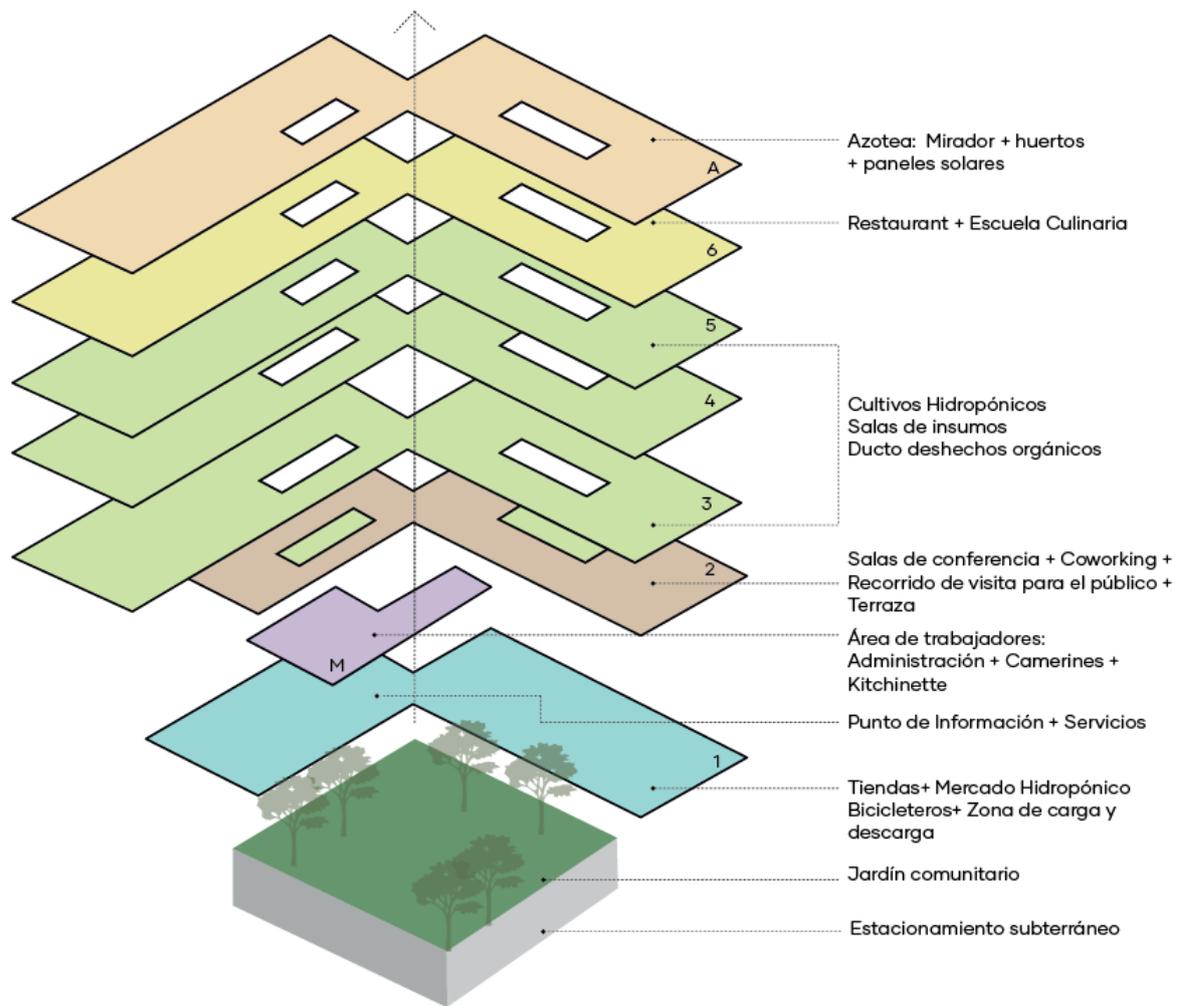
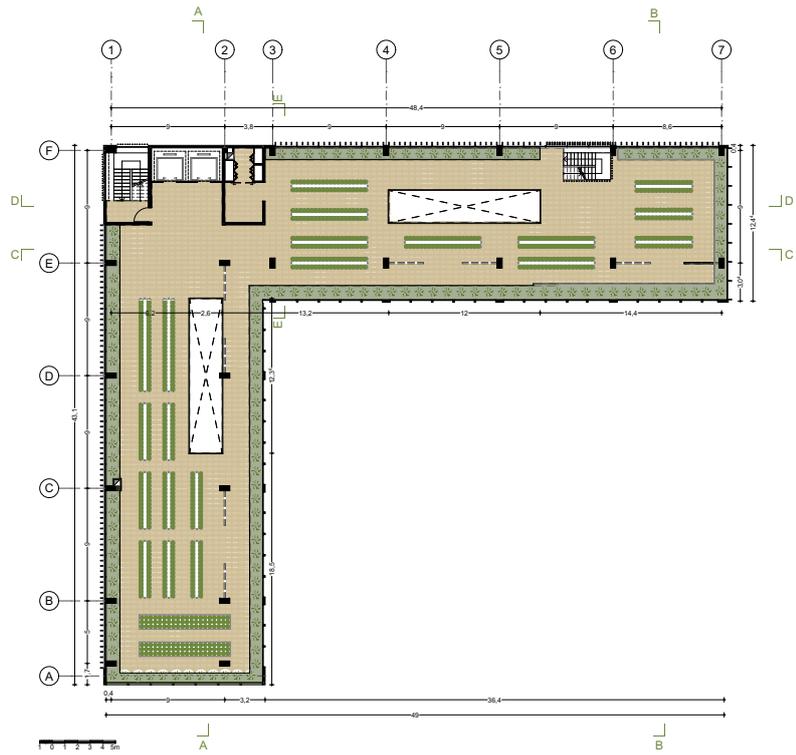


Figura 59: Área y dimensiones del predio. Elaboración propia

Superficies construida	
AZOTEA ° MIRADOS + HUERTOS + PANELES SOLARES	316,55
AZOTEA ° MÓDULO CIRCULACIÓN	79,53
6° COCINA	301,87
6° RESTAURANTE	499,38
6° MODULO CIRCULACIÓN Y SERVICIOS	164,65
5° HUERTOS	820,91
5° MODULO CIRCULACIÓN Y SERVICIOS	95,67
4° HUERTOS	813,02
4° MODULO CIRCULACIÓN Y SERVICIOS	95,67
3° HUERTOS	809,13
3° MODULO CIRCULACIÓN Y SERVICIOS	95,67
2° HUERTOS	44,86
2° HUERTOS	132,04
2° ESPACIO DE ENSEÑANZA	542,67
2° TERRAZA	106,94
2° MÓDULO CIRCULACIÓN Y SERVICIOS	79,77
MEZZANINA ÁREA TRABAJADORES	118,6
MEZZANINA MÓDULO CIRCULACIÓN Y SERVICIO	95,02
1° TIENDAS + RECEPCIÓN	670,31
1° MÓDULO CIRCULACIÓN Y SERVICIOS	95,73
1° JARDÍN COMUNITARIO	1082,17
-1° ESTACIONAMIENTO	1827,7
-1° MÓDULO CIRCULACIÓN, SERVICIO E INSTALACIONES	136,41
<b>TOTAL</b>	<b>9024,3</b>

Tabla 6: Superficies del Proyecto. Elaboración propia

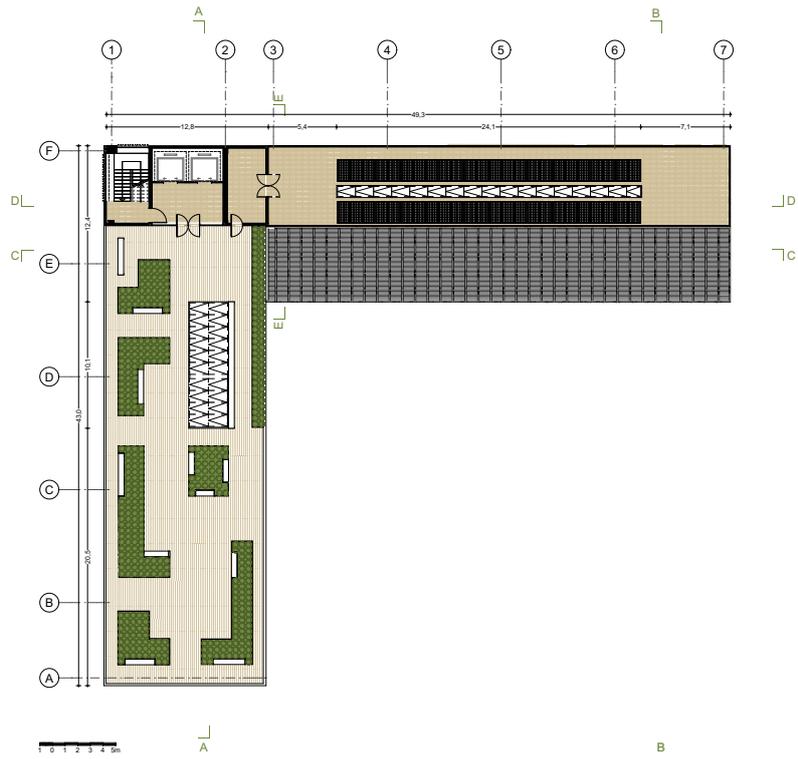




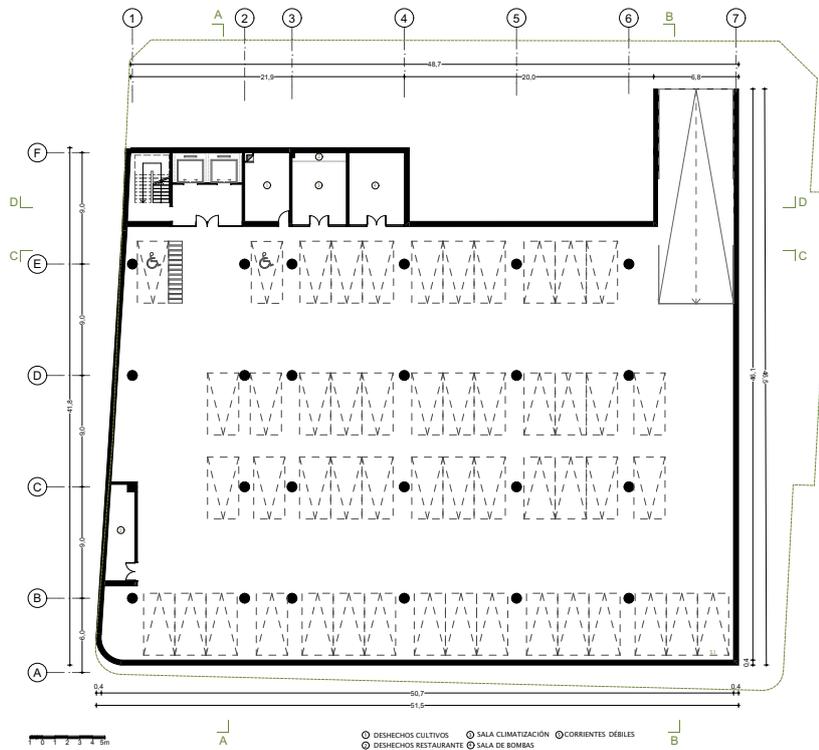
PLANTA TIPO 4 - 6: PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS / CULTIVOS HIDROPÓNICOS. (s/escala)



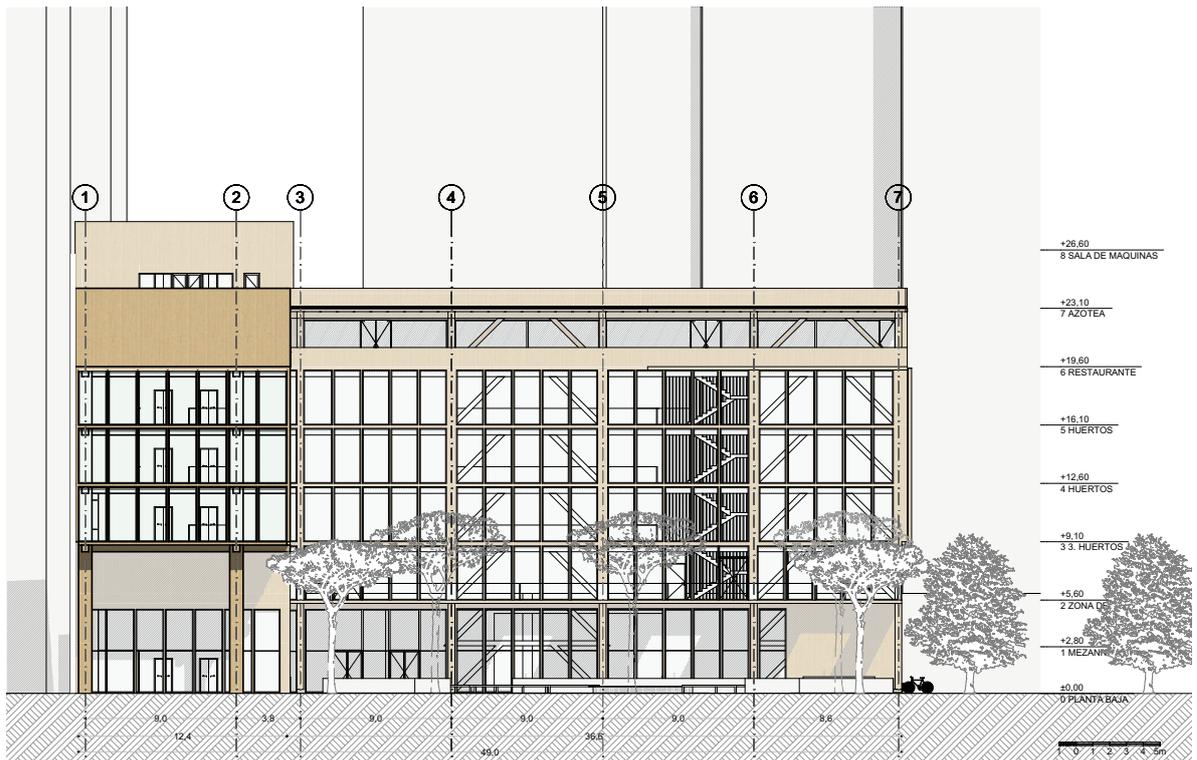
PLANTA 7: RESTAURANTE, COCINA Y ESCUELA CULINARIA. (s/escala)



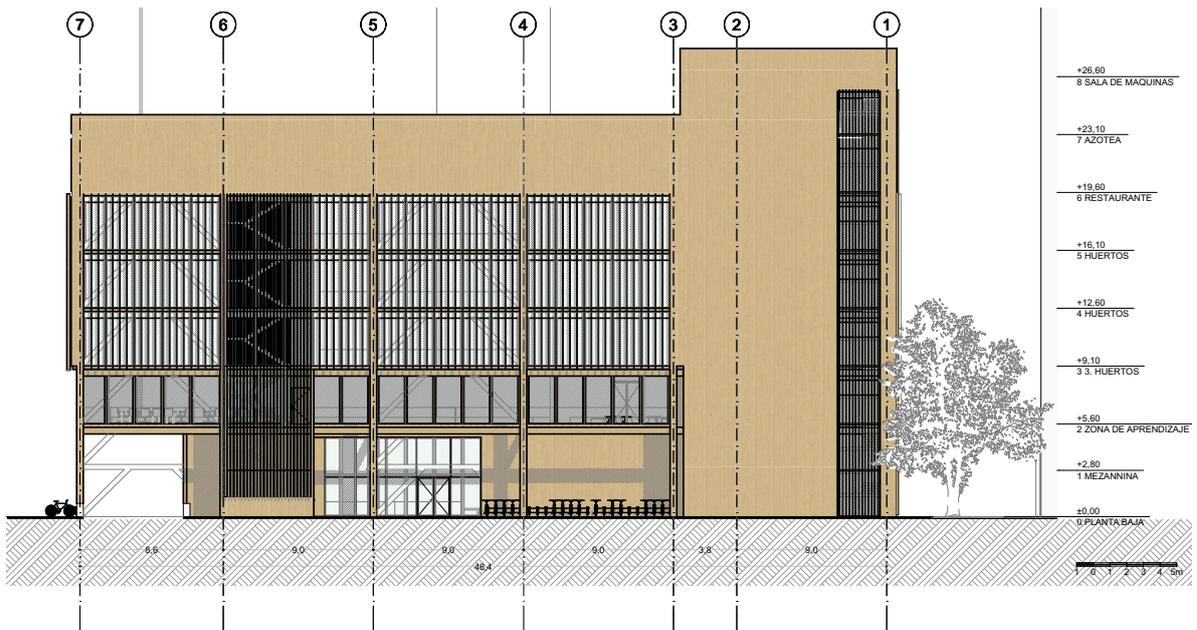
PLANTA AZOTEA: MIRADOR + HUERTOS + PANELES SOLARES. (s/escala)



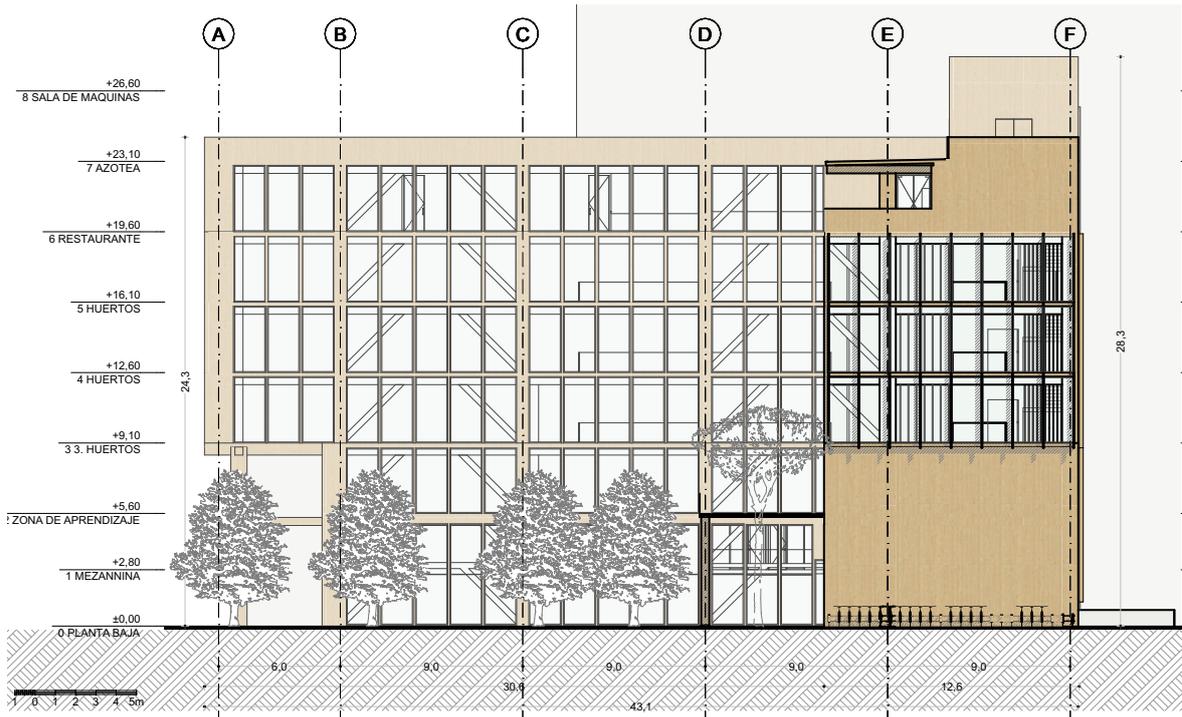
PLANTA -1: NIVEL ESTACIONAMIENTO. (s/escala)



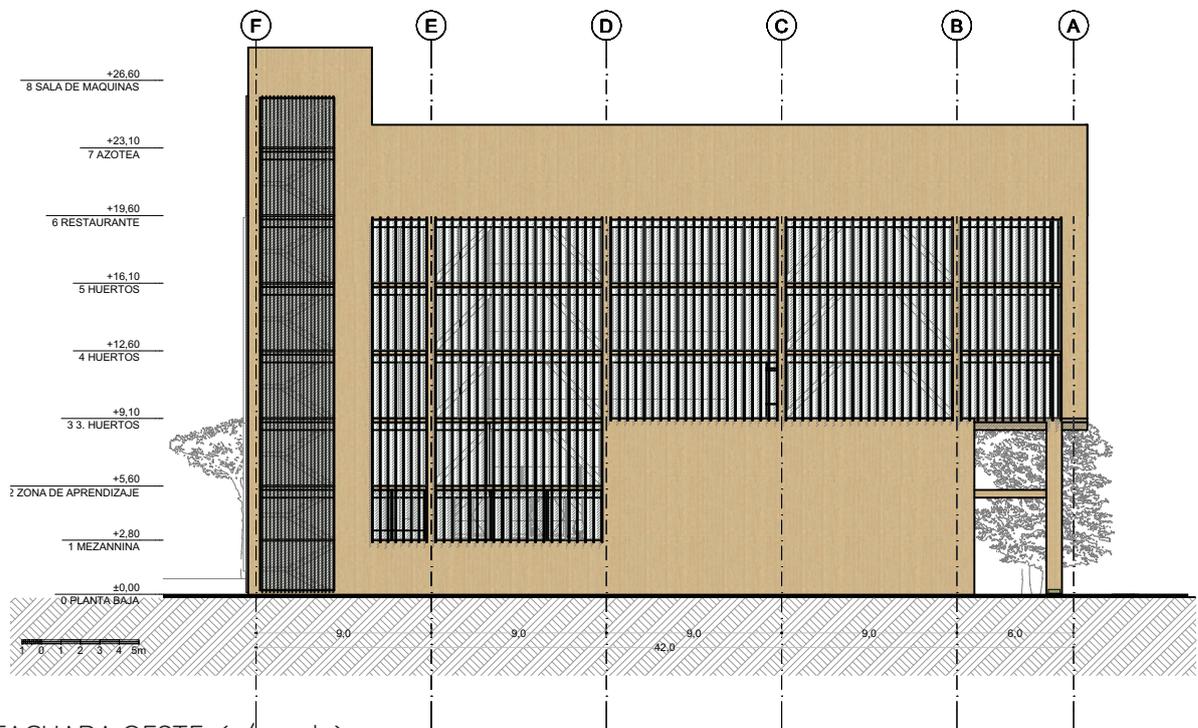
FACHADA SUR (s/escala)



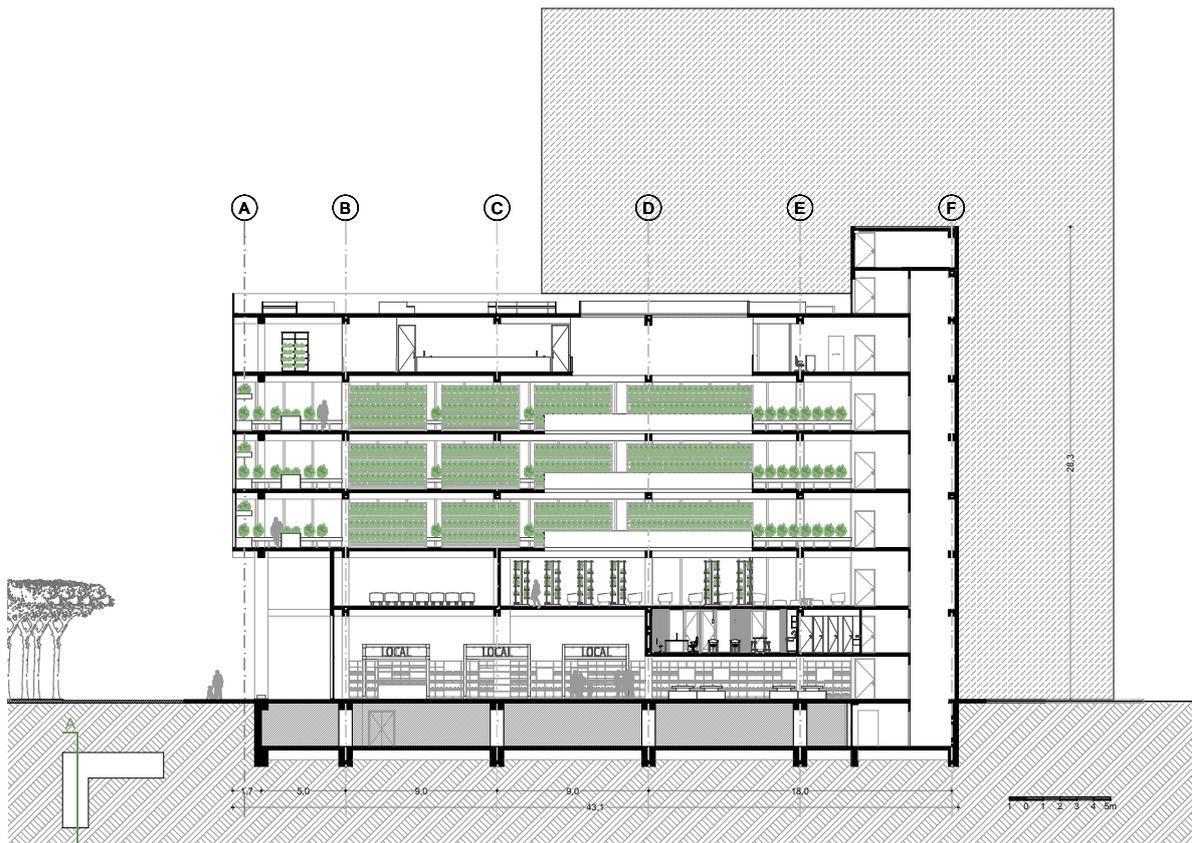
FACHADA NORTE. (s/escala)



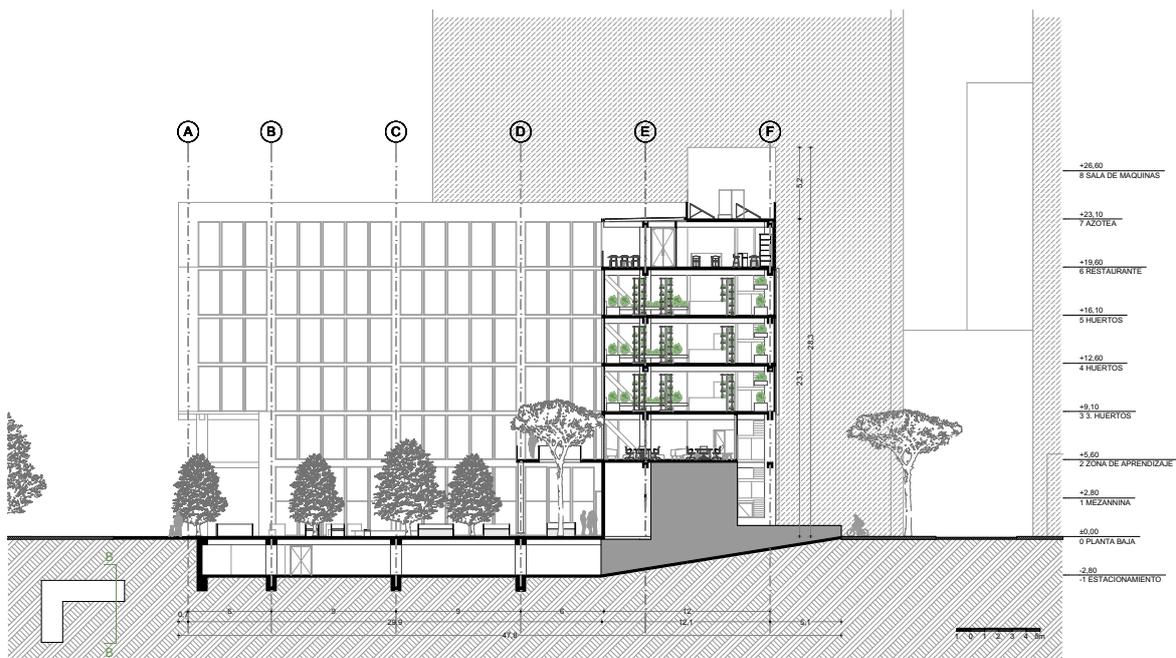
FACHADA ESTE. (s/escala)



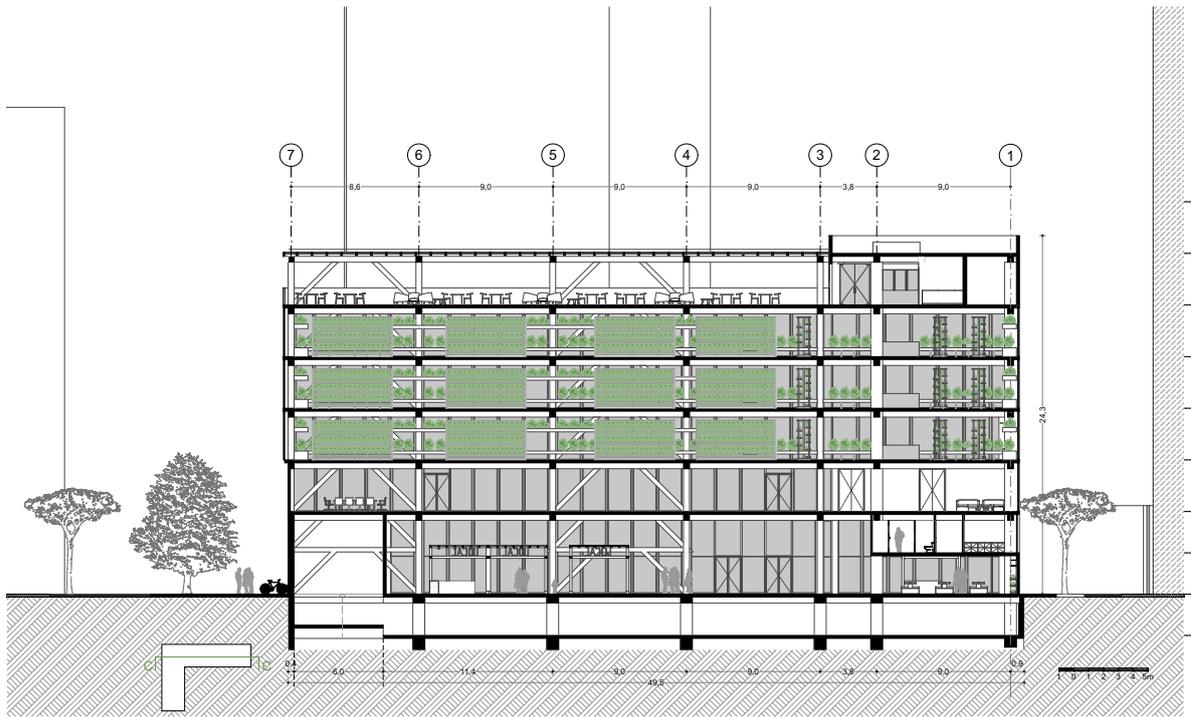
FACHADA OESTE (s/escala)



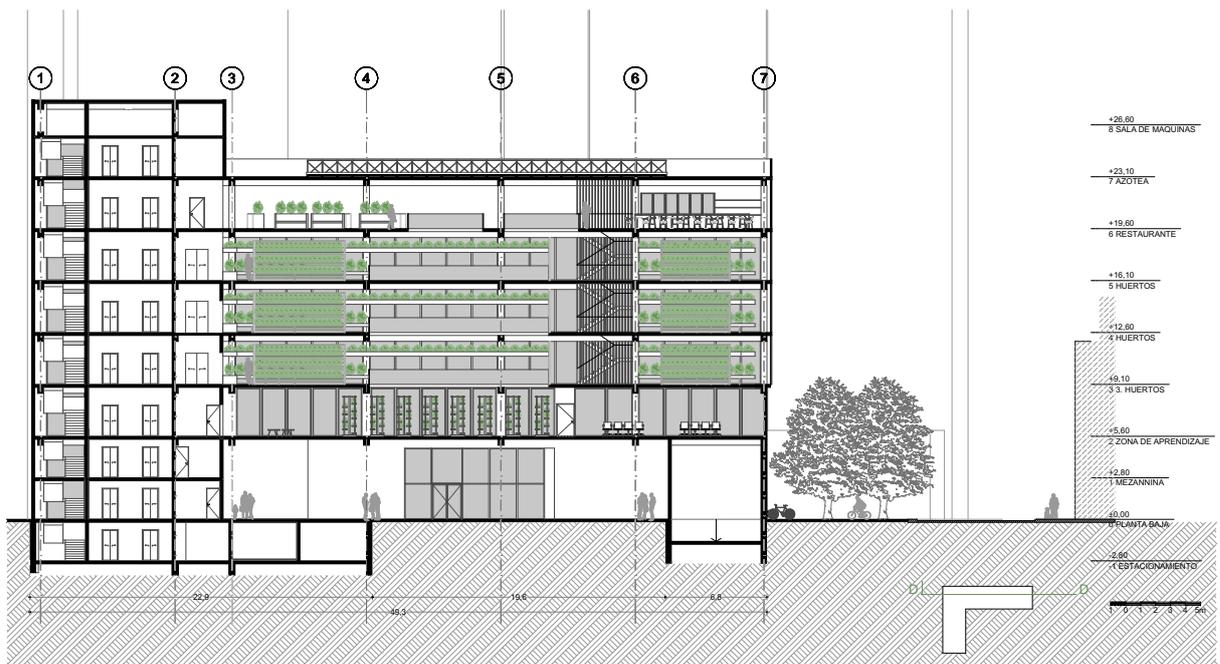
CORTE A-A' (s/escala)



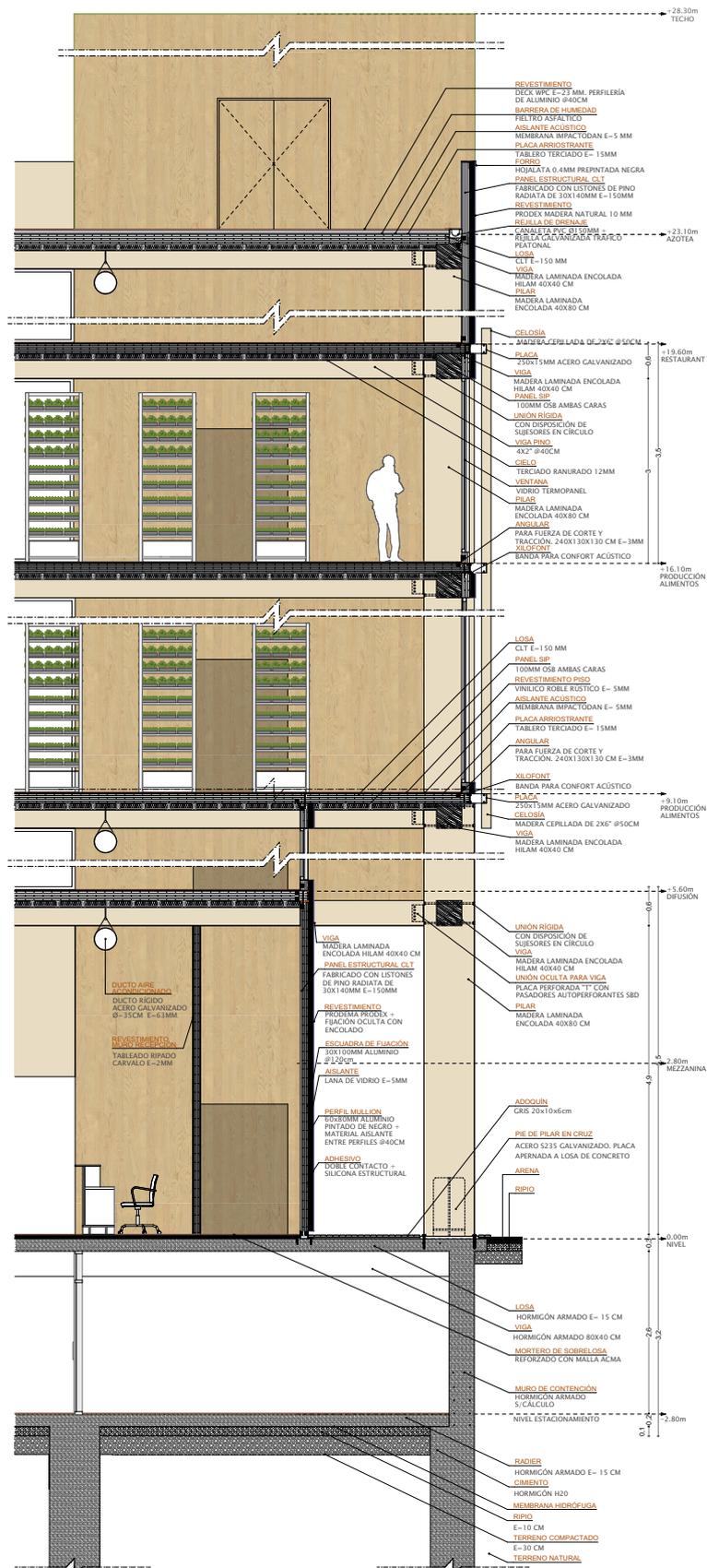
CORTE B-B' (s/escala)



CORTE C-C' (s/escala)



CORTE D-D' (s/escala)





Render 1: Fachada Principal: Acceso Peatonal + Jardín Comunitario y Zona de Tiendas.



Render 2: Fachada Norte. Acceso Vehicular y Peatonal.



Render 3: Área exterior del restaurante con vista a jardín comunitario



Render 4: Acceso Principal. Zona de tiendas y vista al Jardín Comunitario



Render 5: Zona de tiendas. Jardín comunitario, a la izquierda



Render 6: Zona de tiendas.



Render 7: Recepción. Tiendas al fondo



Render 8: Área de trabajadores o Mezzanina



Render 9: Zona de Difusión. Sala de Conferencias



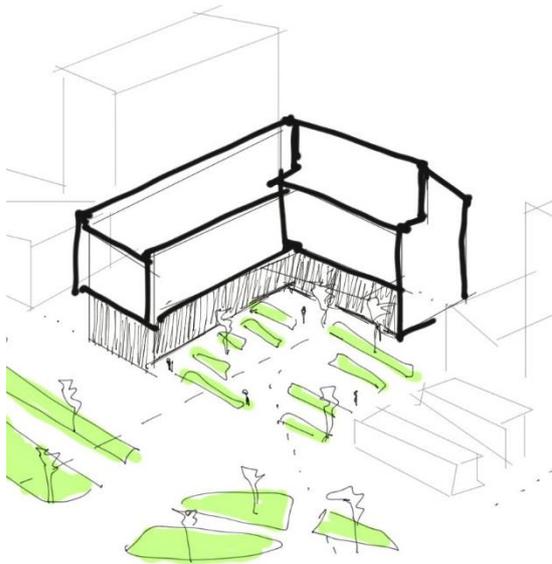
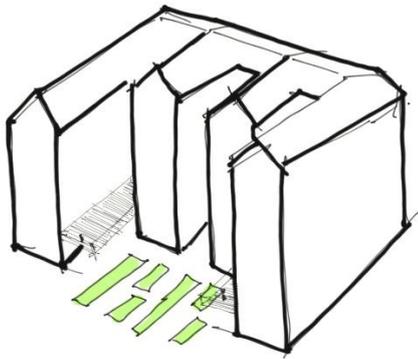
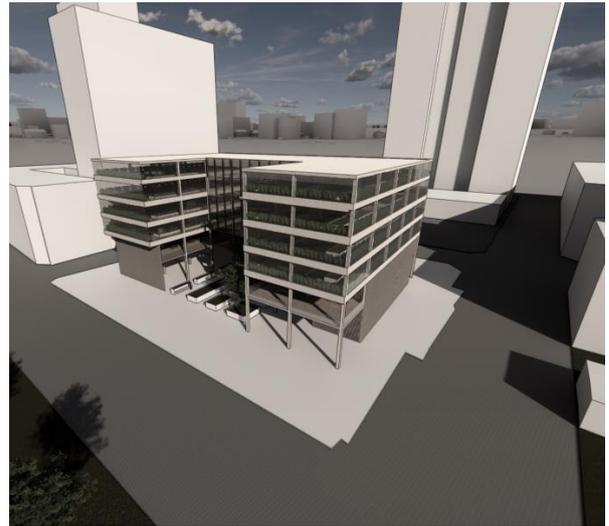
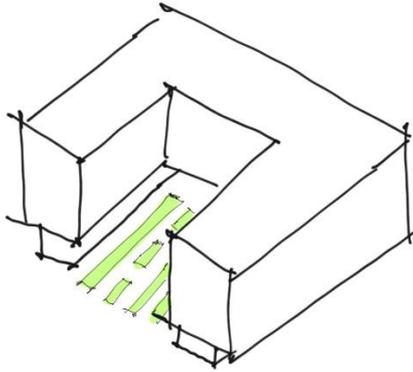
Render 10: Zona de cultivos hidropónicos. Sistema Nutrient Film Technic a la izquierda y Sistema de sustratos a la derecha.



Render 11: Restaurante y terraza



Render 12: Área exterior del restaurante con vista al huerto comunitario



Esquemas e imágenes tridimensionales del desarrollo y evolución de la propuesta

## Conclusiones

El crecimiento poblacional en zonas urbanas es un gran desafío para el desarrollo socioeconómico de las ciudades actuales y futuras. Al aumentar la población en las ciudades, aumenta la necesidad de recursos, empleos, seguridad y exigencias para el mantenimiento del medio ambiente. Una de las principales necesidades ocasionadas por esta problemática es el acceso a alimentos, en especial alimentos frescos y altos en nutrientes como lo son aquellos que provienen de la agricultura.

Los productos provenientes de la agricultura representan una fuente de alimentación saludable y, al mismo tiempo una oportunidad para desarrollar este sector de forma más sostenible. Estas prácticas requieren continuamente de los recursos de la tierra, el agua y la energía asociada a los sistemas de transporte utilizados para distribuir en grandes ciudades, lo cual afecta de forma negativa a la contaminación del aire.

En búsqueda de soluciones, se ha tomado interés en posibles tecnologías y enfoques que puedan aumentar la productividad de alimentos y al mismo tiempo proteger los recursos naturales. Una de las estrategias ha sido adaptar los sistemas de cultivo a los contextos locales, por lo cual se ha buscado reinventar la agricultura urbana desde un punto de vista más tecnológico. La agricultura urbana en sí, brinda la opción de elevar el consumo de frutas y verduras frescas de forma accesible ya que se materializa en determinadas superficies dentro de la ciudad, este concepto puede potenciarse con el empleo de los cultivos hidropónicos, los cuales prescinden de la tierra y puede cultivarse de forma vertical, produciendo mayor cantidad de alimento en una menor superficie. Además los mismos son libres de pesticidas y pueden emplear sistemas para el ahorro de agua durante el proceso de cultivo. Los cultivos hidropónicos también presentan retos como lo son la inversión inicial de aspectos tecnológicos y estrategias de ahorro de energía ya que se producen

cultivos fuera de estación durante todo el año empleando luces led, las cuales a pesar de ser de bajo consumo influyen en los gastos de energía.

Llevado al contexto de una ciudad, se analiza Santiago de Chile como una capital altamente densificada, con déficit de recursos hídricos y normativas que definen la actividad de la agricultura en áreas exclusivamente rurales. Algunos ejemplos de campos de riego de cultivos se emplazan en Melipilla, Maipo, Talagante y Chacabuco, es decir en las afueras de la ciudad. Además, existe una situación crítica con respecto a la degradación, erosión y contaminación de los suelos productivos de Chile, afectados tanto por el cambio climático, explotación agrícola, forestal y la ausencia de políticas para la recuperación de los mismos.

En resumen, existen diversos factores que hacen del país un caso de estudio ideal para implementar estrategias de sostenibilidad en el ámbito de la agricultura urbana.

En el 2019, el Ministerio de Agricultura de Chile dio a conocer algunas zonas de acceso limitado a frutas y hortalizas frescas, entre las cuales figuraba el sector centro - Avenida Bulnes, zona que igualmente pertenece según el Instituto Nacional de Estadísticas dentro de las áreas con mayor densidad de viviendas por hectárea. A pesar de estas dificultades, este sector presenta distintas potencialidades como lo son el fácil acceso en transporte público, flujo peatonal constante, zonas históricas de intereses, edificaciones de carácter educativo y áreas verdes cercanas, lo cual la hace un espacio potencial para enriquecer mediante un programa que contribuya a disminuir la limitación alimentaria de frutas y hortalizas frescas.

Proponer un espacio para la producción agrícola urbana es una oportunidad de brindar alimentos de calidad con canales cortos de distribución, ampliar los formatos de mercados y creación de nuevos empleos. Además de una forma de sensibilizar a la comunidad y a los productores sobre la importancia

del acceso a frutas y hortalizas frescas como potenciador de una economía sostenible. Un espacio de esta índole con principios del desarrollo sostenible presenta diversas estrategias para generar un funcionamiento sostenible, tales como el aprovechamiento de la luz solar, climatización, reutilización de las aguas grises, recolección de desechos para su compostaje y una materialidad que genere el menor impacto posible en su ciclo de vida como lo es la madera.

Por último, es importante mencionar que los instrumentos vigentes sobre la planificación territorial en Chile impiden que se implemente la agricultura como la actividad urbana en los Planes Reguladores, Cambiar de perspectiva respecto al tema y apoyar la incorporación de la agricultura urbana representaría un aporte programático para la ciudad, como una práctica que complemente a la agricultura tradicional y al mismo tiempo permita disminuir el impacto medioambiental. También, se podría contrarrestar la dependencia al sistema de transporte asociado a la distribución de alimentos que surten en los supermercados, ferias, mercados, estos sistemas son susceptibles a la conexión lineal entre ciudades que podría quedar aislada en caso de un accidente. La integración de la agricultura urbana será posible únicamente si existe un interés y una nueva visión por parte del Estado para tomar las iniciativas actuales e incorporarlas dentro de la planificación de las ciudades.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albuja, V., Andrade, J., Lucano, C., & Rodríguez, M. (2021). Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. *Minerva*, 2(4), 45-54. <https://doi.org/10.47460/MINERVA.V2I4.26>
- Arribas, J. D. (2016). *La arquitectura animal y sus sistemas de climatización pasiva como alternativa al diseño arquitectónico*.
- Banco Mundial. (2022). *Población urbana (% del total) - Chile | Data*. ONU. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=CL>
- BCN. (s.f.). Clima y Vegetación Región Metropolitana de Santiago Chile Nuestro País. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13/clima.htm#:~:text=Santiago%20presenta%20369%2C5%20mm%20de%20agua%20ca%C3%ADda%20promedio%20anual>
- Bengoa, J. (1990). *Haciendas y Campesinos. Historia Social de la Agricultura Chilena Tomo II*. Ediciones SUR.
- Beltrano, J., Gimenez, D. O., Ruscitti, M. F., Carbone, A. v, Andreau, R., Vasicek, A. L., & Ronco, B. (2015). *Cultivo en hidroponía*. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Block, I. (2019). Voll Arkitektur's Mjøstårne in Norway becomes world's tallest timber building. *Dezeen*. <https://www.dezeen.com/2019/03/19/mjostarne-worlds-tallest-timber-tower-voll-arkitektur-norway/>
- Buck, D., Wang, X., Hagman, O., Gustafsson, A. (2016). Further Development of Cross-Laminated Timber (CLT): Mechanical Tests on 45° Alternating Layers. [https://www.researchgate.net/publication/313192887\\_Further\\_Development\\_of\\_Cross-Laminated\\_Timber\\_CLT\\_Mechanical\\_Tests\\_on\\_45\\_Alternating\\_Layers](https://www.researchgate.net/publication/313192887_Further_Development_of_Cross-Laminated_Timber_CLT_Mechanical_Tests_on_45_Alternating_Layers)
- Castañares, J. L. (2020). *ABC DE LA HIDROPONIA*. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/8023>
- Centro UC de Innovación en Madera. (2020). *TORRE EXPERIMENTAL PEÑUELAS*. <https://madera.uc.cl/es/investigacion/proyectos-de-investigacion/249-torre-penuelas>
- CITECUBB. (2015). *Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental, para Licitaciones de Diseño y Obra de la Dirección de Arquitectura, Según Zonas geográficas del País y según tipologías de edificios*. Dirección de Arquitectura. Ministerio de Obras Públicas.
- Consejo Monumentos Nacionales de Chile. (2008). BARRIO CÍVICO - EJE BULNES - PARQUE ALMAGRO. <https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/zonas-tipicas/barrio-civico-eje-bulnes-parque-almagro>
- Corporación Nacional Forestal. (2013). *ÁRBOLES URBANOS DE CHILE. Guía de Reconocimiento*.

- Cuadrado Sánchez, M. del C. (2020). *Comparativa entre los orígenes de la edificación en altura en acero y primeros proyectos en madera contralaminada* [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/45039/1/TFG-A-241.pdf>
- Dechent, P., Zilic, F., Dolan, D., Riveros, D., Giuliano, G., & Ávila, F. (2019). *EDIFICIO DE MADERA COTRALAMINADA AISLADO SÍSMICAMENTE SEISMIC ISOLATED CLT BUILDING*. [https://www.clem2019.uy/admin/files/clem2019/upload/files/F2-4650581-CLEM\\_2019-completo.pdf](https://www.clem2019.uy/admin/files/clem2019/upload/files/F2-4650581-CLEM_2019-completo.pdf)
- Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato. (2022). *Manual de especies recomendadas y arbolado urbano*.
- DTP Metropolitano. (2020). Mapa de recorridos del Gran Santiago. Red de Transporte Público. Obtenido de <https://www.red.cl/wp-content/uploads/2021/01/mapa-general.pdf>
- Dzib Moo, D. L. B., González, G., & González, A. (2018). *LOS BENEFICIOS PARA LA SALUD, MEDIO AMBIENTE Y ECONOMÍA FAMILIAR DE LA AGRICULTURA URBANA* [Universidad Nacional Autónoma de México]. [http://ru.iiec.unam.mx/4252/1/2-Vol2\\_Parte1\\_Eje3\\_Cap2-016-Dzib-Gonzalez-Gonzalez.pdf](http://ru.iiec.unam.mx/4252/1/2-Vol2_Parte1_Eje3_Cap2-016-Dzib-Gonzalez-Gonzalez.pdf)
- Edmondson, J.L., Cunningham, H., Densley Tingley, D.O. *et al.* (2020). The hidden potential of urban horticulture. *Nature Food*, 1, 155–159. <https://www.nature.com/articles/s43016-020-0045-6>
- Ediciones UC. (2019). *Huertas Familiares y comunitarias: cultivando soberanía alimentaria*. Santiago de Chile: EDICIONES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.
- Egoín. (2019). Catálogo EGOIN. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://maderas-uv.weebly.com/uploads/9/5/6/2/9562221/catalogo-clt-egoin.pdf>
- Fantini, A. (2016). *Cultivando ciudades: La agricultura urbana y periurbana como práctica de transformación territorial, económica, social y política*. [Universitat Autònoma de Barcelona]. <https://ddd.uab.cat/record/175967>
- FAO. (2012). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo*.
- FAO. (2015). *Agricultura urbana: cultivar los suelos en la ciudad*. <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/332731/>
- Fundación de Energía de la Comunidad de Madrid. (2019). *Guía de la Energía Geotérmica*.
- Gasca Alonso, M. M. (2021). *Sistemas De Entramado De Madera: Construcción Con CLT* [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. [https://oa.upm.es/67728/1/TFG\\_Jun21\\_Gasca\\_Alonso\\_Mar\\_Maria.pdf](https://oa.upm.es/67728/1/TFG_Jun21_Gasca_Alonso_Mar_Maria.pdf)
- Gilsanz, J. C. (2007). *HIDROPONIA*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/520/1/11788121007155745.pdf>
- Hydroponics Systems International. (2020). [www.hydroponicsystems.eu](http://www.hydroponicsystems.eu).

- INE. (2018). Mapas de densidad de población y vivienda por manzana. Santiago de Chile. Obtenido de <https://storymaps.arcgis.com/stories/1b9d35a61879474c93f597471fdea507>
- Informe País estado del medio ambiente en Chile. Suelos.* (2018). <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/179262/Capitulo5-Suelos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jara, C. (2016). Palacio Iñiguez: La elegante belle époque de Santiago. *En Concreto*, 50–55. <https://extension.cchc.cl/index.asp?param=o%AD%88%92bj%96%8Bs%5D&Op=3>
- Karacabeyli, E., & Douglas, B. (Eds.). (2013). *CLT Handbook CROSS-LAMINATED TIMBER*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Binational Softwood Lumber Council (BSLC). [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5577290/PDFs/CLT\\_Handbook/CLT\\_USA-Chapter-11\\_0.pdf](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5577290/PDFs/CLT_Handbook/CLT_USA-Chapter-11_0.pdf)
- Martínez, R., & Israel, E. El Paseo Bulnes y su relación con el Centro Cívico. Universidad Central. Chile. <https://www.ucecentral.cl/noticias/faup/el-paseo-bulnes-y-su-relacion-con-el-centro-civico>
- Masaquiza Moposita, D., Santillán Lima, J., & López Paredes, C. (2021). Huertos urbanos: como estrategia de transición hacia el desarrollo urbano sostenible - Dialnet. *Dominio de Las Ciencias*, 7(4), 1166–1181. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383742>
- Medina Ramos, X., Morales Pérez, F., & Vega Marzan, E. (2011). HIDROPONIA. *ECODATAHOUSING 1.0*. <https://ecodatahousing.files.wordpress.com/2011/08/dossier-investigacion-hidroponia.pdf>
- Memoria Chilena, Biblioteca Nacional de Chile. (2021). El Barrio Dieciocho (1860-1980). <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-591.html>
- Municipalidad de Lo Barnechea. (2022). *Propuestas Jardines Exteriores de bajo consumo hídrico*.
- Navas Navarro, F. H., & Peña Torres, L. M. (2012). Los diseños verticales y la agricultura unidos para la producción de alimentos en los Módulos para Huertas Urbanas Verticales. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(2145–6097), 73–84. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5344955>
- OASIS. (n.d.). *Manual de hidroponía*. Retrieved June 28, 2022, from <https://www.oasisgrowersolutions.com/pdf/mx/manual-hidroponia.pdf>
- Observatorios de ciudades. (2010). *Análisis de situación de ferias libres en la Región Metropolitana y su relación con el sistema de transporte de pasajeros*

- ODEPA. (2016). *Estudio para el desarrollo de los mercados locales para mejorar el acceso a frutas y hortalizas frescas en las regiones Metropolitana y del General Libertador Bernardo O'Higgins*.
- ODEPA. (2016). *Panorama de la Agricultura chilena. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias*
- Ojeda Bustos, C. (2020). *Infraestructura verde y sus servicios ecosistémicos potenciales a escala local en Santiago de Chile* [Universidad de Chile].  
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/178037>
- ONU. (2022). *La urbanización sostenible ha de llegar a todos los países, y no ser un beneficio de unos pocos* / Noticias ONU. Noticias ONU.  
<https://news.un.org/es/story/2022/04/1507862>
- Prazeres, A. R., Albuquerque, A., Luz, S., Jerónimo, E., & Carvalho, F. (2017). Hydroponic System: A Promising Biotechnology for Food Production and Wastewater Treatment. *Food Biosynthesis*, 317–350. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811372-1.00011-7>
- Rojas, J. (2016). *Evaluación de las transformaciones en el paisaje y la provisión de servicios ecosistémicos en la provincia de Chacabuco entre 1984 y 2012*. Santiago.
- Santiago Región. (2022). *Barrio Dieciocho - Santiago de Chile*. <https://www.santiagoregion.com/es/ver/3/258/barrio-dieciocho>
- Santiago, Gobierno. (s.f.). Datos Geográficos. Obtenido de <https://www.gobiernosantiago.cl/datos-geograficos/>
- Soy Providencia. (2021). *Arbolado Urbano Desafíos ante el Cambio Climático*.
- Stora Enso Wood Products. *Building Solutions*. (2015). <https://adoc.pub/stora-enso-wood-products-building-solutions.html>
- Urbana, I. M. (2021). *Ordenanza Local. Plan Regulador Comunal. Vivamos bien Santiago*.
- Varas, J., & Vargas, F. (2016). *Plan de negocios para venta de sistemas de cultivos hidropónicos automatizados Intelligent Garden* [Universidad de Chile].  
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/138615>
- Viotto, U. (2013). *El tablero contralaminado*. [Universidad Politécnica de Catalunya].  
<https://core.ac.uk/download/pdf/41810823.pdf>
- Zárate Aquino, M. A. (2014). *MANUAL DE HIDROPONIA*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual\\_de\\_hidroponia.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf)
- Zolezzi. (2022). *Fortalecimiento de la Competitividad Hortofrutícola: Producción de Alimentos Inocuos en la R.M. "Inocuidad Alimentario"*.